

CONTRATO Nº 48000.003155/2007-17: DESENVOLVIMENTO DE ESTUDOS
PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DUODECENAL (2010 - 2030) DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL-SGM

BANCO MUNDIAL

BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO - BIRD

PRODUTO 30

GEMAS

Relatório Técnico 56

Perfil de Gemas (Diamante e Gemas de Cor)

CONSULTORES

Jeffrey M. Watkins
Afonso Ferreira da Silva Filho
Júlio César Mendes
Rogério Silvestre Pereira

PROJETO ESTAL

PROJETO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA AO SETOR DE ENERGIA

Agosto de 2009

ÍNDICE GERAL

1.	ÍNDICE DE TABELAS	3
2.	ÍNDICE DE FIGURAS	5
3.	SIGLAS E ABREVIATURAS	11
4.	SUMÁRIO EXECUTIVO	13
5.	INTRODUÇÃO	14
6.	HISTÓRICO – GEMAS NO BRASIL E NO MUNDO	15
7.	O SETOR GEMOLÓGICO BRASILEIRO: ANÁLISE E DADOS	25
8.	O SETOR DE PRODUÇÃO DE MINERAIS-GEMAS E DE ARTESANATO MINERAL NO BRASIL	40
8.1.	Minerais - Gemas de Origem Pegmatítica	41
8.1.1.	Esmeralda	41
8.1.2.	Variedades de Crisoberilo (Alexandrita, Crisoberilo, Olho-de-Gata)	50
8.1.3.	Variedades de Turmalina	52
8.1.4.	Outras Variedades de Berilo	56
8.1.5.	Kunzita e Hiddenita	57
8.1.6.	Brazilianita	60
8.2.	Topázio	61
8.3	Variedades de Quartzo	66
8.4.	Esmeraldas de Campos Verdes (Goias)	77
9.	PRINCIPAIS EMPRESAS PRODUTORAS	80
10.	LAVRA E PROCESSAMENTO	81
10.1.	Lavra e Processamento Mecanizado	81
10.2.	Garimpo Artesanal	90
11.	LAPIDAÇÃO	91
11.1.	Introdução	91
11.2.1.	Tipos de Lapidação	93
11.2..1.	Gemas Cabochões	94
11.2..2.	Gemas Facetadas	95
11.2..3.	Lapidação Mista	96
11.3.	Propriedades Físicas e Ópticas das Gemas	97
11.3.1.	Cor e Pleocroísmo	97
11.3.2.	Zoneamento de Cor	98
11.3.3.	Clivagem	98
11.3.4.	Dureza	99
11.3.5.	Inclusões	99
11.4.	Fases e Equipamentos Utilizados na Lapidação	100
11.4.1.	Martelamento	100
11.4.2.	Serrar e Formar	100
11.4.3.	Facetamento	101
11.4.4.	Polimento	105
11.4.5.	Facetamento e Polimento de Cabochões	106.
11.5.	Melhoramento de Cor (Enhancement)	107
11.5.1.	Definição	107
11.5.2.	Tipo ou Métodos Específicos de Tratamento	108
11.5.2.1.	Tratamento Técnico	109
11.5.2.2.	Tratamento por Difusão Superficial	110
11.5.2.3.	Indução de Fraturas e Cicatrização	110
11.5.2.4.	Tratamento por Irradiação	110
11.5.2.5.	Branqueamento, Descoloração ou Clareamento	115

11.5.2.6. Tingimento	115
11.5.2.7. Impregnação de Gemas-Preenchimento de Fracturas/Cavidades	115
11.5.2.8. Revestimento	116
11.5.2.9. Tratamento com Lazer	116
11.5.2.10. Síntese de Gemas e Gemas Compostas e Reconstituídas	116
12. A LAPIDAÇÃO NO BRASIL	117
12.1. Histórico da Lapidação no Brasil	117
12.2. Análise Situacional da Lapidação no Brasil	117
12.3. APL's - Arranjos Produtivos Locais - Conceito Básico	119
12.4. Tendências Tecnológicas	124
13. A UTILIZAÇÃO DOS MINERAIS NA INDÚSTRIA	125
13.1. Artesanatos	125
13.2. Joalheria	126
13.3. Indústria Cerâmica e Vidreira	132
14. ASPECTOS AMBIENTAIS	133
14.1. Impactos Ambientais/Geração de Resíduos	133
15. ASPECTOS ECONÔMICOS	135
15.1. Preço de Mercado por Tipo de Gema Corada	135
15.2. Padrão Organizacional das Empresas do Segmento	135
16. RECURSOS HUMANOS	137
17. ARCABOUÇO LEGAL	139
18. COMÉRCIO INTERNACIONAL	141
18.1. Exportação	141
18.2. Importação	143
19. PROPOSTA DE FOMENTO DAS ÁREAS DE EXPLOTAÇÃO DE MINERAIS-GEMA E INDÚSTRIA DE LAPIDAÇÃO, ARTESANATO E COMERCIALIZAÇÃO	146
20. PROJEÇÕES ATÉ 2028	153
21. CONCLUSÕES	158
22. BIBLIOGRAFIA	159
23. ANEXOS	171

1. ÍNDICE DE TABELAS

7. O SETOR GEMOLÓGICO BRASILEIRO: ANÁLISE E DADOS

Tabela 7.1 Reservas	26
Tabela 7.2 - Quantidade e Valor da Produção Mineral	27
Tabela 7.3 – Exportação Beneficiados	28
Tabela 7.4 – Exportação Bens Primários	28
Tabela 7.5 – Importação Beneficiados	29
Tabela 7.6 – Importação Bens Primários	30
Tabela 7.7 – Investimentos Realizados em Áreas de Concessões de Lavra	31
Tabela 7.8 – Investimentos Previstos em Áreas de Concessões de Lavra	31
Tabela 7.9 – Arrecadação do Imposto Único Mineral (IUM)	32
Tabela 7.10 – Arrecadação da Compensação Financeira Exploração de Recursos Minerais (CFEM)	32
Tabela 7.11 – Total de Alvarás de Autorização de Pesquisa Aprovados	34
Tabela 7.12 – Total de Relatórios de Pesquisa Aprovados	34
Tabela 7.13 – Total de Concessões de Lavra Existentes	34
Tabela 7.14 – Manifestos de Minas	35
Tabela 7.15 - Mão de Obra Nível Superior na Mineração de Minas	36
Tabela 7.16 - Mão de Obra Nível Superior nas Usinas	36
Tabela 7.17 – Mão de Obra Outros nas Usinas	37
Tabela 7.18 – Mão de Obra Outros nas Minas	38
Tabela 7.19 – Total Geral Mão de Obra nas Minas/Usinas	38

15. ASPECTOS ECONÔMICOS

Tabela 15.1 – Preço de mercado das principais gemas coradas produzidas no Brasil	135
--	-----

18. COMÉRCIO INTERNACIONAL

Tabela 18.1 – Exportação de outras pedras preciosas lapidadas	141
Tabela 18.2 – Exportação de pedras preciosas em bruto	142
Tabela 18.3 – Exportação de rubis, safiras e esmeraldas lapidadas	143
Tabela 18.4 – Importação de obras e artefatos de pedras preciosas	144
Tabela 18.5 – Importação de outras pedras lapidadas	145

20 .PROJEÇÕES ATÉ 2028

Tabela 20.1 – Previsão do Crescimento dos Valores das Exportações do Brasil de Pedras em Bruto, Lapidadas e Artefatos de Pedras para o Período de 2008 a 2028	154
Tabela 20.2 – Cronograma das Atividades de Implantação do Plano Duodecenal de Gemas Coradas	156
Tabela 20.3 – Projeções de Cenários até o Ano 2028	157

23. ANEXOS

23.1 - Reservas	164
23.2 – Quantidade e valor da produção mineral	165
23.3 - Exportação	166
23.4 - Importação	167
23.5 - Investimentos Concessões de Lavra	168
23.6 - Arrecadação do IUM	169
23.7 - Relatórios de pesquisa aprovados	170
23.8 - Alvarás de autorizações de pesquisa outorgados / publicados	170
23.9 - Manifestos de minas	171
23.10 - Concessões de lavras existentes	171
23.11 - Mão de obra utilizada na mineração	172
23.12 - Compensação financeira pela exploração de recursos minerais (CFEM)	172

2.ÍNDICE DE FIGURAS

6. HISTÓRICO – GEMAS NO BRASIL E NO MUNDO

Figura 6.1 – Máscara de ouro da múmia de Tutankhamon confeccionada adornada de gemas (Egyptian museum 2009)	15
Figura 6.2 – Estatueta de Mari confeccionada em alabastro com lápis-lazuli (Louvre 2005)	15
Figura 6.3 – Certificado GIA reconhecendo a esmeralda brasileira de Salininhas	17
Figura 6.4 – Mapa Gemológico do Brasil (IBGM 2009)	18
Figura 6.5 – Turmalina Paraíba cor azul neon (Veja 2008)	19
Figura 6.6 – Efeito de cores de uma Alexandrita exposta à iluminação do sol e luz incandescente	20
Figura 6.7 – Topázio Imperial de Ouro Preto. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	20
Figura 6.8 – Esmeralda brasileira de Campos Verde. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	21
Figura 6.9 – Água-marinha. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	21
Figura 6.10 – Ametista	22
Figura 6.11 – Citrino	22
Figura 6.12 – Topázio Azul. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	22
Figura 6.13 – Turmalina vermelha (rubelita). Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	23
Figura 6.14 – Opalas da região Pedro II, Piauí. A – Opala de fogo de Buritis dos Montes. B – Opala nobre de Pedro II. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	23
Figura 6.15 – Turmalina vermelha Foguete e detalhe com seu descobridor	24

7. O SETOR GEMOLÓGICO BRASILEIRO: ANÁLISE E DADOS

Figura 7.1 – Gráfico de Reservas Gemas de Cor	26
Figura 7.2 - Gráficos Quantidade e Valor da Produção Mineral	27
Figura 7.3 –Exportação Beneficiados	28
Figura 7.4 – Gráfico Exportação Bens Primários	28
Figura 7.5 – Gráfico Importação Beneficiados	29
Figura 7.6 – Gráfico Importação Bens Primários	30
Figura 7.7 – Gráfico Investimentos Realizados em Áreas de Concessões de Lavra	31
Figura 7.8 – Gráfico Investimentos Previstos em Áreas de Concessões de Lavra	32
Figura 7.9 – Gráfico IUM	33
Figura 7.10 – Gráfico CFEM	33
Figura 7.11 – Gráfico de Total de Alvarás de Autorização de Pesquisa Aprovados	34
Figura 7.12 – Gráfico do Total de Relatórios de Pesquisa Aprovados	34
Figura 7.13 – Total de Concessões de Lavra Existentes	35
Figura 7.14 - Gráfico Manifestos de Minas	35
Figura 7.15 – Gráfico Mão de Obra Nível Superior na Mineração de Minas	36
Figura 7.16 – Gráfico Mão de Obra Nível Superior nas Usinas	37
Figura 7.17 – Gráfico Mão de Obra Outros nas Usinas	37
Figura 7.18 – Gráfico Mão de Obra Outros nas Minas	38
Figura 7.19 – Gráfico Mão de Obra nas Minas / Usinas	38

8. O SETOR DE PRODUÇÃO DE MINERAIS-GEMAS E DE ARTESANATO MINERAL NO BRASIL

Figura 8.1 - As províncias pegmatíticas brasileiras	40
Figura 8.2 - A Província Pegmatítica Oriental	41
Figura 8.3 - Um artesanato, esculpido em rocha com grande quantidade de rubi e representando a figura de Buda	42
Figura 8.4 - Amostra de vários minerais, entre eles belas turmalinas última exibido na Feira Internacional de Pedras Preciosas de Teófilo Otoni, realizada no mês de agosto de 2009	43
Figura 8.5 - Localização das jazidas e principais ocorrências de esmeralda no Brasil	45
Figura 8.6 - Mapa de localização do Cinturão Esmeraldífero em Minas Gerais (Souza et al. 1992)	46
Figura 8.7 - Fotografia de megacristais de esmeralda da Mina Canaã (Itabira, Minas Gerais)	47
Figura 8.8 - Os grandes cristais de esmeralda retirados da região do Garimpo de Carnaíba	49
Figura 8.9 - Artesanato confeccionado na rocha e em cristais de esmeralda da região do Garimpo de Carnaíba	49
Figura 8.10 - Alexandritas da Mineração Itaitinga, onde a pedra lapidada mostra um forte efeito de mudança de cor, à esquerda, fotografia obtida a luz do dia e à direita, com luz incandescente (Fotografia de Antonio Liccardo)	51
Figura 8.11 - Turmalina da Paraíba, pesando cerca de 30 gramas, com cor azul neon e com excelente qualidade gemológica (Fotografia de Antonio Liccardo)	53
Figura 8.12 - A Turmalina Foguete, encontrada no Mina do Jonas (Conselheiro Pena), pesando cerca de 130 quilogramas e um dos espécimes mais famosos já encontrado na natureza.	54
Figura 8.13 - Turmalinas Melancias, a da esquerda com borda esverdeada e centro avermelhado e a outra com vários matizes de vermelho, ambas retiradas da Província Pegmatítica Oriental, no Estado de Minas Gerais.	55
Figura 8.14 - Cristal de berilo e água-marinha (pesando 102 quilates), oriunda da Província Pegmatítica Oriental	57
Figura 8.15 - Cristal de kunzita, pesando cerca de 4 quilogramas, límpido e com uma cor excepcional, de propriedade da Geometa e retirada na Mina do Urucum (região de Galiléia) na Província Pegmatítica Oriental	59
Figura 8.16 - Kunzita lapidada na forma de coração, pesando aproximadamente 60 quilates, com uma coloração rósea intensa e sem nenhum defeito interno. Esse espécime pertence a Geometa e também foi retirado da Mina do Urucum, no Município de Galiléia	59
Figura 8.17 - Cristal de brazilianita da região de Galiléia e Conselheiro Pena, na Província Pegmatítica Oriental	61
Figura 8.18 – O mapa geológico da região de Ouro Preto, com os litotipos do Supergrupo Minas e as minas e garimpos de topázio imperial (Gandini 1994)	63
Figura 8.19 - Dois cristais de topázio imperial, euédrico, com clivagem basal perfeita e coloração conhaque bastante intensa e sem aproveitamento como mineral-gema	64
Figura 8.20 - Um cristal de topázio, pesando 2,61 quilogramas, com coloração natural azulada pouco intensa, euédrico e proveniente de pegmatitos da região de Itinga, Minas Gerais	65
Figura 8.21 - Um veio de quartzo hidrotermal, com um comprimento de 3,0 quilômetros por uma média de 60 metros de potência, encaixado nos quartzitos do Espinhaço, na região de Olhos D'Água, Minas Gerais	66

Figura 8.22 - Cristal de quartzo, antes e depois da irradiação gama, oriundo dos veios hidrotermais da Mina do Tião, na região de Joaquim Felício, Minas Gerais (Fotografia de Marcelo Drummond, em Drummond 2009)	68
Figura 8.23 - Um dos veios de quartzo hidrotermal na Mina Comecha, região de Joaquim Felício (Minas Gerais), onde as atividades de mineração são feitas visando a retirada de amostra de coleção (Fotografia de Marcelo Drummond, em Drummond 2009)	68
Figura 8.24 - Cristais de quartzo euédrico de veio hidrotermal da Mina Comecha, na região de Joaquim Felício (Minas Gerais). Essa peça é destinada ao comércio de amostra de coleção (Fotografia de Marcelo Drummond, em Drummond 2009)	69
Figura 8.25 - Megacristal de quartzo euédrico de veio hidrotermal da região de Cristalândia (Estado do Tocantins). Esta peça é destinada a ornamentação ou como coleção de grandes museus (Fotografia de Antonio Liccardo)	70
Figura 8.26 - O condicionante geológico (dique de diabásio e arenito hidrotermalizado) da mineralização de opala em Pedro II e Buritis dos Montes, no Estado do Piauí (Fotografia de Antonio Liccardo)	71
Figura 8.27 – Opala nobre de Pedro II (Piauí), mostrando um belíssimo e raro jogo de cores (Fotografia de Antonio Liccardo)	72
Figura 8.28 - Uma opala de fogo de Buritis dos Montes, no Estado do Piauí (Fotografia de Antonio Liccardo)	72
Figura 8.29 - A massa escura com opala em Buritis dos Montes (Fotografia de Antonio Liccardo)	73
Figura 8.30 - Um porco feito com citrino obtido a partir da irradiação gama de um quartzo hialino brasileiro.	75
Figura 8.31 - Um geodo de ametista retirado de basalto do Rio Grande do Sul	76
Figura 8.32 - Uma placa de ametista e uma ágata tingida do Rio Grande do Sul	77

10. LAVRA E PROCESSAMENTO

Figura 10.1 - Vista geral da Mina Belmont. Os detalhes marcados como 1 e 2 – poço vertical, onde após 25 metros, tem-se galerias onde o minério não intemperizado é retirado	81
Figura 10.2 – Separação de montes de xisto alterado com valores variáveis de esmeraldas entre 10 até 200 gramas por tonelada Mina Belmont	82
Figura 10.3 – Entrada de túnel, o qual permite trânsito de caminhões utilizados na retirada de material - Mina Belmont	82
Figura 10.4 – Vista do poço elevador – Mina Belmont	83
Figura 10.5 - Vista interna do túnel de mineração esmeralda – Mina Belmont	83
Figura 10.6 - Detalhe de quartzo no xisto – Mina Belmont	84
Figura 10.7 – Despejo na caçamba de material retirado da Mina Belmont	84
Figura 10.8 – Planta de deslamagem – Mina Belmont	85
Figura 10.9 – Vista superior do processo da primeira etapa do processo de separação da esmeralda – Mina Belmont.	85
Figura 10.10 – Entrada no sistema de tromel do material deslamado - Mina Belmont	86
Figura 10.11 - Tromel no final da peneira primária e uma peneira secundária-Mina Belmont	86
Figura 10.12 – Sistema automático de catação de esmeralda. A – Ilustração do funcionamento do processo. B - Esmeraldas coletadas no final do processo de catação Mina Belmont	87
Figura 10.13 – Detalhe esmeralda no quartzo – Mina da Rocha	88
Figura 10.14 – Sistema de catação manual – Mina da Rocha	88

Figura 10.15 – Mina do Capão- Topázio imperial de Ouro Preto. A – Vista da retirada de material da mina. B – Catação dos cristais de topázio imperial	89
Figura 10.16 – Vista Garimpo da Capoeirana	90

11. LAPIDAÇÃO

Figura 11.1 - Gold Tumi- Lambayeque Culture (Gold of Peru Museum 2009)	91
Figura 11.2 – Denominação das facetas de uma gema lapidação brilhante redondo (Bruton 1983)	93
Figura 11.3 – Algumas variações da lapidação brilhante (Schumann 1995)	93
Figura 11.4 - Lapidação a laser millenium – gema quartzo green gold. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	94
Figura 11.5 - Formas da lapidação tipo cabochão. A – Âmbar, lápis-lazúli, obsidiana, aventurina, esmeralda e amazonita. B – Asterismo em turmalina verde e azul (indicolita). Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	94
Figura 11.6 – Lapidação em degraus. Morganita, água-marinha, kunzita, topázio imperial e esmeralda. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	95
Figura 11.7 – Lapidação em tesoura – gema: ametista. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	96
Figura 11.8 - Exemplos de minerais com lapidação mista. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	96
Figura 11.9– Formas de lapidação fantasia (fancy). Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	97
Figura 11.10 – Zoneamento de cor – fluorita, ametista bicolor (ametrina) e turmalina bicolor. Foto: Silva Filho A. F. 2009	98
Figura 11.11 – Escala de Mohs representando a dureza de minerais-gemas entre 1 e 10	99
Figura 11.12 – Cristal de diamante com inclusão de granada (Museum National D’Histoire Naturelle 2008)	100
Figura 11.13 - Processo de serragem e formação do mineral-gema. A – modelo de serra muito utilizado na serragem de diamante. B – modelo usual para gemas de cor – serra e rebolo diamantados. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	101
Figura 11.14 - Gema fixada à caneta para realização do facetamento. A – transferidor pavilhão/mesa. B - Disco denteado (index). C – chave retirar/inserir index. D – Dop com gema. E – Dop 45°. F – liberador giro da caneta. G – Ajustador plano caneta/disco. H - Dop de madeira para lapidação jumb- peg. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	103
Figura 11.15 - Processo de facetamento em disco diamantado. A – catraca. B – jumb-peg, tabuinha com furos para caneta de madeira. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	103
Figura 11.16 - Equipamentos modernos de precisão utilizados no facetamento de gemas. A - Ultrachic, americana(Ultratec 2009). B - Lapidart, brasileira (Lapidart 2009)	104
Figura 11.17 – Projeto lapidação redonda brilhante para quartzo (Gemcad 2009).	104
Figura 11.18 - Equipamentos utilizados na etapa de polimento A – catraca disco de estanho B – disco de cobre. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	105
Figura 11.19 – Fases da lapidação redonda brilhante de um quartzo hialino. A – Quartzo bruto. B – Martelado. C – Pré-formado na serra/redolo. D – Formado na catraca. E – Pavilhão facetado e polido. F – Coroa facetada. G – Coroa, pavilhão e rondiz facetados e polidos. H – Final do processo, gema com coroa, rondiz e pavilhão facetados e polidos. Lapidação e fotografia: Silva Filho, A. F. 2009	106

Figura 11.20– Discos de feltro utilizados na lapidação de cabochões. A – disco com pó de esmeril, para acabamento fino. B – disco com óxido de pó para polimento. Fotografia: Silva Filho, A. F. 2009	107
Figura 11.21 – Ametista e citrino. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	109
Figura 11.22 – A – topázio hialino. B – topázio azul natural rolado. C – topázio azul natural . D – topázio azul irradiado. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	111
Figura 11.23 – A – quartzo hialino. B – prasiolita irradiada tom claro. C – prasiolita irradiada tom forte. D – prasiolita lapidada. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	112
Figura 11.24 – A, B e C – Quartzo irradiado green gold verde limão, verde claro, champagne. D - ametista rose de France, e fumê. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	112
Figura 11.25 – Quartzo azul e ametista verde de Montezuma MG (Schultz-Güttler 2006)	113
Figura 11.26 – A – Heliodoro. B – Água-marinha azul-esverdeado. C – Água-marinha azul intenso Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	113
Figura 11.27 – turmalina rosa. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	114
Figura 11.28 – turmalina vermelha (rubelita). Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	114
Figura 11.29 – Kunzita bruta, branca e lapidada/tratada. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009	115

13. A UTILIZAÇÃO DOS MINERAIS NA INDÚSTRIA

Figura 13.1 – Imagem de São Francisco de Assis em perfeita sintonia com a natureza, esculpida em uma lodolita (quartzo leitoso). Artesanato da cidade de Cristalina – Goiás	125
Figura 13.2 – Figura de São Francisco de Assis em quartzo hialino. Peça fabricada pelo artesanato de Cristalina-Goiás	126
Figura 13.3 - Retrato de estado de 1710 o corpo e as insígnias do poder (Louvre 2008)	127
Figura 13.4 – Colar de esmeraldas e diamantes, de 1810, em ouro e prata, presente de Napoleão I à nova imperatriz Marial Luiza da Áustria. Esta peça pertencia a um conjunto que continha também brincos, diadema e um pente	128
Figura 13.5 – Gemas representativas dos meses de aniversário (Cally Hall 2002)	129
Figura 13.6 - Etapas da verticalização de uma gema. A - Esmeralda bruta. B – Esmeralda lapidada. C – Anel confeccionado em ouro branco com diamantes incrustados	130
Figura 13.7 – Conjunto de prata (tiara, colar, brincos, anel e pulseira) com topázio azul, trabalho joalheiro artesanal, técnica filigrana, fabricado em Pirenópolis, Goiás, centro de joalheria situado a 140 km de Brasília	131
Figura 13.8 – Jóia classificada em 2º lugar no Prêmio IBGM de Design de Jóias de 2006 (IBGM 2007)	131
Figura 13.9 – Exemplo da moderna joalheria, um anel da De Beers denominado Champagne cocktail Fizz collection, exposto do site oficial desta empresa (De Beers 2009)	132

19. PROPOSTA

Figura 19.1 -As etapas de aproveitamento artesanal da opala de Pedro II. Fragmentos de opala sem nenhum jogo de cores, após colada numa rocha preta e recoberta por vidro comum passa a se constituir numa peça de alto valor	147
---	-----

Figura 19.2 -As etapas de aproveitamento artesanal de ametista. Um bloco de ametista de excelente qualidade, serrada de maneira correta e peças artesanais de baixa qualidade, gerando um produto de baixo valor agregado

150

20. PROJEÇÕES ATÉ 2028

Figura 20.1 – Gráfico de Previsão do Crescimento dos Valores de Exportação do Brasil de gemas coradas, 2008 a 2028

155

3. SIGLAS E ABREVIATURAS

ABRAGEM	- Associação Brasileira de Gemas e Jóias
AGTA	- American Gem Trade Association
AJORSUL	- Associação do Comércio de Jóias, Relógios e Óptica do Rio Grande Do Sul
AMB	- Anuário Mineral Brasileiro
ANA	- Agência Nacional das Águas
APEX	- Agência Brasileira de Promoção às Exportações
APL	- Arranjos Produtivos Locais
BASA	- Banco da Amazônia S.A.
BB	- Banco do Brasil
BNDES	- Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
BNB	- Banco do Nordeste do Brasil S.A.
CEF	- Caixa Econômica Federal
CFEM	- Compensação Financeira pela Exploração de Recurso Mineral
CETEC	- Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
CETEM	- Centro de Tecnologia Mineral
CNC	- Controle Numérico Computadorizado
CNI	- Confederação Nacional da Indústria
CNPq	- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
COOGAMAI	- Cooperativa dos Garimpeiros do Médio Alto Uruguai Ltda
COOPEDRAS	- Cooperativa de Pedras Preciosas e Semi-preciosas
COOPEGEMAS	- Cooperativa Regional Mineral
COOPERAGATA	- Cooperativa Dos Garimpeiros Salto Do Jacui
CPRM	- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DNPM	- Departamento Nacional de Produção Mineral
DTN / BH	- Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – Belo Horizonte
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPI	- Equipamento de Produção Individual
FECOMERCIO	- Federação do Comércio de Estado de São Paulo
FEPAM	- Fundação Estadual de Proteção Ambiental
FIERGS	- Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul
FINEP	- Financiadora de Estudos e Pesquisas
FNDCT	- Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FOB	- “Free on Board”
FUVATES	- Fundação Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social
GIA	- Gemological Institute of América
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGM	- Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos
IMA	- International Mineralogical Association
INMETRO	- Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IPEA	- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IUM	- Imposto Único Mineral
MDIC	- Ministério do Desenvolvimento de Indústria e Comércio

MMA	- Ministério do Meio Ambiente
MME	- Ministério das Minas e Energia
MTUR	- Ministério do Turismo
SCT	- Secretaria da Ciência e Tecnologia
SEBRAE	- Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEDAI	- Secretaria do Desenvolvimento e dos Assuntos Internacionais
SEMEC	- Secretaria Municipal da Educação e Cultura
SENAI	- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SICREDI	- Sistema de Crédito Cooperativo
SINDIJÓIAS/RS	- Sindicato das Indústrias de Joalheria e Lapidação de Pedras Preciosas do Nordeste Gaúcho
SIDIPEDRAS	- Sindicato da Indústria de Mineração de Pedra Britada do Estado de São Paulo
UCS	- Universidade de Caxias do Sul
UEMG	- Universidade Estadual de Minas Gerais
UFOP	- Universidade Federal de Ouro Preto
UFRGS	- Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNIVATES	- Unidade Integrada Vale do Taquari de Ensino Superior
UPS	- Universidade de São Paulo
USM	- Universidade São Marcos

CAPÍTULO 4

SUMÁRIO EXECUTIVO

As propostas desenvolvidas neste trabalho levaram em consideração os dados levantados no período entre 1972 a 2005, cuja fonte foi o Anuário Mineral Brasileiro (AMB) do Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM). Outros dados utilizados de igual relevância tiveram como fonte trabalhos realizados pelo Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM).

O foco do contexto desse trabalho partiu da necessidade da base da pirâmide (garimpos/pequenas empresas), com forte impacto na inclusão social, onde se propõe o fomento, desde educação direcionada até a comercialização do produto, com ênfase na verticalização dos minerais-gemas. A proposta abrange também novas tecnologias, laboratórios, atendimento diferenciado ao setor, incluindo também grandes empresas.

A frase de um determinado político brasileiro norteou este trabalho, cujo impacto gera onda em toda a cadeia produtiva:

Considero que não existe região pobre no Brasil, existem sim, regiões sem a presença do governo.

As propostas deste trabalho levam em considerações diversas outras propostas anteriores, as quais identificam gargalos que impedem o desenvolvimento da indústria brasileira de minerais-gemas. As propostas formuladas no Capítulo 18 procuram equacionar e resolver tais gargalos identificados, por meio de conjunto de ações governamentais em parceria com a iniciativa privada, cooperativas, universidades, etc.

Finalizando, são citados exemplos de sucesso que adotaram planos similares, bem como feita uma previsão/desafio para se chegar ao patamar de US\$ 1 Bilhão de exportação de pedras em bruto, lapidadas e artefatos de pedras em 2.028.

CAPÍTULO 5

INTRODUÇÃO

Este trabalho é fruto da iniciativa do Ministério de Minas e Energia (MME), via Projeto ESTAL, Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia, Banco Mundial e Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD); sendo o projeto “Estudos para Elaboração do Plano Duodecenal (2008–2028) de Geologia, Mineração e Transformação Mineral.”

A licitação para o desenvolvimento dos estudos foi vencida pela J. Mendo Consultoria Ltda. Tais estudos foram subdivididos em determinado número de produtos, sendo o Produto 30: Gemas, Relatório Técnico 56: Perfil de Gemas (diamante e gemas de cor) o tema que esta equipe de consultores foi incumbida de desenvolver.

Contudo, ao apreciar os aspectos globais das minerações, ficou patente que se trata de dois temas completamente diferentes e distintos em todas as cadeias de produção.

Assim sendo, após comunicar esta consideração aos coordenadores do projeto, foi definido que este relatório técnico seria mais adequadamente abordado e desenvolvido como de Gemas Coradas (termo mais utilizado na indústria) e a outra sobre Diamantes – Gemas e Diamantes Industriais. O presente relatório trata o tema de Gemas Coradas.

CAPÍTULO 6

HISTÓRICO – GEMAS NO BRASIL E NO MUNDO

Gemas fazem parte da história da humanidade há 7.000 anos, encantando o mundo com seu brilho, cores variadas e raridades, transformando-se muitas vezes em símbolos de poder e beleza. Sua história confunde-se com a da humanidade, incluindo, como se sabe, conflitos ao longo da história. O uso em jóias, por vezes fascinantes, gera trabalhos que despertam admiração pela perfeição e beleza de suas cores. Ametista, granada, jade, esmeralda, turquesa entre outras, foram as primeiras descritas pela história. Foram usadas como amuletos, talismãs, selos de documentos, símbolo de prestígio, proteção contra o mal, para agradar os santos, preservar a saúde, proteger contra venenos e trazer os marinheiros de volta para casa. Os supostos poderes das gemas por meio da litoterapia criaram ligações com a astrologia, sendo distribuídas de acordo com os signos do Zodíaco, criando assim pedras específicas para as datas de nascimentos. Ainda em nossos dias podemos ver gemas adornando tiaras, anéis, mitra do papa e bispos e imagens da igreja cristã (Schuman 1985).

A Figura 6.1 apresenta a máscara de ouro que protegia a múmia de Tutankhamon, rei egípcio da 18ª dinastia. Na parte superior da máscara, os olhos são feitos de obsidiana e quartzo, o colar grande é formado de filar ornamentadas de lápis-lazuli, quartzo, amazonita e contas de vidro ligadas a cada ombro. Possui ainda a cabeça de falcão de ouro ornamentada com obsidiana (Egyptian Museum 2009).

A Figura 6.2 apresenta o intendente Ebih-il, de Mari, médio Eufrates, encontrada no Templo de Ishtar, e idade de 2.400 a.C. Esta estatueta é talhada em alabastro e seus olhos, embutidos em betume, conservando até hoje o brilho conferido pela aplicação de lápis-lazuli em concha, seguindo perfeitamente o modelo dos olhos humanos (Musée du Louvre 2005).



Figura 6.1 – Máscara de ouro da múmia de Tutankhamon adornada de gemas (Egyptian Museum 2009).

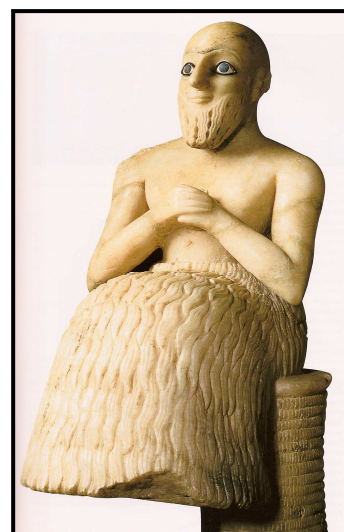


Figura 6.2 – Estatueta de Mari confeccionada em alabastro com lápis-lazuli (Louvre 2005).

Na Bíblia, Velho Testamento, livro Moisés II (Êxodos), Capítulo 28, versículo 17, temos, por exemplo, levantamento de minerais (pedras preciosas) conhecidos cerca de 3.500 anos atrás. No caso específico trata-se de minerais que fizeram parte da ornamentação dos sacerdotes supremos. As doze tribos de Israel eram representadas por doze pedras diferentes

cravadas no peitoral de Aarão, sumo pontífice dos sacerdotes dos judeus. O topázio trazia gravado o nome da tribo dos Siméons, enquanto a esmeralda representava a tribo de Issakar.

Os gregos e romanos consideravam as gemas “amuletos mágicos” que eram ofertadas como presentes, sendo que cada uma tinha um significado. Quem portasse o topázio adquiria horror a sangue e violência, sendo, portanto presenteado a todos aqueles que decidissem sobre guerras. Também o topázio era indicado para concentração mental, calmante para os nervos e para conter hemorragias (Gandini 1994).

Atualmente os valores místicos foram substituídos pelo valor financeiro. Como o ouro as gemas de alto valor tornaram-se como moeda forte e confiável. Carrega-se dentro do bolso uma fortuna.

O Brasil é um país privilegiado pela diversidade, beleza e quantidade de suas gemas de cor.

Em 1501 temos o primeiro registro a respeito de gemas, quando então foi enviada uma pequena frota para percorrer uma parte da costa brasileira com a finalidade de indagar sobre a ocorrência de metais preciosos e pedras raras, bem como procurar povos para se estabelecer comércio. Desta expedição participou Américo Vespúcio que era tido como conhecedor de comércio e minerais (Pinto M. S. 2000, Magalhães 1988, in Lins F. A. F. 2000)

A história da prospecção de gemas no Brasil registra-se ainda como fato histórico importante o nome de Fernão Dias Paes Leme, o qual em 1671 recebeu ordens do governador Afonso Furtado de Castro para penetrar no sertão em busca das esmeraldas da serra de Sabarabuçu.

A bandeira das esmeraldas partiu de São Paulo em 1674 quando Fernão Dias já estava com 66 anos. Faziam parte dela 600 homens - a maioria índios - seu genro Borba Gato e os filhos Garcia Rodrigues Paes e José Dias Paes (que conspirou contra o pai, e foi enforcado pelo mesmo, a título de exemplo). Durante sete anos, o bandeirante explorou o território das Minas Gerais a partir da cabeceira do rio das Velhas, seguindo rumo norte até a zona do Serro Frio, onde foi descoberto ouro logo depois pelos paulistas. Não descobriu a esmeralda, pois as pedras verdes que encontrou eram turmalinas como as anteriores. Mesmo assim Fernão Dias Paes Leme ficou conhecido como "o Caçador de Esmeraldas". Vitimado pela malária, morreu no arraial de Sumidouro, próximo a Sabará em Minas Gerais e seus ossos sepultados no Mosteiro de São Bento em São Paulo (Enciclopédia Britânica do Brasil 1987).

É importante salientar que a esmeralda brasileira durante muitos anos não era reconhecida no mercado internacional como esmeralda, gema fortemente ligada à Colômbia. Somente em 1963 o GIA emitiu certificado reconhecendo a autenticidade da esmeralda brasileira proveniente de Salininhas, Bahia, apresentado na Figura 6.3.

Segundo o IBGM (1993) o Brasil produzia mais de 1/3 de todas as gemas comercializadas no mundo, com exceção de safira e rubi. Ressalta-se que infelizmente a receita não acompanha a produção na mesma intensidade, pois nossas gemas, na grande maioria, são exportadas em estado bruto.



Figura 6.3 – Certificado GIA reconhecendo a esmeralda brasileira de Salininhas.

José Bonifácio de Andrada e Silva (1763 - 1838), geólogo e naturalista brasileiro (pai da independência do Brasil) foi um dos precursores na pesquisa de gemas no Brasil. A turmalina negra nomeada por ele como Afrisita em homenagem a seu escravo negro de nome Afrísio foi posteriormente modificado pelo IMA para Schorlita.

Entre aqueles que contribuíram para o desenvolvimento da gemologia brasileira destaca-se Claude Henri Gorceix, mineralogista e fundador da Escola de Minas de Ouro Preto em 1876, durante o reinado de D. Pedro II. Também merece destaque um dos grandes mineralogistas brasileiros, Djalma Guimarães, Professor da Escola de Minas da UFOP, assim como o Engenheiro Octávio Barbosa, formado na UFOP e professor da Politécnica de São Paulo e posteriormente símbolo da CPRM.

No comércio internacional, o setor de gemas com qualidades para utilização em joalheria e aquele destinado a museus e colecionadores aficcionados ao hobby constituem a maior fonte de divisas para o setor gemológico brasileiro.

A Figura 6.4 apresenta o Mapa Gemológico do Brasil, disponibilizado no *site* do IBGM, mostrando a localização de ocorrências gemológicas no Brasil, por estado.

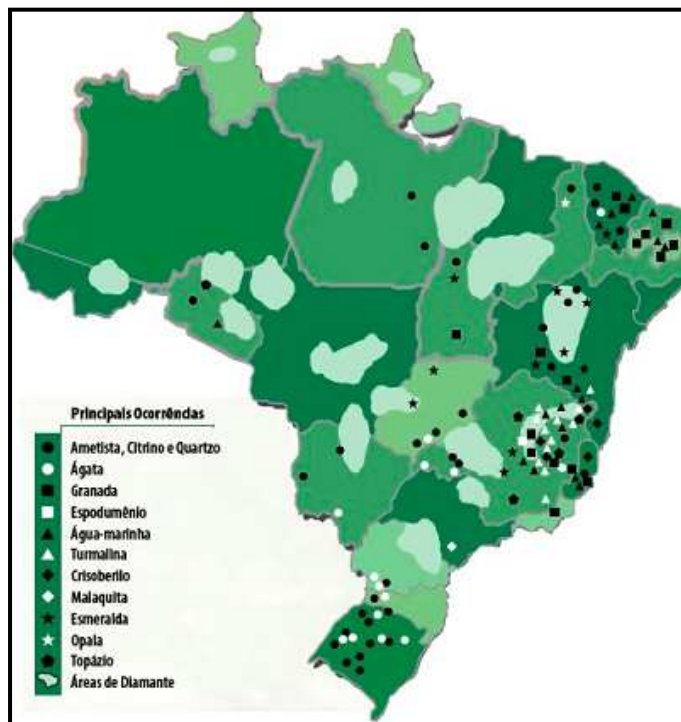


Figura 6.4 – Mapa Gemológico do Brasil (IBGM 2009).

Daremos a seguir uma breve descrição das gemas mais importantes, que se destacam no leque de exportação desta indústria extrativa, onde o Brasil ocupa lugar de destaque. Uma descrição mais detalhada será dada no Capítulo 8.

Turmalina da Paraíba – Trata-se de uma variedade de turmalina. O nome deve-se ao fato de que foi descoberta em 1989 no distrito de São José da Batalha, interior da Paraíba. Seu tom azul neon, cujas características são únicas no mundo é o mais apreciado. No início dos anos 80 o mineiro Heitor Dimas Barbosa decidiu garimpar na região de São José da Batalha, Paraíba, onde com licença do governo federal garimpou durante sete anos. Em 1989 achou um punhado de turmalinas, estranhou a cor e mandou para análise no *Gemological Institute of America* (GIA), o laboratório gemológico mais respeitado do mundo.

A resposta veio rápida e precisa: eram pedras únicas no planeta. O GIA ficou tão impressionado que publicou uma reportagem de nove páginas em sua revista, tornando assim a Turmalina Paraíba conhecida no meio gemológico e despertando com isso o interesse por esta gema brasileira rara e de beleza impar. O preço do grama na ocasião pulou de 60 para 20.000 dólares. Em função da cor e raridade a Turmalina Paraíba é uma das gemas mais caras do mundo: 1 quilate (0,2 grama) custa em média 30.000 dólares, chegando em alguns casos a mais de US\$ 100.000,00.

O auge da produção da mina Batalha se deu entre 1990 e 1992. Desde então a produção da gema caiu progressivamente, sendo que nos últimos dez anos a mina não produz uma pedra sequer. Enquanto a mina da Batalha entrava em declínio, turmalinas desse tipo foram achadas em três outros locais: duas minas no Rio Grande do Norte, uma em Moçambique e outra na Nigéria. Estas novas ocorrências despertaram no meio gemológico a discussão se tais gemas também poderiam ser nomeadas como Turmalina Paraíba. Especialistas do setor entendem que não – as gemas da Batalha têm um azul neon incomparavelmente raro e intenso. Entretanto, sob o ponto de vista dos elementos que as compõem, brasileiras e africanas são iguais. A Figura 6.5 apresenta um broche da Chanel,

peça única, nomeada de Camélia Paraíba, em formato de camélia, flor símbolo da famosa grife.

Na peça, (Fig. 6.5) a gema principal não é diamante que ostenta, mas sim uma raríssima turmalina azul da Paraíba, pesando 37,5 ct cravada no centro da jóia (Revista VEJA edição 2086, 12/11/2008).



Figura 6.5 – Turmalina Paraíba cor azul neon (Veja 2008).

Alexandrita – Em 1833 o explorador sueco Nils Nordenskiöld descobriu nos Montes Urais (Rússia) uma variedade de crisoberilo que apresentava uma mudança de cor muito acentuada, a qual foi batizada como alexandrita, em homenagem ao Czar Alexandre II. (Gübelin & Schmetzer 1982). Após mais de cem anos de exploração, as jazidas russas praticamente se exauriram.

O efeito alexandrita se manifesta pela mudança de cor conforme o tipo de iluminação, passando de verde intenso sob luz do sol para violeta ou vermelho framboesa sob luz incandescente (White et al. 1967), conforme ilustrado na Figura 6.6.

Na década de 1970 o Brasil começou a produzir esta gema na Bahia, Espírito Santo e principalmente em Minas Gerais. Em 1986 foi descoberta uma mina de grande potencial em Hematita, município de Antônio Dias, tornando o Brasil o maior produtor mundial da gema (Branco 2009).

A alexandrita é explorada principalmente nas regiões de Itabira-Nova Era e Malacacheta-Setubinha, Minas Gerais e em pequenas ocorrências no Espírito Santo e Bahia (Cassedanne & Baptista 1984, Pinto & Pedrosa-Soares 2001). A descoberta de alexandrita em Malacacheta ocorreu em 1975 após a identificação de pequenas pedras verdes contidas no barro trazido do Córrego do Fogo e logo depois nos ribeirões Soturno e Setubinha.

Em 1985 foi descoberto um cristal de alexandrita pesando 14,6 g no Ribeirão Soturno, que depois de lapidado gerou um cabochão de 18,5 ct, considerado uma das mais raras e finas alexandritas olho-de-gato do mundo. A partir de 1987, a produção diminuiu muito (Basílio et al).

A maior Alexandrita lapidada (65 ct) que se tem notícia foi encontrada no Sri Lanka, achando-se atualmente no Museu de História Natural de Washington.



Figura 6.6 – Efeito de cores de uma Alexandrita exposta à iluminação do sol e luz incandescente

Topázio Imperial – A designação imperial deve-se ao fato de que as primeiras ocorrências dessa gema foram descobertas na Rússia, tendo seu final de exploração durante o período Czarista. No Brasil o topázio imperial, apresentado na Figura 6.7, com qualidade gemológica destinado à joalheria, ocorre em Ouro Preto, região centro-sudeste do estado de Minas Gerais. Cabe resaltar que as ocorrências não ultrapassam os limites do município. A região constitui a única fornecedora em escala comercial desta gema rara e excepcional, abastecendo joalherias de todo o mundo. A gema ocorre também no Paquistão, contudo sem expressão econômica.



Figura 6.7 – Topázio Imperial de Ouro Preto. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

Esmeralda – Esta variedade do grupo do berilo (Figura 6.8), é encontrado nas regiões de Itabira e Nova Era em Minas Gerais, Campos Verdes e Santa Terezinha em Tocantins e nas regiões de Carnaíba e Socotó na Bahia. Em Itabira destacam-se a Mina Belmont que funciona desde 1979 e a Mina da Rocha (atual Canaã), em 2004, ambas na região de Itabira. Atualmente, essa mineração está paralisada, em função de invasão de garimpeiros. Em Nova Era a Mina Capoeirana iniciou a extração em 1988.



Figura 6.8 – Esmeralda brasileira de Campos Verde. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

Água Marinha – O Brasil produz excelentes águas-marinhas (Figura 6.9), variedade do grupo do berilo. A região de Teófilo Otoni em Minas Gerais, regiões de Coronel Murta, Itarana e Pancas no Espírito Santo, Tenente Ananias no Rio Grande do Norte e Equador (Paraíba) são grande produtores de água-marinha de azul intenso e de excelente qualidade gemológica. Também o Ceará e Bahia são produtores.

A maior água-marinha com qualidades gemológicas para lapidação foi encontrada em Marambaia, Minas Gerais, pesando 110,5 kg e com medidas de 48,5 cm de comprimento x 42 cm de diâmetro (Schuman W. 1985).

Várias águas-marinhas encontradas no Brasil são famosas, como, por exemplo, Marta Rocha achada em 1955 com peso de 33,9 kg, Lúcia encontrada no mesmo ano com 61 kg, e a Cachacinha com 65 kg.



Figura 6.9 – Água-marinha. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

Ametista e citrino – Estas variedades do grupo do quartzo são encontrados nas regiões de Iraí e Lajeado no Rio Grande do Sul, em Minas Gerais, Bahia, Goiás e Pará onde são famosas as ametistas da região de Pau D’Arco, cuja exploração encontra-se paralizada.

Considera-se a ametista, apresentada na Figura 6.10, como amuleto para dar sorte e estabilidade, bem como proteção contra a embriaguês, feitiços e nostalgia. São encontradas usualmente em geodos, onde predominam pontas de cristais de cor intensa, os quais são martelados para lapidação posterior.

A grande maioria de citrino, mostrado na Figura 6.11, disponível no mercado, deriva da ametista submetida a tratamento térmico. O citrino, por vezes é vendido como topázio, acarretando sérios problemas para o comércio desta gema.



Figura 6.10 – Ametista.
Fotografias: Silva Filho A. F. 2009.



Figura 6.11 – Citrino.

Topázio - Encontrado nos estados de Minas Gerais, região de Marambaia, Bahia, Ceará, Espírito Santo e Rondônia na região de Ariquemes.

O brilho e as cores celestiais da variedade azul de topázio (Figura 6.12) colocam esta gema como a mais popular e acessível do mercado nas últimas décadas. Com as tecnologias disponíveis de tratamento radioativo e térmico no mercado, diversos tons de azul, azul celeste, suíço, cobalto, podem ser conseguidos através do topázio incolor.



Figura 6.12 – Topázio Azul. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

Turmalina – A grande variedade de cores da turmalina, cerca de quarenta, são encontradas na região de Araçuaí no Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais, Tocantins e Bahia. Entre as mais importantes temos a rubelita (vermelha) (Figura 6.13), indicolita (azul), verdelita ou simplesmente turmalina (verde), schorlita, (negra), turmalina bicolor (mais de uma cor na mesma gema) e olho de gato, a qual apresenta o fenômeno de acatassolamento causado por inclusões de cristais adventícios. No caso do olho de gato, o Brasil é o maior produtor desta gema muito apreciada pelos *designers* devido a seu espectro de cores que estimula o senso de criatividade.



Figura 6.13 – Turmalina vermelha (rubelita). Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

Opala - A opala, pedra preciosa conhecida por produzir lampejos das sete cores do arco-íris, tem suas maiores jazidas nos municípios piauienses de Pedro II (opala nobre) e Buriti dos Montes (opala de fogo), únicas no território brasileiro. São exploradas há mais de 60 anos.

Para os romanos, a opala era símbolo de pureza e esperança. Já os árabes acreditavam que essas pedras de brilho discreto caíam do céu nos flashes dos relâmpagos, adquirindo assim sua coloração. Na época medieval, a pedra era usada contra doenças nos olhos.

A Figura 6.14 mostra as variedades de opala nobre e opala de fogo, ambas do Piauí.

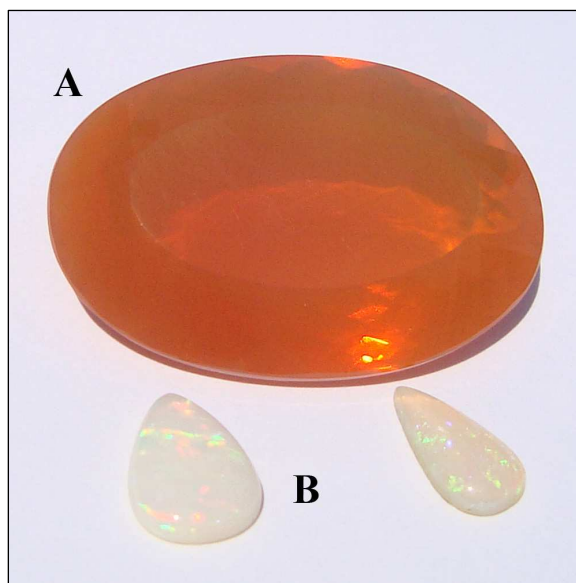


Figura 6.14 – Opalas da região Pedro II, Piauí. **A** – Opala de fogo de Buritis dos Montes. **B** – Opala nobre de Pedro II. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

O hobby de se colecionar minerais é uma atividade que tem milhões de adeptos no mundo e que, somado à atividade científica de centenas de museus mineralógicos, movimentam várias dezenas de milhões de dólares por ano. Tais atividades incentivam a descoberta e preservação dessas verdadeiras obras-primas da natureza. Além disso, permitem a geração de renda e empregos em muitas regiões carentes do Brasil e do mundo.

Uma das amostras de maior valor unitário até hoje conhecida é um agregado de dois mega-cristais em “v” de elbaíta vermelha (rubelita) sobre matriz de albita, lepidolita e quartzo, produzida em Conselheiro Pena (MG). Esta peça denominada Joanhinha com forma magnífica e peso de 320 kg, foi vendida em 1980 a um colecionador particular norte-americano por US\$ 1,5 milhões. Estima-se seu preço atual na ordem de US\$ 5 milhões. Juntamente com ela foram encontradas outras três amostras únicas de grande raridade e valor financeiro no mercado: Foguete (130 kg), Tarugo (80 kg) e Flor-de-Lis (60 kg). O conjunto da peça Foguete mostrado na Figura 6.15 foi avaliado em torno de US\$3.000.000.

O principal problema relacionado com tais coleções consiste na baixa liquidez que apresentam, bem como na enorme dificuldade em se fazer uma avaliação segura das mesmas. O valor de amostra deste tipo é aquele que alguém se dispõe a pagar efetivamente.

Nossos poucos museus de mineralogia não contam com recursos financeiros para adquirir amostras representativas, permitindo que praticamente toda a produção das melhores amostras seja destinada ao exterior, representando a perda de um patrimônio científico de grande importância, infelizmente não reconhecida (Menezes & Chaves 2009).

A Figura 6.15 apresenta a turmalina (rubelita) Foguete encontrada na Lavra do Jonas em Conselheiro Pena, Minas Gerais, no ano de 1979. Foi reproduzida em cartão-postal pelo seu descobridor, o garimpeiro já falecido Ailton Barbosa (detalhe da peça à esquerda)(Menezes & Chaves 2009).



Figura 6.15 – Turmalina vermelha Foguete e detalhe com seu descobridor.

O Museu de Mineralogia da UFOP –Museu Prof. Claude Henri Gorceix, localizado em Ouro Preto, Minas Gerais, é considerado um dos melhores do mundo, sendo referência internacional no setor gemológico.

No Brasil são realizados dois eventos sobre gemas de grande interesse no calendário internacional gemológico em Soledade, Rio Grande do Sul, no início de maio e em Teófilo Otoni, Minas Gerais no início de agosto.

No setor internacional, a feira de *Tucson, Tucson Gem Fair - Jewelry and Gem Show, Arizona, USA*, é o evento gemológico mais importante, reunindo anualmente profissionais do mundo inteiro.

CAPÍTULO 7

O SETOR DE GEMOLÓGICO BRASILEIRO – ANÁLISE E DADOS

Os elos da cadeia produtiva do setor de gemas de cor e jóias no Brasil abrangem a extração mineral, indústria de lapidação, artefatos de pedras, indústria joalheira, bijuteria, matérias primas, e máquinas e equipamentos usados na produção. Neste trabalho o foco maior refere-se à exportação mineral, lapidação, artefatos de pedras e indústria joalheira.

O Brasil é conhecido pela diversidade e grande número de ocorrências de pedras preciosas. Constitui o único produtor mundial de topázio imperial, o segundo produtor de esmeralda e até recentemente também o único produtor de turmalina Paraíba. Com exceção de diamante, rubi e safira o país é responsável por cerca de 1/3 da produção mundial de gemas (Fonte: IBGM).

Ao longo dos anos os diversos segmentos da cadeia produtiva não contam de modo geral com suporte de crédito. A ampliação da capacidade instalada, principalmente para atender o mercado externo, necessita dispor de mecanismos de financiamento para as necessidades de capital fixo e de giro. Embora o setor seja historicamente considerado como

grande gerador de divisas, somente nos últimos anos passou-se a promover sistematicamente os produtos com maior valor agregado. De acordo com o Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM) a implementação desta política só foi possível com a criação do Programa Setorial Integrado de Apoio às Exportações de Gema e Jóias desenvolvidas pelo IBGM em conjunto com a APEX – Brasil.

Os dados sobre gemas de cor usados neste trabalho para os anos de 1972 e 2005 foram extraídos do Anuário Mineral Brasileiro. Determinados dados, como por exemplo, valores referentes à exportação e importação de gemas posteriores ao ano de 2005 foram obtidos de estatísticas compiladas pelo IBGM.

Os itens pesquisados no Anuário Mineral Brasileiro são listados na tabela abaixo e os gráficos mostrados ao longo do texto. A indisponibilidade em alguns casos, bem como a inconsistência de valores e sistematização de unidades usadas não permitiram o uso ou construção de gráficos coerentes de todos os itens pesquisados.

Ausências e incoerências de dados nos obrigaram mesmo nos itens desenvolvidos a usar somente determinados intervalos dentro do período levantado entre os anos de 1972 e 2005. A partir da década de 90 nota-se maior consistência nos dados, provavelmente com a introdução do processamento digital.

As Tabelas completas, abrangendo os dados disponíveis para os anos 1971/1972 a 2000/2005 estão apresentadas no Capítulo 23, Anexos.

Número Tabela/Figura/Gráfico	Assunto
1	Reservas
2	Quantidade e Valor da Produção Mineral
3	Exportação Beneficiados
4	Exportação Bens Primários
5	Importação Beneficiados
6	Importação Bens Primários
7	Investimentos Realizados em Áreas de Concessões de Lavra
8	Investimentos Previstos em Áreas de Concessões de Lavra
9	Arrecadação do Imposto único Mineral (IUM)
10	Arrecadação da Compensação Financeira Exploração de Recursos M (CFEM)
11	Total de Alvarás de Autorização de Pesquisa Aprovados
12	Total de Relatórios de Pesquisa Aprovados
13	Total de Concessões de Lavra Existentes
14	Manifestos de Minas
15	Mão de Obra Nível Superior na Mineração de Minas
16	Mão de Obra Nível Superior nas Usinas
17	Mão de Obra Outros nas Usinas
18	Mão de Obra Outros nas Minas
19	Mão de Obra nas Minas / Usinas

Tabela 7.1 – Reservas.

Ano	1.996	1.997	1.998	1.999	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005
Reserva de minério medida (kg)	1.297.285	2.508.739	3.842.820	4.025.477	3.472.115	370.877	41.394	506.159	2.299.605	2.351.453
Reserva de minério indicada (kg)	813.533	1.647.385	2.309.697	2.309.697	2.113.618	134.556	20.699	129.316	3.342.197	3.444.050
Reserva de minério inferida (kg)	1.034.450	2.030.093	2.142.376	2.142.377	1.802.270	295.675	96.745	388.806	390.890	1.720.696

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.1)

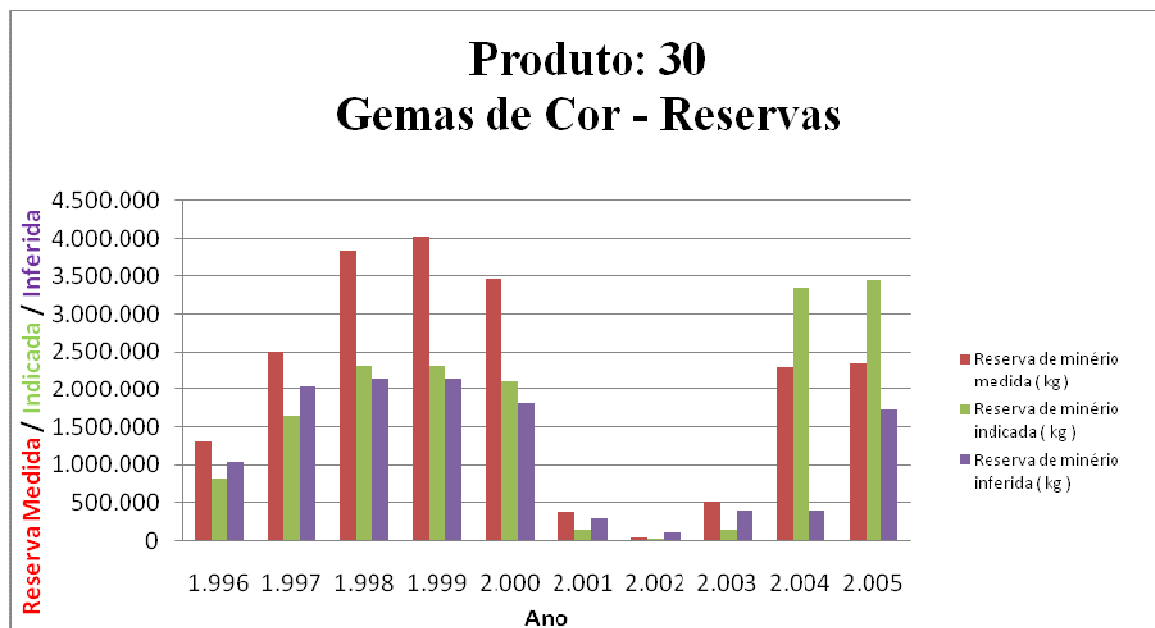


Figura 7.1 – Gráfico de reservas Gemas de Cor.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Na análise dos dados referentes às reservas medidas, indicadas e inferidas parte-se do pressuposto que os parâmetros utilizados nos cálculos das reservas foram os mesmos ao longo do período.

O gráfico da Figura 7.1 mostra incrementos nas reservas entre 1996 e 1999, respectivamente com valores nas reservas medidas (mais corretas) de 1.297.285 kg para 4.025.477 kg. O valor de 3.472.115 kg observado em 2000 cai abruptamente para 41.394 kg em 2002, voltando a subir entre 2003 (506.159kg) e 2005 onde atinge 2.351.453 kg.

Os valores baixos nas reservas entre os anos de 2001 e 2003 não correspondem a incrementos na quantidade da produção no mesmo período (Figura 7.2).

Tabela 7.2 - Quantidade e Valor da Produção Mineral

Ano	1.994	1.995	1.996	1.997	1.998	1.999	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005
Qde Produzida Benef. / Lap. (1.000 kg)	6.018	8.179	10.005	8.347	9.642	13.594	17.567	51	635	1.424	604	96
Valor (R\$ 1.000)	13.359	22.329	27.314	32.968	72.745	158.228	195.520	61.932	19.654	15.422	17.295	27.468

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.2)



Figura 7.2 – Gráfico - Quantidade e Valor da Produção Mineral.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

A maioria da produção de pedras preciosas no Brasil é realizada por garimpeiros e/ou pequenas empresas de mineração. Apesar da deficiência de dados, calcula-se em torno de 2.000 empresas de lapidação, joalherias, artefatos de pedras e folheados de metais preciosos atuantes no mercado, concentrados principalmente em São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Bahia. A grande produção brasileira de gemas de cor é proveniente principalmente do estado de Minas Gerais, seguido do Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás, Pará e Tocantins.

A lapidação em si, bem como a fabricação de obras e artefatos de pedras, é desenvolvida por pequenas empresas consideradas em grande parte como de “fundo de quintal.” São poucas as indústrias capazes de garantir qualidade, prazos e tipos diferenciados de lapidação.

No período analisado (Figura 7.2) nota-se aumento moderado na quantidade da produção (gemas beneficiadas) e crescimento alto no valor FOB entre os anos de 1994 (produção 6.018 t; valor FOB R\$13.359 Mi) e 2000 (produção 17.567 t; valor FOB R\$195.520 Mi), decrescendo o valor FOB a partir deste ano até o ano 2004 (valor FOB R\$17.295,00). Em 2005 nota-se recuperação atingindo R\$27.468,00.

Como se espera o pico da produção e valor FOB observado no ano de 2000 corresponde a pico na exportação de gema beneficiada.

Tabela 7.3 – Exportação Beneficiados.

Ano	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Beneficiados Quant	2.381	2.347	1.872	4.662	5.058	5.776	5.129	4.700	3.968	4.888	5.811	5.450	7.364	7.834	9.383	10.072
Beneficiados Valor US\$ 1.000)	41.238	36.902	25.628	39.016	51.260	70.925	71.675	55.636	38.611	60.729	76.644	70.736	67.804	54.874	74.198	73.279

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.3)

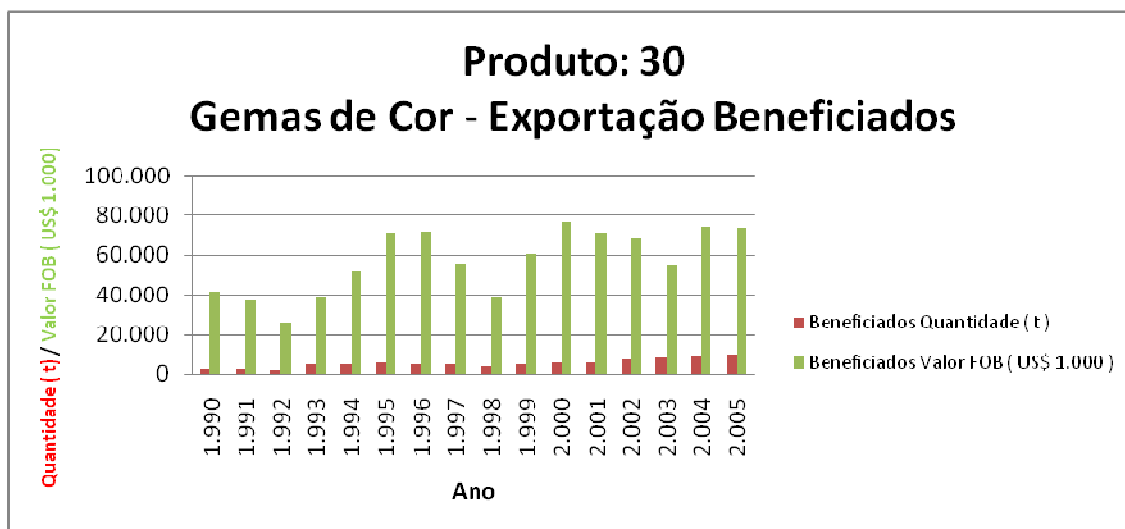


Figura 7.3 –Exportação Beneficiados.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Tabela 7.4 – Exportação Bens Primários.

Ano	1.990	1.991	1.992	1.993	1.994	1.995	1.996	1.997	1.998	1.999	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005
Bens Primários Qde (t)	45	102	140	615	441	551	594	284	236	393	372	530	1.325	1.853	1.328	906
Bens Primários Valor FOB (US\$ 1.000)	37	199	205	501	218	293	354	208	168	251	5.558	5.190	833	1.078	1.135	1.269

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.3)

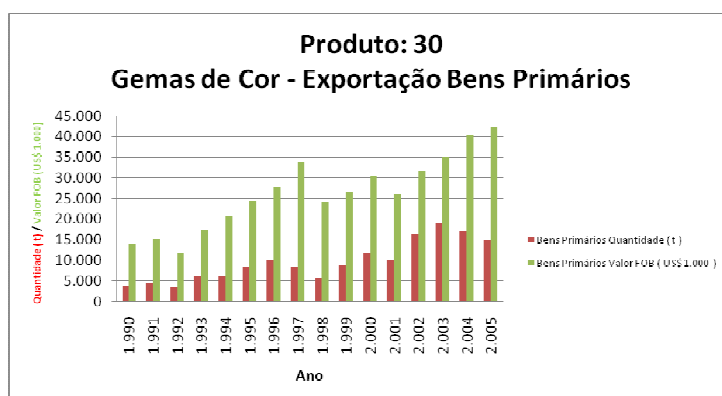


Figura 7.4 – Gráfico - Exportação Bens Primários.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Estima-se que aproximadamente 80% da produção brasileira de pedra bruta e lapidada, incluindo peças de coleção, sejam exportadas. As exportações de pedra bruta destinam-se principalmente para Hong Kong, Índia, China, EUA, Alemanha, Tailândia, Formosa, Japão e Itália, enquanto as pedras lapidadas vão para EUA, Taiwan, Hong Kong, Japão, Tailândia, Alemanha, China e Índia.

Conforme mencionado acima, nota-se na Figura 7.3 pico do valor FOB (US\$76.644 Mi) no ano 2000 correspondente aos picos da quantidade e valor FOB no mesmo ano referente à produção mineral. Com ligeiras quedas em determinados anos, a exportação de produtos beneficiados sobe gradativamente entre 1990 (2.381 t) e 2005 (10.072 t), onde o valor FOB atinge US\$73.279 Mi. De acordo com dados levantados pelo IBGM os valores

FOB correspondente aos anos de 2006 e 2007 são respectivamente de US\$92.778 Mi e US\$102.808 Mi.

Quanto à exportação de bens primários (Figura 7.4) apesar de flutuações na quantidade exportada entre os anos de 1990 e 2005 notam-se dois picos significativos no valor FOB das exportações correspondentes aos anos de 1997 com US\$33.782 Mi e 2005 chegando a US\$42.380 Mi.

Tabela 7.5 – Importação Beneficiados.

Ano	1.991	1.992	1.993	1.994	1.995	1.996	1.997	1.998	1.999	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005
Beneficiados Quantidade (t)	6	8	18	32	49	36	70	63	144	204	84	102	63	85	169
Beneficiados Valor FOB (US\$ 1.000)	262	187	286	344	658	582	976	492	994	1.729	1.597	1.449	1.517	1.983	2.890

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.4)

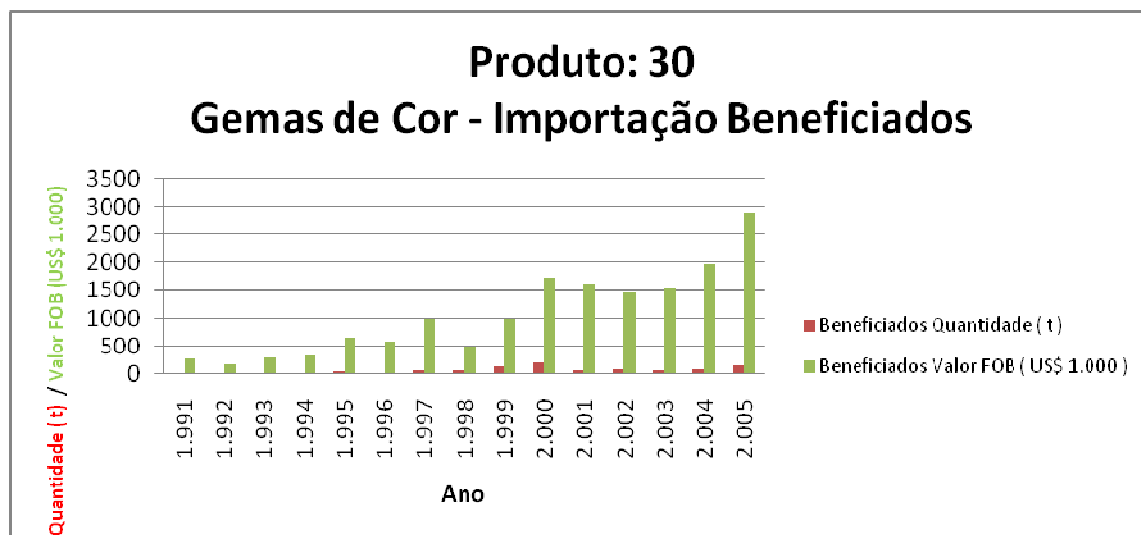


Figura 7.5 – Gráfico - Importação Beneficiados.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Tabela 7.6 – Importação Bens Primários.

Ano	1.990	1.991	1.992	1.993	1.994	1.995	1.996	1.997	1.998	1.999	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005
Bens Primários Quantidade (t)	45	102	140	615	441	551	594	284	236	393	372	530	1.325	1.853	1.328	906
Bens Primários Valor FOB (US\$ 1.000)	37	199	205	501	218	293	354	208	168	251	5.558	5.190	833	1.078	1.135	1.269

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.4)

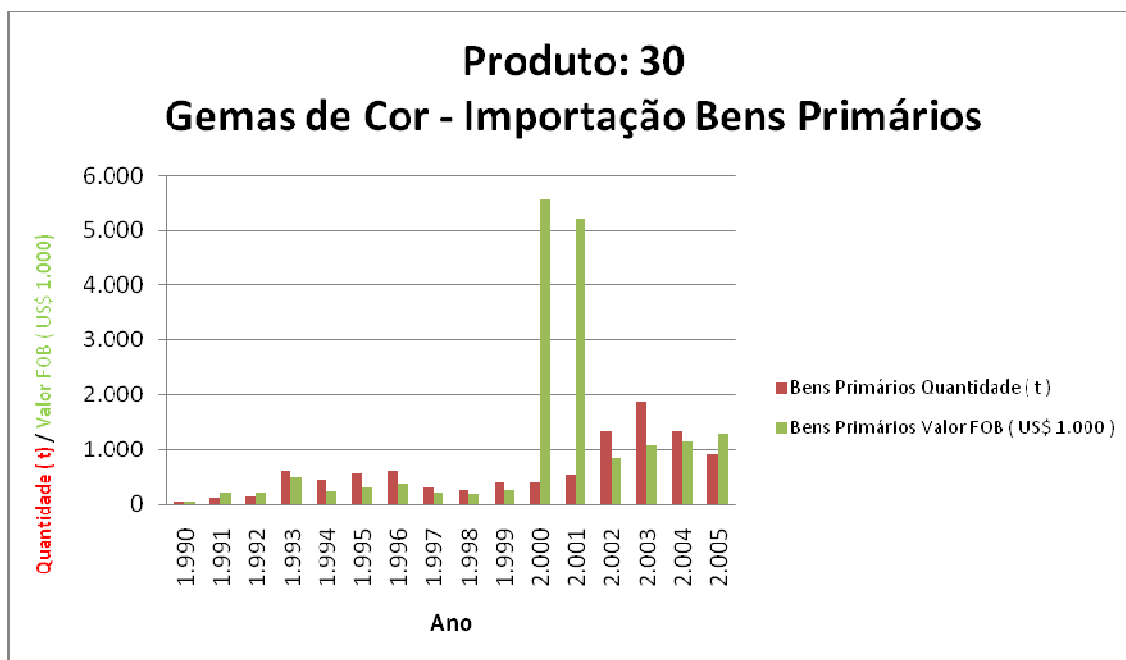


Figura 7.6 – Gráfico - Importação Bens Primários.

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Apesar da grande produção interna brasileira, existe escassez com relação à ocorrência de determinadas pedras ao longo do tempo. Muitas vezes o mercado internacional de gemas exige que países fortemente exportadores como o Brasil disponham de pedras em bruto oriundas de outras minas ou países para atender a demanda da indústria joalheira internacional e consequentemente a lapidação nacional.

Em termos de importação de beneficiados (Figura 7.5) temos no geral aumento gradativo na quantidade e valor FOB entre 1991 e 2005 quando a importação atinge 169 t e valor FOB de US\$2.890 Mi.

Quanto à importação de bens primários (Figura 7.6) nota-se dois picos importantes nos anos 2000 e 2001, provavelmente relacionados à forte demanda da lapidação nacional referente a determinadas pedras em bruto encontradas em outros países.

Tabela 7.7 – Investimentos Realizados em Áreas de Concessões de Lavra.

Ano	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005
Realizados nas Minas / Nas Minas (R\$)	1.584.764	2.490.248	3.236.095	2.245.844	6.364.461
Realizados nas Usinas / Nas Usinas (R\$)	497.504	486.307	373.142	810.866	445.534

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.5)

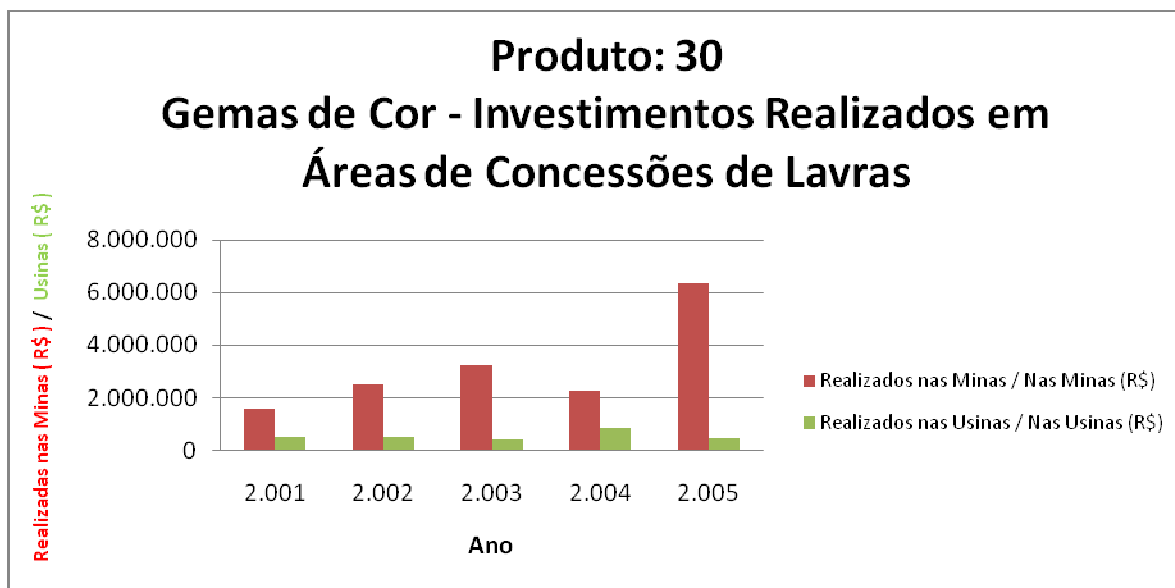


Figura 7.7 – Gráfico - Investimentos Realizados em Áreas de Concessões de Lavra.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Tabela 7.8 – Investimentos Previstos em Áreas de Concessões de Lavra.

Ano	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005
Previstos nas Minas (R\$)	8.452.532	9.609.553	10.207.766	7.221.907	17.095.696
Previstos nas Usinas (R\$)	1.424.000	1.533.100	2.700.400	1.486.000	1.367.000

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.5)

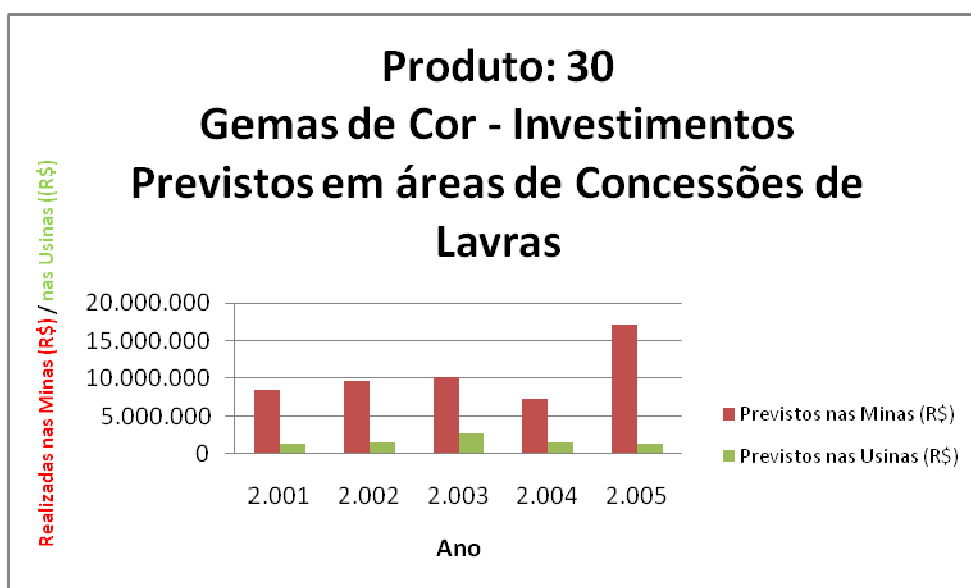


Figura 7.8 – Gráfico - Investimentos Previstos em Áreas de Concessões de Lavra.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

No período consistente analisado entre os anos de 2001 e 2005 tem-se, com exceção do ano 2004, aumento constante de investimentos realizados nas minas, saindo de R\$1.584.764,00 (2001) para R\$6.364.461,00 em 2005. Quanto aos valores investidos nas usinas percebe-se manutenção entre 2001 e 2003, atingindo pico em 2004 com R\$810.866,00. Em 2005 volta-se ao patamar observado nos anos de 2001, 2002 e 2003 ou valores entre R\$370.142,00 e R\$500.000,00 (Figura 7.7).

No caso de investimentos previstos em áreas de concessões de lavra os valores são sempre superiores aos investimentos realizados (Figura 7.8). Investimentos previstos nas minas oscilam entre R\$7.000.000,00 e R\$10.000.000,00 nos anos de 2001, 2002, 2003 e 2004, atingindo o patamar de R\$17.000.000,00 em 2005. No que se referem aos investimentos previstos nas usinas os valores oscilam em torno de R\$1.400 Mi ao longo do período analisado, atingindo R\$2.700 Mi em 2003.

Tabela 7.9 – Arrecadação do Imposto único Mineral (IUM).

Ano	1.978	1.979	1.980	1.981	1.982	1.983	1.984	1.985	1.986	1.987
Valor IUM (Cr\$ 1.000)	7.889	88.942	13.941	10.260	4.027	160	621	1.374	5.585	10.107

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.6)

Tabela 7.10 – Arrecadação da Compensação Financeira Exploração de Recursos Minerais (CFEM).

Ano	1.996	1.997	1.998	1.999	2.000	2.001	2.002	2.003	2.004	2.005
Valor CFEM (R\$ 1.000)	9	2.332	29	52	66	406	56	632	825	110

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.12)

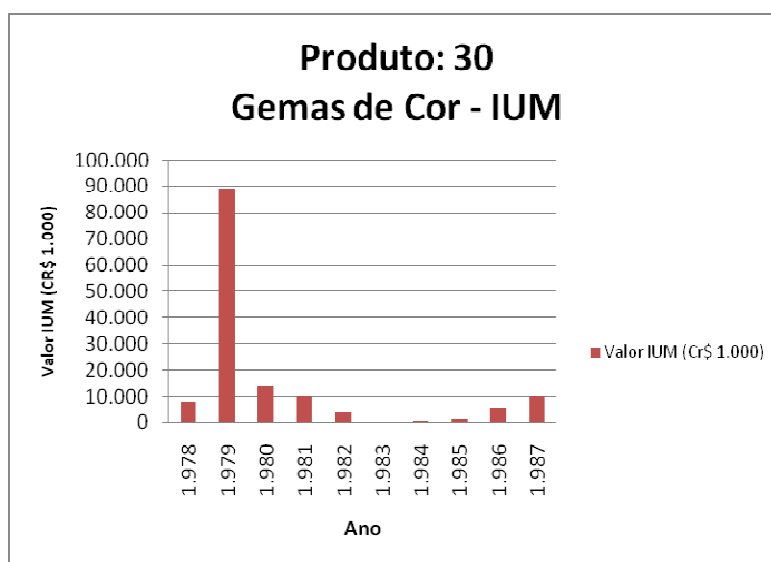


Figura 7.9 – Gráfico - IUM.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

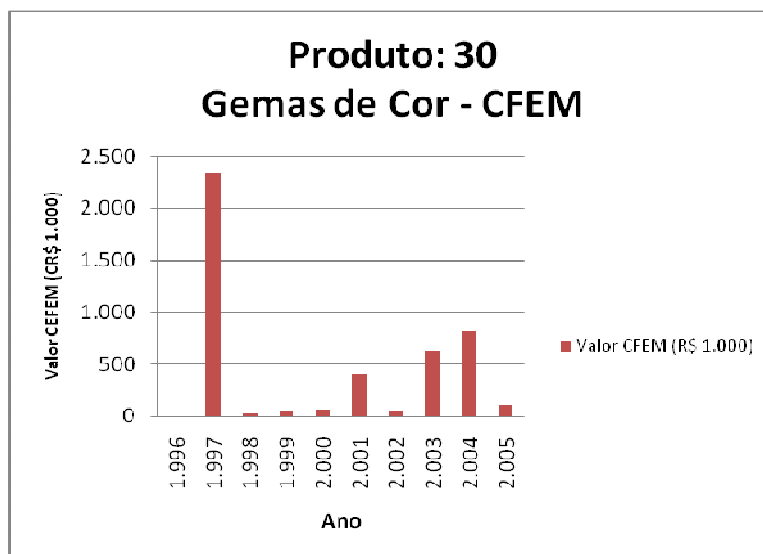


Figura 7.10 – Gráfico - CFEM.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

No período analisado entre os anos de 1978 e 1987 o imposto arrecadado era o Imposto Único sobre Minerais (IUM), substituído posteriormente pelo imposto Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). No caso do CFEM (Figura 7.10) temos pico em 1997 com arrecadação de R\$2.332.441,00, onde de acordo com os dados levantados no Anuário o estado de Goiás contribuiu com R\$2.276.490,99, valor considerado inconsistente.

Tabela 7.11 – Total de Alvarás de Autorização de Pesquisa Aprovados.

Ano	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Total Alv. Aut. Outorgados	43	110	62	34	101	79	45	85	171	80	103	105	320	269

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.8)

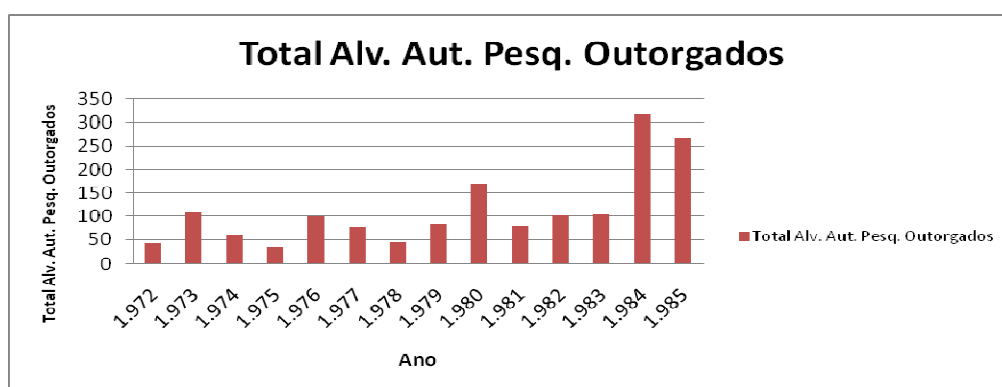


Figura 7.11 – Gráfico de Total de Alvarás de Autorização de Pesquisa Aprovados.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Tabela 7.12 – Total de Relatórios de Pesquisa Aprovados.

Ano	1.975	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2.000
Total Relatórios Pesquisa Aprovados	1	3	13		2	1					7	3	3	14	12	5	5	4	4	5		6		5	7	1

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.7)

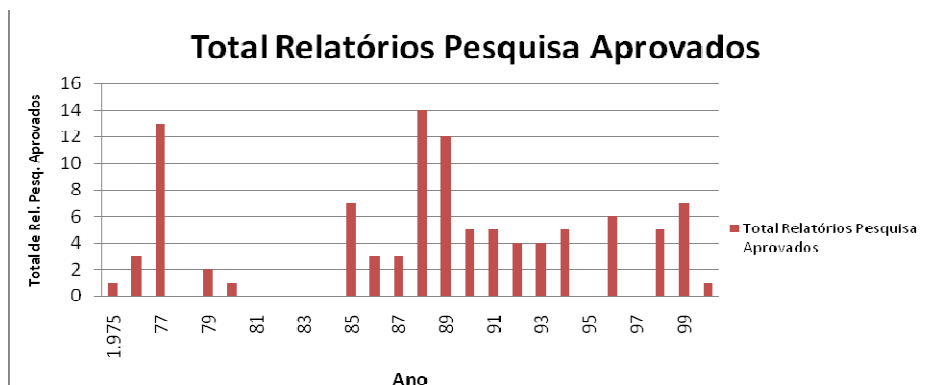


Figura 7.12 – Gráfico do Total de Relatórios de Pesquisa Aprovados.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Tabela 7.13 – Total de Concessões de Lavra Existentes.

Ano	1.980	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2.000
Total Concessões de Lavra Existentes	51	48	54	56	45	77	70	45	49	81	43	39	45	41	43	44	38	38	13	33	40

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.10)

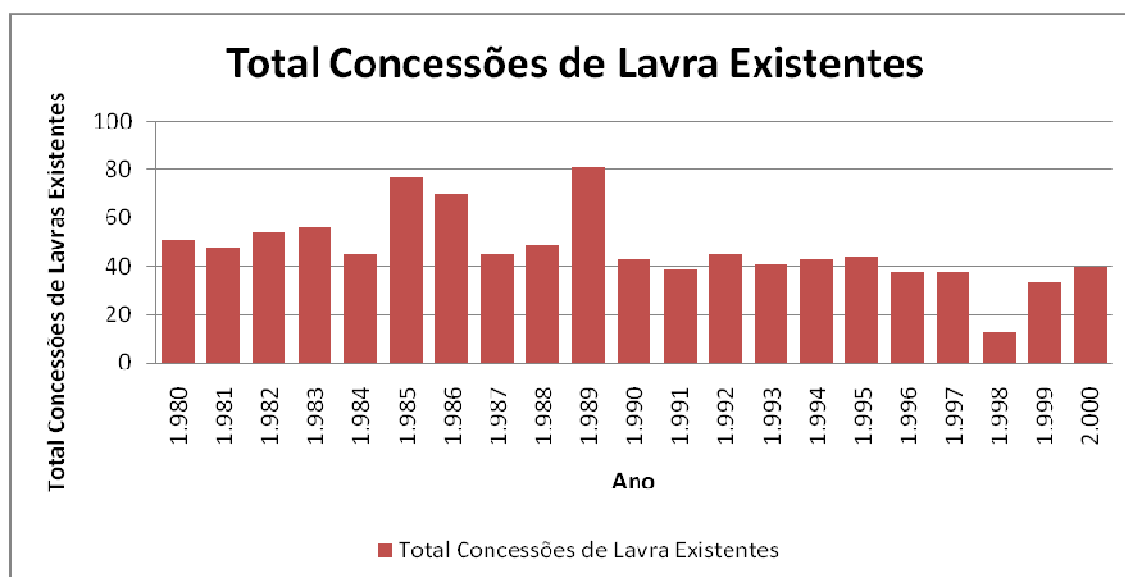


Figura 7.13 – Total de Concessões de Lavra Existentes.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Tabela 7.14 – Manifestos de Minas.

Ano	1.972	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2.000
Manifestos de Minas	24	23	23	23	17	19	18	28	16	17	17	14	16	34	24	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Manifestos de Minas	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	24	34	16	14	17	17	16	28	18	19	17	23	23	23	24

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Anexo 23.9)



Figura 7.14 – Gráfico - Manifestos de Minas.

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Os estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás englobam 60% do total de Alvarás de Autorização de Pesquisa Outorgados (1.224) entre os anos de 1972 e 1985, período de dados disponível no Anuário. Os picos observados nos anos de 1984 e 1985, respectivamente com 320 e 269 alvarás outorgados (Figura 7.11) correspondem provavelmente aos picos de 14 e 12 Relatórios de Pesquisa Aprovados relativos aos anos de 1988 e 1989 conforme se nota na Figura 7.2. Da mesma forma, o pico de 81 Concessões de Lavras (Figura 7.13) correspondente ao ano de 1989 deve-se pelo menos em parte ao grande número de autorização de pesquisa concedido nos anos de 1984 e 1985.

Manifesto de Mina (Figura 7.14) foi criado no século XIX e extinto em 1934. Picos como nos anos de 1979, 1985 e 1986 só se explica por reclamações de empresas detentoras de Manifesto de Mina que se achavam perdidos e foram redescoberto pelo Departamento Nacional da Produção Mineral.

Tabela 7.15 - Mão de Obra Nível Superior na Mineração de Minas.

Ano	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Eng. Minas	8	7	9	7	13	7	7	6	16	25	43	26	30
Geólogos	4	3	4	3	6	3	7	8	8	12	12	10	22
Outros	2	1	2	2	5	2	4	10	6	7	10	9	9

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.11)

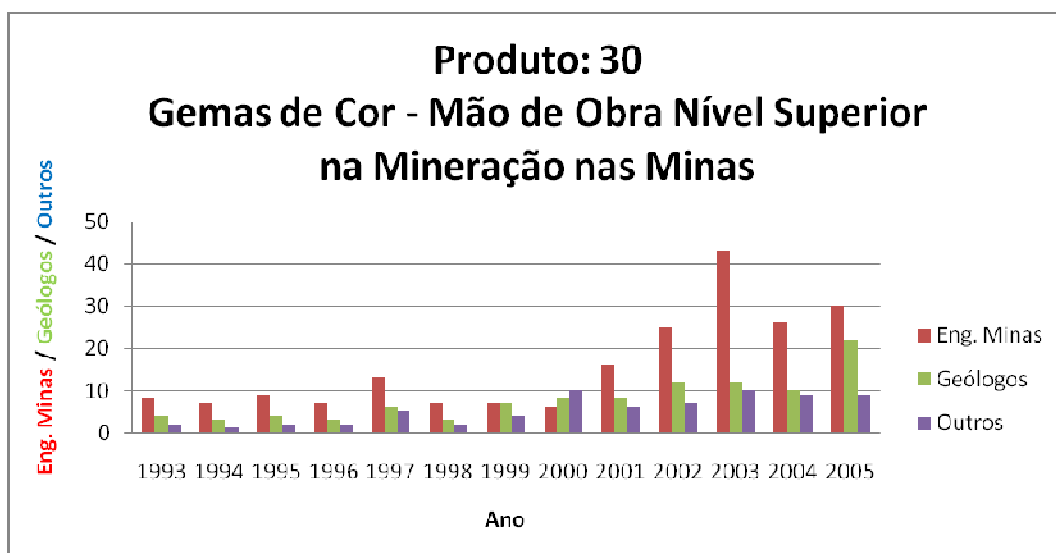


Figura 7.15 – Gráfico - Mão de Obra Nível Superior na Mineração de Minas.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Tabela 7.16 - Mão de Obra Nível Superior nas Usinas.

Ano	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Eng. Minas			1				2	2	5	6	6	9	7
Geólogos							1						
Outros	1						1	2	5			2	5

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.11)

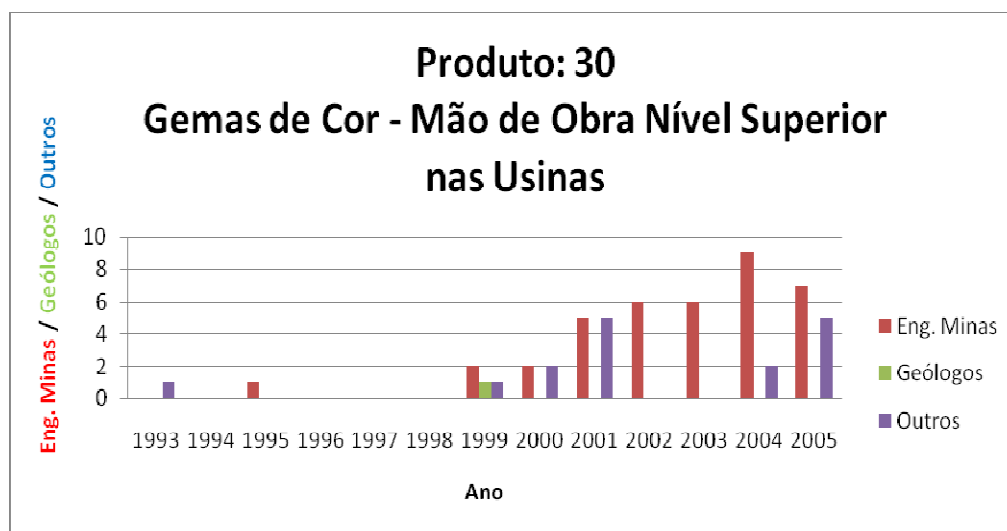


Figura 7.16 – Gráfico - Mão de Obra Nível Superior nas Usinas.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Tabela 7.17 – Mão de Obra Outros nas Usinas.

Ano	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Téc. Nível Médio	2	2	2		4	2	2	4	6	2	3	22	6
Operacionais	56	64	89	49	94	66	102	82	299	167	143	163	215
Administrativos	3	7	9	5	10		3	8	22	12	31	22	29

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.11)

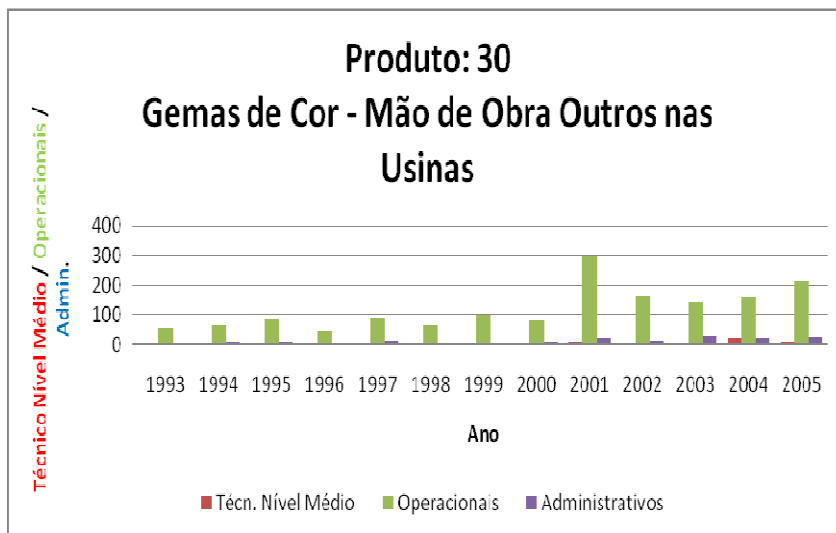


Figura 7.17 – Gráfico - Mão de Obra Outros nas Usinas.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Tabela 7.18 – Mão de Obra Outros nas Minas.

Ano	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Téc. Nível Médio	6	3	5	9	11	5	154	14	7	6	5	6	21
Operacionais	317	212	225	167	337	219	374	238	325	350	364	435	2394
Administrativos	38	33	30	31	51	34	41	28	49	56	56	60	74

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.11)

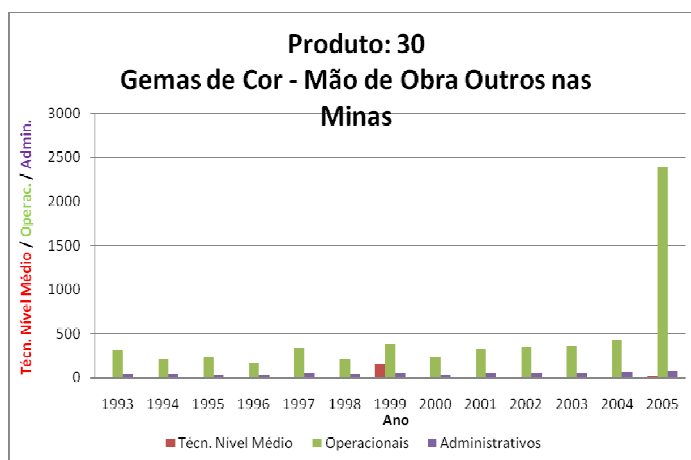


Figura 7.18 – Gráfico Mão de Obra Outros nas Minas.
Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Tabela 7.19 – Total Geral Mão de Obra nas Minas / Usinas.

Ano	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Total Pessoal nas Minas	375	259	275	219	423	270	587	304	411	456	490	546	2550
Total Pessoal nas Usinas	62	73	101	54	108	68	111	98	337	187	183	218	262
Total Geral Minas/Usinas	437	332	376	273	531	338	698	402	748	643	673	764	2812

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro. (Parte do Anexo 23.11)

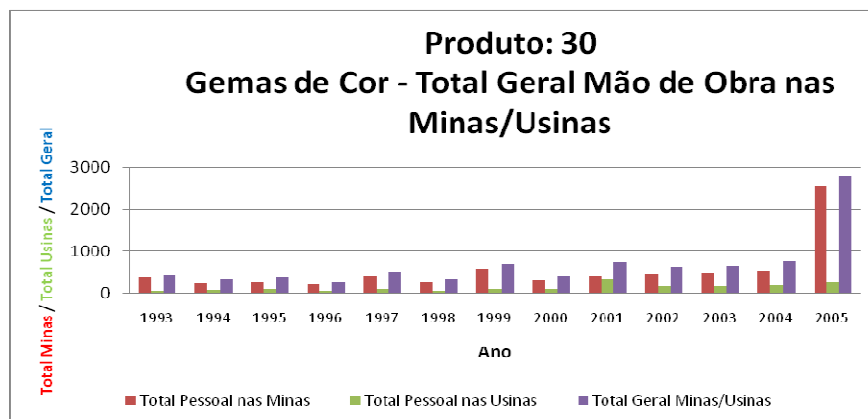


Figura 7.19 – Gráfico - Mão de Obra nas Minas / Usinas.

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

De modo geral, os dados do conjunto de gráficos relativos à mão de obra na exploração de gemas de cor são compatíveis. Na mão de obra de nível superior contratada para trabalhar nas Minas (Figura 7.15) entre 1999 e 2005, nota-se, de maneira relativa, aumento principalmente de engenheiro de minas sobre o de geólogo e outras categorias. Contudo, neste setor que envolve pesquisa geológica, o número de geólogos dobrou em 2005, em relação a 2004.

No setor de Usinas (Figura 7.16) também nota-se aumento nas contratações entre 1999 e 2005, com predominância absoluta, como se esperava, de engenheiro de minas sobre geólogo e outras categorias. Entre 1993 e 2005, somente um geólogo foi contratado para trabalhar neste setor.

No que se refere à mão de obra relativa a técnicos de nível médio, operacionais e administrativos, observa-se também neste período, aumento gradativo, com algumas elevações e baixas em determinados casos, de operacionais no setor de Usinas (Figura 7.17).

No setor de Minas (Figura 7.18) a contratação de mão de obra operacional manteve o patamar de 200 a 440 contratações entre 1993 e 2004, atingindo 2.394 em 2005.

Conforme se observa na Tabela 7.19, o maior número de empregados nas minas e usinas ocorreu em 2005, alcançando um total geral de 2.812 empregados, segundo o AMB/DNPM. Contudo, segundo estimativas do SEBRAE (2007), o Setor de Gemas e Jóias ocupa 500.000 postos de trabalho. Podemos concluir daí que os dados oficiais representam menos de 5% do setor como um todo e não podemos inferir e muito menos projetar algo baseado em dados que não possuam base/referências oficiais e sustentáveis.

Fonte dos dados:

Anuário Mineral Brasileiro – Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)
Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM).

As Tabelas completas, abrangendo os dados disponíveis para os anos 1971/1972 a 2000/2005 estão apresentadas no Capítulo 23, Anexos.

CAPÍTULO 8

O SETOR DE PRODUÇÃO DE MINERAIS-GEMAS E DE
ARTESANATO MINERAL NO BRASIL

Para a obtenção da gema e/ou do artesanato mineral, faz-se necessário a existência de um perfeito conhecimento dos recursos minerais e suas reservas, além de uma estrutura de mineração organizada.

É bem conhecido que no Brasil é encontrada uma das maiores províncias gemológicas do mundo. Nos Estados de Minas Gerais e Bahia condições geológicas permitiram a formação da Província Pegmatítica Oriental, uma das maiores do mundo e onde é encontrada uma grande variedade de minerais-gemas, de onde são retiradas as gemas coradas. A Província Pegmatítica Nordestina, nos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará é outra grande produtora de gemas coradas. Próximo à cidade de São Paulo ocorre a Província Pegmatítica Meridional, que não apresenta interesse para o setor gemológico, uma vez que produz mineral de interesse na indústria cerâmica, vidreira e outras. A Figura 8.1 apresenta essa 03 (três) províncias pegmatíticas.

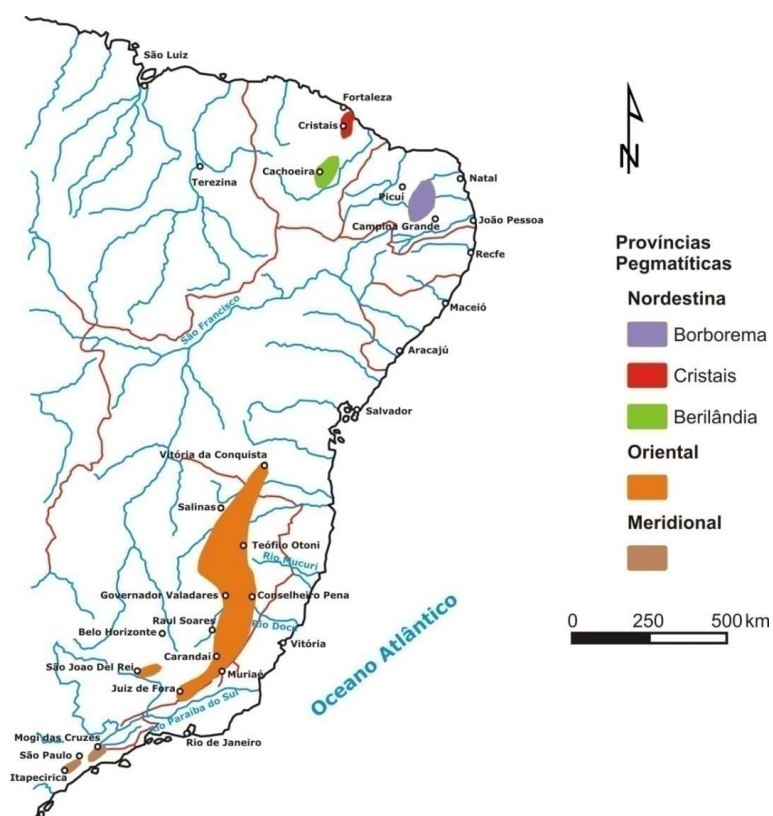


Figura 8.1 - As províncias pegmatíticas brasileiras.

A de maior interesse na produção de gemas coradas é, sem dúvida, a Província Pegmatítica Oriental. Como mostra a Figura 8.2, essa província tem seu limite sul próximo à cidade de Juiz de Fora, o norte vizinho de Vitória da Conquista (Bahia), passando pelas imediações de Itabira, Santa Maria do Suaçui e Araçuaí (Minas Gerais), Pancas (Espírito Santo) e Medeiros Neto (Bahia). Nela são encontradas esmeralda, alexandrita, crisoberilo, olho-de-gato, turmalina da Paraíba, rubelita, verdelita, indicolita, água-marinha, morganita, kunzita, hiddenita, brazilianita, topázio, quartzo hialino para irradiação e várias outras.

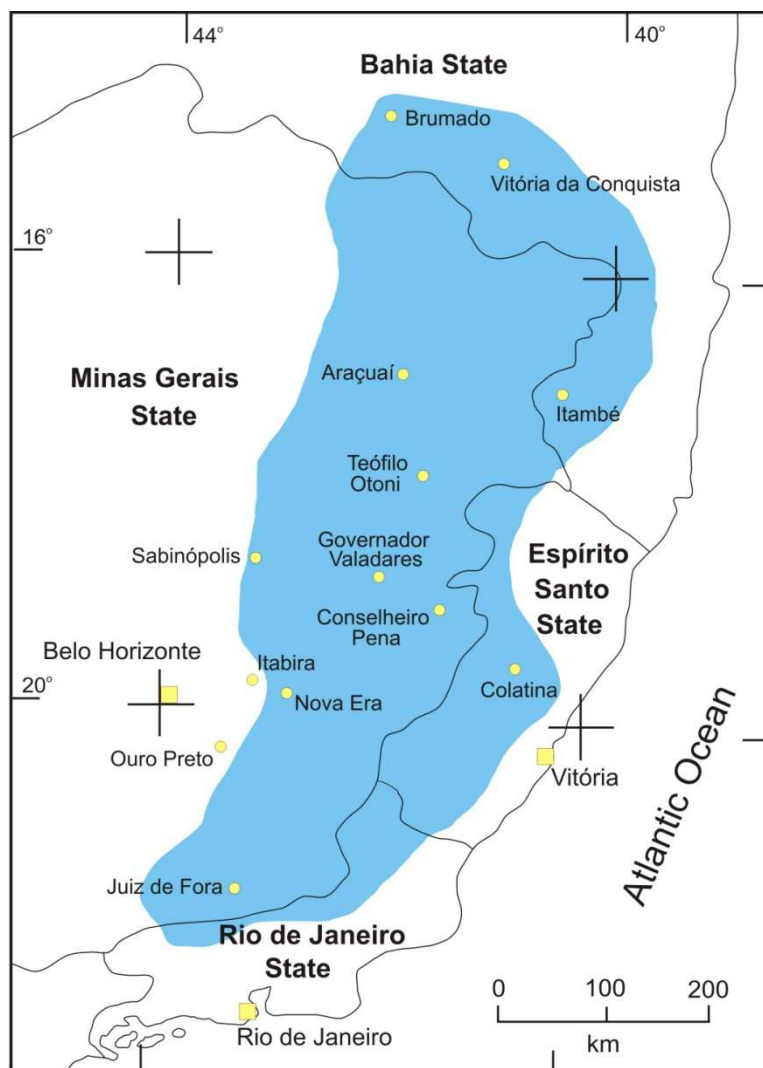


Figura 8.2 - A Província Pegmatítica Oriental.

A Província Pegmatítica Nordestina não é contínua, sendo caracterizada por três (03) regiões menores nomeadas de Borborema (nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte), Cristais (Estado do Ceará) e Berilândia (no sul do Estado do Ceará). Dessas três, a mais importante é a de Borborema, produtora da famosa turmalina da Paraíba, localizada na Vila de São José da Batalha.

Além dos corpos pegmatíticos, outros minerais-gemas de grande importância são retirados em outros ambientes geológicos e seus litotipos. Entre eles podem ser citados:

I- a esmeralda de Campos Verdes, em Goiás, associada a metaultramáficas e sem fonte conhecida de berílio (impossibilitando sua associação a corpos pegmatíticos);

II- o topázio imperial de Ouro Preto, associado a rochas carbonatadas do Supergrupo Minas do Quadrilátero Ferrífero;

III - a opala nobre de Pedro II e a de fogo de Buritis dos Montes, ambas retiradas dos sedimentos da Bacia do Maranhão no Estado do Piauí;

IV - a maior produção mundial de geodos de ametista e de outras variedades criptocristalinas do quartzo, associadas aos derrames basálticos do sul do Brasil. Essa produção ocorre principalmente na região de Soledade, Lajeado e Ametista do Sul, no Estado do Rio Grande do Sul;

V - a andaluzita de Santa Teresa e Itaguaçu, no Espírito Santo, retirada de aluviões próximas a rochas metamórficas;

VI - outras de menor importância que poderiam ser citadas são: a granada de São Valério (Tocantins), a safira do sul de Goiás, a dumortierita de Oliveira dos Brejinhos e a sodalita da região de Itabuna (Bahia), a cordierita de Padre Paraíso (Minas Gerais), os veios hidrotermais de quartzo da Serra do Espinhaço (atualmente de grande importância para irradiação gama) e outras.

Quanto ao segmento de artesanato, inúmeros minerais podem produzir peças de excelente qualidade e de grande valor. Um exemplo seria uma rocha dessilicificada portadora de rubi sem característica de mineral-gema, explotada no Estado da Bahia e que produz artesanato de alto valor comercial. A Figura 8.3 ilustra uma peça representando um Buda, esculpida com esse mineral encaixado na rocha.



Figura 8.3 - Artesanato representando a figura de Buda esculpido em rocha com grande quantidade de rubi.

Outro aspecto a ser considerados na exploração de minerais pegmatíticos é a presença de minerais industriais de grande valor para a indústria e amostras de coleções de grande interesse para museus e colecionadores mundo afora. Entre esses minerais industriais, alguns dos mais importantes são o feldspato e o quartzo para irradiação. O Brasil é o terceiro produtor mundial na indústria cerâmica e o feldspato é o produto básico para esse segmento. Com o advento da indústria de porcelanato, a utilização de feldspato foi, no mínimo, duplicada. Um garimpeiro de minerais-gemas vai perseguindo seu sonho de *bamburrar* enquanto tira cerca de 1 tonelada de feldspato potássico (pedra-louça) e 200 a 300 kg de albita por dia, o que o ajuda a garantir sua subsistência durante o período de seca nessas regiões semi-áridas e pobres do Brasil. A tonelada de pedra-louça é vendida por R\$100,00 enquanto a de albita fica em torno de R\$150,00.

O garimpeiro chama o núcleo de quartzo dos pegmatitos de *emburrado*. A própria etimologia da palavra já informa que quando o garimpeiro encontra o núcleo de quartzo, terá problema, pois até cerca de cinco anos atrás esse mineral não tinha valor algum. Foi quando surgiu o advento da irradiação gama em quartzo e novas gemas como o *green gold*, *beer*, *whisky* e *champagne*, surgiram. Os núcleos de quartzo passaram a ter valor e hoje constituem uma nova fonte de renda para os mineradores dessas regiões.

Quanto a amostras de coleção, é fato que a grande maioria das melhores espécimes de todos os museus do mundo são produzidas nas províncias pegmatíticas brasileiras. O garimpeiro perfura o corpo pegmatítico, tirando o feldspato, sonhando com o caldeirão de gemas e ainda procurando uma boa amostra de coleção. Citando apenas um exemplo, na última Feira Internacional de Pedras Preciosas de Teófilo Otoni, realizada no mês de agosto de 2009, uma amostra de vários minerais, entre eles belas turmalinas, estava sendo oferecida por US\$48,000.00 (quarenta e oito mil dólares). A Figura 8.4 mostra a fotografia desse raro espécime que, seguramente, será vendido para algum grande museu ou colecionador. Num país onde se imagina que mais de 3.000.000 de pessoas, direta e indiretamente, tem a sua subsistência garantida em trabalho garimpeiro, a presença do Estado é fundamental para fomentar esse segmento.



Figura 8.4 - Amostra de vários minerais, entre eles belas turmalinas exibidas na última Feira Internacional de Pedras Preciosas de Teófilo Otoni, realizada em agosto de 2009.

No Brasil, em geral, esses minerais de interesse gemológico e artesanal são encontrados em áreas semi-áridas e conseqüentemente muito pobres. A presença destes minerais é de fundamental importância sócio-econômica, inclusive para a própria sobrevivência das pessoas nessas regiões.

É nesse contexto que será elaborado esse capítulo sobre gemas coradas, tendo sempre em mente que não existem áreas pobres, e sim áreas onde o estado está ausente. Como o estado se tornar presente em regiões como essas, onde existem recursos de grande valor econômico, mas faz-se necessário ensinar as pessoas a desenvolver a potencialidade de observar o que nossa *mãe natureza* nos presenteou, seria exemplificado neste trabalho. Quanto a minerais-gemas, já existe um potencial mínimo, pois basta observar a hialinidade de um cristal para avaliar a possibilidade de se tirar uma gema ou pedra preciosa. Na área da produção de minerais pegmatíticos, é provável que para cada quilo de mineral-gema produzido seja descartada uma tonelada de minerais que poderiam ser utilizados no segmento artesanal. Portanto, existe um volume imenso de material esperando seu aproveitamento. É aí

onde entram os órgãos governamentais, propiciando a formação de recurso humano com conhecimento necessário para visualizar e viabilizar esse recurso já descartado.

A seguir serão apresentados alguns exemplos de gemas coradas e de minerais-gemas como de origem pegmatítica e, separadamente, aquelas que ocorrem em ambientes específicos, como a opala do Piauí, o topázio da região de Ouro Preto e a andaluzita do Espírito Santo.

8.1 - MINERAIS-GEMAS DE ORIGEM PEGMATÍTICA

Como já foi visto, os pegmatitos são as maiores fontes de gemas coradas no Brasil. Entre os minerais-gemas de origem pegmatítica encontram-se a esmeralda de Minas Gerais e da Bahia; outras variedades do berilo como a água-marinha, morganita e heliodoro, de Minas Gerais, Bahia, do Espírito Santo e do nordeste brasileiro; as variedades de turmalina (turmalina da Paraíba, rubelita, indicolita ou indigolita, verdelita, afrizita e outras) encontradas nas Províncias Pegmatíticas Oriental e Nordestina; a alexandrita de Antonio Dias (Minas Gerais); a kunzita e hiddenita da região de Galiléia (Minas Gerais) e o crisoberilo e o olho-de-gato de Padre Paraíso (Minas Gerais) e da região de Vitória da Conquista (Bahia).

8.1.1 - ESMERALDA

A descoberta de esmeralda em 1538, já em exploração pelos indígenas na costa oeste da América Latina, despertou a procura desse mineral-gema por todo o continente. Esse mineral, somado aos metais preciosos, tornou a coroa espanhola uma das mais poderosas do mundo, enquanto a América Portuguesa produzia apenas pau-brasil e cana de açúcar. Este contexto fez com que, no início do século XVII, Portugal comesse a financiar as *bandeiras* e as classes mais abastadas do Brasil custeassem as *entradas*. Ambas tinham como finalidade a descoberta de pedras e metais preciosos. Uma das maiores e mais famosas *bandeiras* foi a viagem feita por Fernão Dias Paes Leme em 1674, cuja obsessão pela busca da esmeralda terminou com sua morte febril, possivelmente nas margens da lagoa do Vapabuçu (Minas Gerais), onde encontrou-se convencido de tê-las encontrado, enquanto se tratava apenas de turmalinas verdes. Esta região é hoje uma grande produtora de turmalinas de várias cores (César-Mendes 1989).

Todo este quadro começou a mudar em 1698 com a descoberta de imensas jazidas de ouro em Vila Rica (atual Ouro Preto). Com o ouro de Minas Gerais, aconteceu a ocupação do interior do Brasil e grandes jazidas de diamantes foram encontradas. Só então as gemas coradas começam a participar do cenário econômico português. Apesar dessa grande procura, nunca foi encontrada esmeralda no período do Brasil Colônia.

Somente no século XX, a partir da década de 60, aconteceram descobertas casuais de esmeralda. A primeira jazida foi encontrada em 1963, em Salininhas (Bahia), ainda explorada até os dias de hoje, com pequena produção. Depois dela vieram Carnaíba (Bahia), em 1964; Belmont (Itabira - Minas Gerais), em 1978; Santa Terezinha de Goiás - atualmente Campos Verdes - em 1981; Socotó (Bahia), em 1983, Capoeirana (Minas Gerais), em 1988 (César-Mendes 1989).

Três novas jazidas consolidaram a posição do Brasil como um grande produtor de esmeralda. A jazida de Monte Santo, no Estado do Tocantins, descoberta em fevereiro de 1997, a da Fazenda da Piteira em 2000 e a Mina da Rocha (atual Canaã) em 2004, ambas na região de Itabira (Figura 8.5).

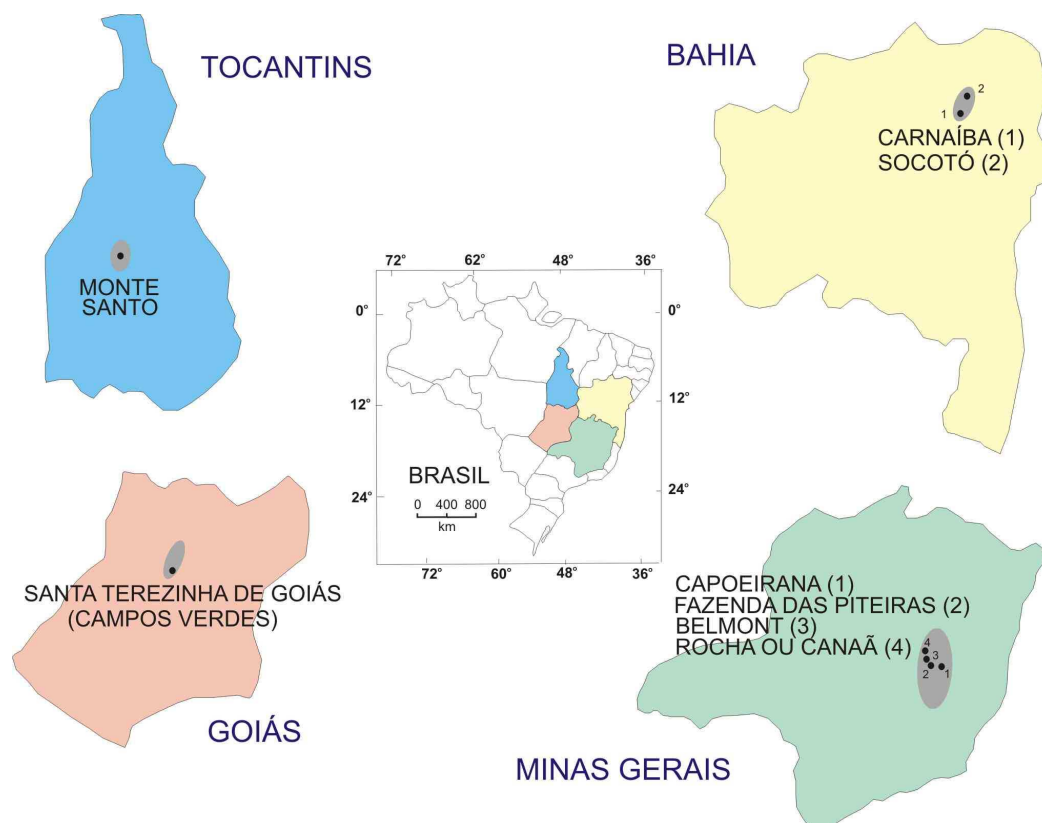


Figura 8.5 - Localização das jazidas e principais ocorrências de esmeralda no Brasil

No Brasil, os terrenos proterozóicos e arqueanos cortados por pegmatitos apresentam grande potencialidade para o surgimento de novos depósitos (César-Mendes & Gandini 2000). Em 2001, Albuquerque, no Estado do Rio Grande do Norte, surge como uma nova possibilidade de grande jazida de esmeralda no Brasil. Diferente do modelo de mineralização colombiano, a maioria das jazidas brasileiras é formada pela interação entre corpos pegmatíticos, portadores de berílio, e seqüências ultramáficas do tipo *greenstone belt* ou vulcano-sedimentar que sofreram metamorfismo, transformando-se em flogopita xisto ou *flogopititos*. Neste processo metassomático, a esmeralda se forma como porfiroblasto dentro da metaulttramáfica. As jazidas brasileiras apresentam as condições básicas requeridas para a formação de esmeralda no tipo clássico, com pegmatitos cortando rochas metaulttramáficas. Em Santa Terezinha de Goiás (Campos Verdes) e Monte Santo não são observados pegmatitos, mas existem corpos graníticos próximos às minas.

No Estado de **Minas Gerais**, as mineralizações de esmeralda concentram-se numa região que constitui o Cinturão Esmeraldífero (Souza *et al.* 1992), que se estende desde o norte de Rio Casca, passando por Itabira e Nova Era, até o sul de Guanhães. Dentro deste cinturão encontram-se as Minas Belmont, Piteira e Canaã e o Garimpo da Capoeirana (Nova Era). Todas estão situadas na borda sudeste do Cráton São Francisco (César-Mendes *et al.* 1997). As jazidas de esmeralda deste cinturão estão localizadas na porção centro-sudeste de Minas Geral (Figura 8.6), nos municípios de Itabira e Nova Era distando cerca de 100 km de Belo Horizonte.

A Mina Belmont foi descoberta casualmente em 1978 por um funcionário ferroviário, sendo explotada pela empresa Belmont Gemas Ltda., detentora do decreto de lavra concedido em julho de 1981. A lavra é executada a céu aberto em rocha alterada (colúvio) e atualmente também subterrâneo, seguindo as camadas mineralizadas de *biotititos*. A área de Capoeirana também foi descoberta ao acaso por garimpeiros, em julho de 1988. Em seguida houve uma

invasão de aventureiros, tendo a região sido declarada como uma reserva legal de garimpagem. Hoje, apesar de alguns estudos geológicos sistemáticos, a mineração continua sendo praticada por garimpeiros.

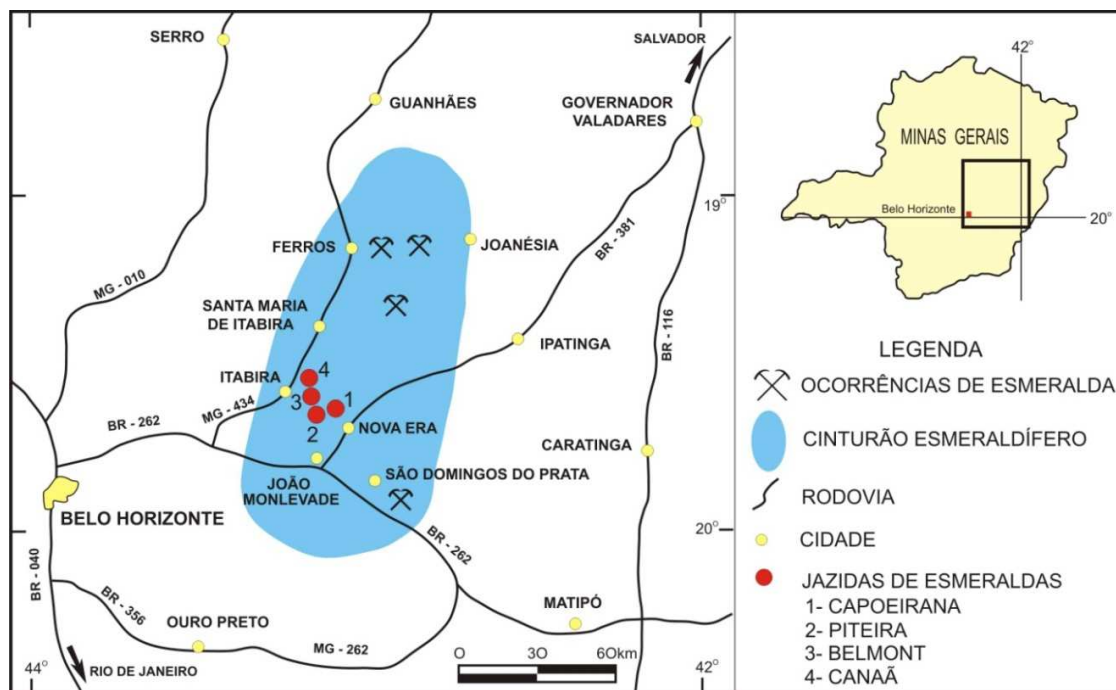


Figura 8.6 - Mapa de localização do Cinturão Esmeraldífero em Minas Gerais (Souza et al. 1992)

Situada entre estas duas minas, utilizando-se de métodos sistemáticos e modernos, como mapeamento geológico e levantamento geoquímico a partir de amostragens de sonda, foram descobertas as Minas da Piteira e Canaã (César-Mendes & Gandini 2000).

A geologia desta região caracteriza-se por um embasamento cratônico arqueano composto de terrenos gnáissicos migmatíticos, incluindo rochas graníticas como os Granitos Borrachudos; um cinturão de rochas verdes arqueanas (*greenstone belts*) pertencente ao Supergrupo Rio das Velhas; metassedimentos do paleoproterozóico do Supergrupo Minas; e pelos metassedimentos do mesoproterozóico, constituídos principalmente por quartzitos do Supergrupo Espinhaço (Schorscher *et al.* 1982). Em termos estratigráficos, as jazidas localizam-se numa área da seqüência basal do Supergrupo Minas, constituída por paragneisses, metarcóseos a metagrauvacas com intercalações de mica xistos e quartzitos micáceos. Secundariamente, encontram-se rochas anfibolíticas, intercalações de xistos metaultramáficos e veios pegmatíticos. Neste contexto, as metaultramáficas e os veios pegmatíticos são as rochas mais importantes para a mineralização de esmeralda.

Quanto à gênese da esmeralda, todas as jazidas de Minas Gerais estão associadas aos xistos derivados de metaultramáficas, em locais de intensa percolação de fluidos hidrotermais relacionados aos pegmatitos. Estes xistos, representados essencialmente por flogopita xisto, clorita xisto e tremolita/actinolita xisto, constituem intercalações associadas a micaxistos pelíticos e anfibolitos, geralmente alterados em superfície. As áreas mineralizadas ocorrem sempre nas proximidades do contato entre os xistos metaultramáficos e o Granito Borrachudos. A formação da esmeralda está intimamente associada à interação química entre a fase pegmatítica berilífera e as metaultramáficas portadoras dos elementos cromóforos (Cr, V e Fe). A percolação de fluidos oriundos desses pegmatitos promove, pelo efeito hidrotermal e/ou metassomático, a interação dos elementos berílio e cromóforos na cristalização da esmeralda, nas auréolas de alteração das metaultramáficas xistosas (César-Mendes & Barbosa 2001).

A cor verde-grama, característica dessas esmeraldas, é uma consequência da incorporação na rede cristalina de pequenas quantidades de cromo, ferro e vanádio existentes na encaixante metaultramáfica. Normalmente, existe uma correlação intrínseca entre o matiz de verde e a concentração destes cromóforos (Souza 1988).

A exploração na Mina Belmont era inicialmente feita através de garimpagem até a concessão do decreto de lavra para a empresa Belmont Gemas Ltda. Atualmente, é realizada a céu aberto e subterrâneo, contando com sistema mecanizado desde a extração até a seleção final. Na lavra a céu aberto, o xisto decomposto favorece a retirada mecânica do mineral-gema. Todo o material é transportado em carregadeira pneumática para a usina de beneficiamento, onde se processa a lavagem para a separação dos finos (deslamagem), depois uma separação granulométrica e finalmente a seleção manual do mineral-gema.

A exploração no Garimpo de Capoeirana é feita através de poços e galerias, com uma técnica de mineração rudimentar e sem preocupação com o aproveitamento total das esmeraldas gemológicas.

Como na Mina da Piteira não se observa em superfície a presença de flogopita xisto, a descoberta foi realizada através de sondagens profundas. Atualmente, essa mina está iniciando um processo de lavra e separação da esmeralda muito similar ao método subterrâneo da Belmont.

Todo o processo de exploração na Mina Canaã é similar ao da Belmont. Atualmente, essa mineração está paralisada, em função de invasão de garimpeiros. Uma característica da esmeralda de Canaã é limpidez dos cristais e a presença de megacristais (Figura 8.7).



Figura 8.7 - Fotografia de megacristais de esmeralda da Mina Canaã (Itabira, Minas Gerais).

Um fato importante que se verifica na produção global dessas jazidas é a porcentagem alta de material com boa qualidade, quando comparada com outros depósitos brasileiros e com a maioria das jazidas no mundo (Machado 1998).

Um aspecto interessante quanto à exploração da esmeralda em Minas Gerais é o tipo de mineração praticada nas jazidas, uma vez que nas Minas Belmont, Piteira e Canaã é feita uma mineração ambientalmente correta, com a lavra mecanizada, lavagem do xisto com pilha de rejeito de estéril e barragem de decantação, minimizando os danos. Quanto ao Garimpo de Capoeirana, o processo de mineração é comparativamente desorganizado, porém tem uma grande importância socioeconômica, visto que centenas de famílias retiram seu sustento dessa Área Legal de Garimpagem.

Quanto à **Bahia**, notícias de esmeralda datam do início do século XX, quando foram encontradas as ocorrências de Brumado (ex-Bom Jesus dos Meiras) em 1912; de Anagé (Fazendas do Açude e Pombos) em 1950 e de Salininhas (Pilão Arcado) em 1963.

A primeira jazida foi encontrada em 1963, no sopé da serra da Carnaíba (município de Pindobaçu), que mais tarde viria a constituir o Garimpo de Carnaíba, com uma população de

mais de 20 mil pessoas. Vinte anos depois foi descoberto o Garimpo de Socotó (município de Campo Formoso) que em seus primeiros cinco anos ultrapassou Carnaíba em valor de produção (Couto 2000). O acesso a Carnaíba e Socotó se faz por Campo Formoso - a cerca de 400 km de Salvador - ou Pindobaçu.

Em Carnaíba, as elevações da serra de Jacobina são sustentadas por quartzitos verdes a brancos, pertencentes ao Grupo Jacobina. As rochas ultrabásicas portadoras de esmeralda estão geralmente serpentinizadas, acompanhando o *trend* dos quartzitos. Na região da Serra da Jacobina, granitos intrusivos e manifestações pegmatíticas promoveram alterações metassomáticas em rochas de composição ultrabásica, originando as mineralizações de berilo, na variedade esmeralda. Alexandrita ocasionalmente também é encontrada associada à esmeralda. Os quartzitos do Grupo Jacobina intercalam-se com as rochas ultrabásicas e foram arqueados pelo Granito de Carnaíba (Couto & Almeida 1982).

As mineralizações de Carnaíba são do tipo clássico, onde as esmeraldas situam-se em zonas pegmatíticas intrusivas nos micaxistos, próximas a corpos plutônicos de composição granítica. As ações metassomáticas promovidas nas rochas ultrabásicas propiciaram a formação de esmeralda. Os filões contendo esmeralda, de natureza metassomática, podem apresentar núcleos de quartzo e/ou plagioclásio boudinados, envolvidos por flogopita / biotita xistos, que passam gradativamente para serpentinitos mais conservados. Foram definidos dois tipos principais de filões: um relacionado a fraturas e outro a veios de contato entre a rocha serpentinitica e os quartzitos. Os serpentinitos metassomatizados pelas intrusões graníticas, geraram zoneamentos distribuídos do núcleo para borda, com quartzo, biotita / flogopita xisto (fino e grosso), clorita xisto e serpentinito encaixante. Um processo de talcificação transformou localmente o xisto grosso em biotita / flogopita - talco xisto. A esmeralda é mais frequente no xisto grosso e, secundariamente, no núcleo de quartzo e no xisto fino (Couto *et al.* 1991).

Na Área Legal de Garimpagem de Carnaíba, localizam-se os garimpos denominados Bode, Gavião, Formiga, Bráulia, Marota, Arrozal, Laranjeiras, Trecho Velho, Trecho Novo. Santana & Moreira (1980) estimaram em 2.040 toneladas as reservas de esmeralda e berilo em Carnaíba. Uma característica da esmeralda de todos esses garimpos é o tamanho dos cristais (Figura 8.8) que, além de permitir a retirada de mineral-gema também propiciam a confecção de peças artesanais de valor comercial apreciável (Figura 8.9).

Em 1983, esmeraldas foram encontradas a 40km a nordeste de Carnaíba, na Fazenda Piabas. Com as primeiras escavações, num afloramento semelhante aos xistos hospedeiros da esmeralda, surgiu o garimpo de Socotó. Antes da descoberta casual da esmeralda, indícios dessa mineralização já haviam sido detectados nos serpentinitos, que ocorrem como enclaves no batólito granítico de Campo Formoso (Couto *et al.* 1978). Em Socotó, enclaves de rocha ultrabásica com mineralização de esmeralda são constituídos por serpentinitos, anfíbolitos, talco e biotita / flogopita xistos, gabros e diabásios.



Figura 8.8 - Os grandes cristais de esmeralda retirados da região do Garimpo de Carnaíba.



Figura 8.9 - Artesanato confeccionado na rocha e em cristais de esmeralda da região do Garimpo de Carnaíba.

Tanto em Carnaíba quanto em Socotó, a exploração é subterrânea com poços que atingem até 100 metros de profundidade. A partir desses poços desenvolvem-se galerias em várias direções que ultrapassam 300 metros de comprimento. Hoje em dia, a produção em Carnaíba é muito superior a de Socotó.

Atualmente o Garimpo de Carnaíba é a maior lavra garimpeira do Brasil, estimando-se que mais de 5.000 pessoas trabalhem garimpando e negociando esmeralda, fazendo dela uma lavoura de grande importância socioeconômica nessa região do semi-árido brasileiro. Se for considerado o setor artesanal, o número de pessoas cresce consideravelmente, uma vez que somente em Carnaíba e Socotó se encontra a esmeralda na rocha, de tamanho e beleza que permite essa atividade. O Governo da Bahia incentivou o desenvolvimento dessa produção através de cursos de formação de artesões, e atualmente peças dessa região podem ser encontradas em grandes museus do mundo.

Além desses dois garimpos, o Estado da Bahia também apresenta um grande potencial de descobertas de novas minas de esmeralda. Outras ocorrências como Brumado, Anagé e Salininhas, atualmente não apresentam produção relevante. Em Brumado, a esmeralda é encontrada associada aos depósitos de magnesita da empresa Magnesita, a qual não permite qualquer atividade garimpeira em seu decreto de lavra. Em Anagé, nas proximidades da Serra dos Pombos, os afloramentos portando cristais de esmeralda estão associados a rochas metaultramáficas, em faixas descontínuas. No garimpo de Salininhas, as ocorrências estão concentradas em lentes de talco xisto, especialmente em uma medindo 100 metros de comprimento por 50 metros de largura, onde existem veios pegmatíticos cortando talco xisto.

8.1.2 - VARIEDADES DE CRISOBERILO (ALEXANDRITA, CRISOBERILO, OLHO-DE-GATO).

O crisoberilo (BeAl_2O_4) é um mineral raro, de dureza elevada e que, em alguns casos, pode apresentar propriedades ópticas especiais. Foi descoberto no século XVII, em depósitos aluvionares do Sri Lanka (antigo Ceilão). Durante algum tempo, foi considerado como um tipo de turmalina ou de berilo, até ser identificado como uma espécie distinta por Werner, em 1789. O nome crisoberilo provém do grego e significa berilo amarelo ou dourado. A sua cor pode variar de incolor quando puro, a amarelo, verde ou castanho devido à presença de elementos-traço, como ferro e cromo. As variedades gemológicas do crisoberilo são o crisoberilo simples, crisoberilo olho-de-gato e a alexandrita. O crisoberilo simples refere-se ao cristal límpido e sem efeitos ópticos especiais.

No Brasil, o crisoberilo simples é também chamado de *crisólita*, o que gera certa confusão, já que esse nome é normalmente usado como sinônimo de olivina. O crisoberilo olho-de-gato, também chamado de cimofana ou simplesmente olho-de-gato, se caracteriza pela presença de uma faixa luminosa móvel, de aspecto leitoso e coloração branca, causada pela reflexão da luz sobre inclusões aciculares ou cavidades tubulares paralelas ao eixo *c* do cristal. Este fenômeno, chamado de acatassolamento ou *chatoyance*, é realçado quando a gema é lapidada na forma de cabochão, com a base desta paralela à direção das inclusões.

Sem dúvida, a alexandrita é a gema mais importante do grupo do crisoberilo. É extremamente rara e causa grande impacto visual, devido a sua peculiar característica de mudança de cor em função do tipo de luz incidente. Quando iluminada por luz natural (luz solar), apresenta-se verde ou, mais raramente, azul e, quando iluminada por luz incandescente, mostra-se vermelha, framboesa ou violeta. Este fenômeno deve-se à presença de cromo em substituição ao alumínio, recebe o nome de efeito alexandrita (White *et al.* 1967).

O crisoberilo ocorre principalmente em pegmatitos e, muito raramente, em escarnitos, mármore dolomíticos e gnaisses (Henn 1995). Para Beus (1966), a formação do crisoberilo está associada a pegmatitos dessilicificados e a pegmatitos ricos em Al_2O_3 . Somam & Nair (1985) sugerem a formação do crisoberilo diretamente de fusões pegmatíticas ricas em CO_2 , que provoca um aumento de solubilidade da sílica e favorece a concentração de berílio e alumínio na fusão residual.

Quanto a alexandrita, em 1833, o explorador sueco Nils Nordenskiöld descobriu nos Montes Urais (Rússia) uma variedade de crisoberilo que apresentava uma mudança de cor muito acentuada, a qual foi batizada como alexandrita, em homenagem ao Czar Alexandre II. (Gübelin & Schmetzer 1982). Após mais de cem anos de exploração, as jazidas russas praticamente se exauriram.

Entre as décadas de 60 e 80, o Sri Lanka despontou como a única fonte importante de alexandrita desde a queda da produção russa (Proctor 1988). No final dos anos 70, começaram a aparecer no mercado mundial as alexandritas brasileiras, provenientes de garimpos dos Estados da Bahia e do Espírito Santo. Porém, a produção se revelou muito pequena e de baixa qualidade. Em Minas Gerais, a primeira descoberta aconteceu no Córrego do Fogo, município de Malacacheta, em 1975. Esta região tornou-se principal produtora de alexandrita no mercado mundial até 1987. Com a descoberta de alexandrita de Hematita (município de Antônio Dias), em 1986, os outros garimpos brasileiros foram praticamente abandonados, acontecendo uma verdadeira corrida atrás do novo *eldorado* (Basílio 1999; César-Mendes & Liccardo 2000).

A Jazida de Hematita é considerada a maior descoberta da história e colocou o Brasil como o seu maior produtor mundial. Logo após a descoberta, entre 1982 e 1987, a mina foi invadida por garimpeiros, que criaram uma cooperativa e tentaram delimitar uma Área Legal de Garimpagem. Ao mesmo tempo, várias empresas de mineração entraram com pedido de

pesquisa. Após longa disputa judicial, empresas foram autorizadas a lavrar, com a retirada dos garimpeiros com suporte policial. A área foi explotada por duas empresas: a Alexandrita Mineração Comércio e Exportação Ltda e a Mineração Itaitinga (pertencente à família de Xisto Andrade de Oliveira), as reservas exauriram e as minerações paralizaram a operação.

Em Minas Gerais, todas as jazidas de alexandrita estão localizadas na Província Pegmatítica Oriental. Na Jazida de Hematita, observam-se inúmeros pequenos corpos pegmatóides cortando as rochas metaultramáficas.

Na Figura 8.10 está representada uma alexandrita com notável mudança de cor de azul intenso para vermelho sangue-de-pombo, praticamente isenta de inclusões, pesando 1.5 quilate, com valor de mercado acima de US\$5,000.00 por quilate. A Itaitinga produzia uma média de 50 gramas por mês de alexandrita gemológica, com aproveitamento médio na lapidação, variando de 35 a 40%. Segundo o proprietário dessa mina, o maior cristal encontrado em toda a história da empresa, pesava 7 gramas, mostrava excelente qualidade gemológica e foi vendido na forma bruta para o mercado internacional.

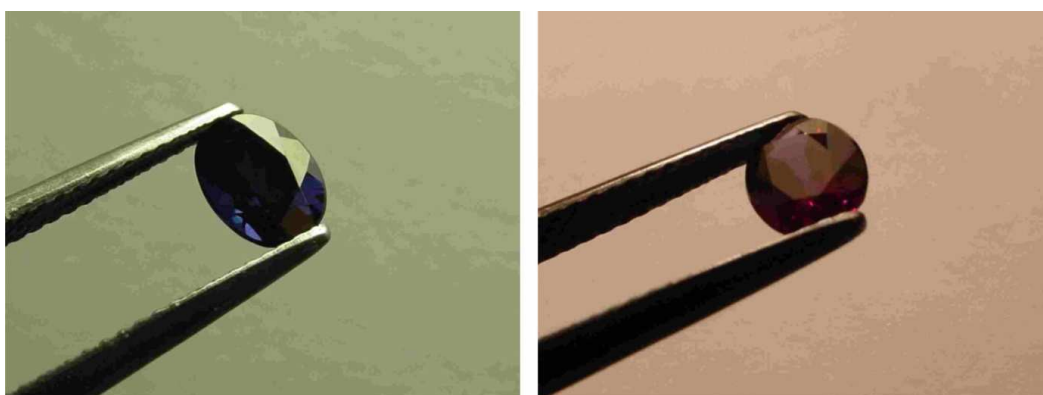


Figura 8.10 - Alexandritas da Mineração Itaitinga, onde a pedra lapidada mostra um forte efeito de mudança de cor, à esquerda, fotografia obtida a luz do dia e à direita, com luz incandescente (Fotografia - Antonio Liccardo).

As variedades gemológicas de crisoberilo simples e olho-de-gato produzido em Minas Gerais são consideradas as melhores do mundo. Além de Minas Gerais, que produz crisoberilo nas colorações amarelo, verde amarelado, verde oliva, castanho e, raramente, vermelho, a Bahia e o Espírito Santo também são produtores, mas os minerais-gema são de baixa qualidade, muitas vezes leitoso, sem transparência e com o efeito olho-de-gato pouco definido. Os melhores espécimes dessa gema apresentam coloração verde oliva e olho-de-gato, com uma faixa muito bem definida, sendo características de mina próxima à cidade de Padre Paraíso, a qual produz mais de 90% do crisoberilo brasileiro. Nessa região, as principais jazidas e/ou garimpos estão ao longo do Rio Americaninha, Ribeirão Santana e seus afluentes.

O maior comprador de alexandrita é o mercado oriental (principalmente Japão e China), absorvendo quase toda a produção da Mineração Itaitinga. Os preços são bastante variáveis; a alexandrita mais clara e sem mudança de cor significativa é vendida a partir de US\$70.00 por quilate. A gema lapidada na forma de brilhante e com mais de 2 milímetros é vendida a partir de US\$ 400.00 por quilate, enquanto uma pesando 1 quilate e com cor variando de azul pavão a vermelho sangue-de-pombo custa, aproximadamente, US\$3,500.00 por quilate (informação verbal do Sr. Xisto / proprietário da Itaitinga).

8.1.3 - VARIEDADES DE TURMALINA.

Nenhuma outra gema possui uma gama de cores tão ampla como a turmalina. A denominação turmalina é usada para um grupo com mais de uma dezena de minerais de composição variada e essas espécies podem se confundir com as variedades gemológicas. Das

várias espécies mineralógicas (elbaíta, dravita, cromodravita, schorlita, olenita, entre outras), definidas conforme diferentes composições químicas (Hawthorne & Henry 1997), a elbaíta é a que apresenta o maior número de variedades gemológicas. As principais variedades gemológicas são acroíta (incolor); rubelita (rosa ou vermelha); dravita (amarelo acastanhado); verdelita (verde); indicolita ou indigolita (azul); siberita (vermelho lilás até azul violeta) e schorlita (preta).

Com a descoberta da turmalina de São José da Batalha, surgiu uma nova variedade gemológica denominada de Turmalina da Paraíba. Essa turmalina apresenta um azul *neon*, apreciada em todo o mundo. Além da cor azul *neon*, o matiz verde também é único entre todas as colorações de turmalina no mundo. Alguns gemas dessa turmalina azul *neon* alcançam valores de até US\$40,000.00 o quilate. A Figura 8.11 mostra uma dessas turmalinas de propriedade do Sr. Heitor retirada na Mina Heitorita, na Paraíba.

Além das diversas espécies mineralógicas de turmalina e de suas variedades gemológicas, vários termos comerciais são atribuídos. Uma delas é afrizita, nome não reconhecido pelo *International Mineralogical Association* (IMA), mas muito utilizado pelos garimpeiros no Brasil. Refere-se a uma turmalina de cor preta, sem composição química definida, assim chamada pelo mineralogista brasileiro José Bonifácio de Andrade e Silva em 1800, para homenagear o seu escravo Afrízio, que lhe trazia amostras de diversos minerais (Branco 1984).

Desde o período colonial, quando foram descobertos os primeiros cristais, o Brasil tornou-se um dos maiores produtores mundiais de turmalinas gemológicas. No sudeste, Minas Gerais é o único produtor deste mineral-gema, sendo encontradas todas as variedades de cores do espectro. Duas áreas são consideradas as mais importantes: a norte, Araçuaí, compreendendo as regiões de Taquaral, Virgem da Lapa, Coronel Murta e Barra do Salinas e a sul, São José da Safira e Conselheiro Pena, tendo Governador Valadares e Teófilo Otoni como principais centros de comercialização.

A descoberta da turmalina em Minas Gerais ocorreu durante a expedição de Fernão Dias Paes Leme, no século XVII, quando procurava esmeralda e encontrou, muito provavelmente, a turmalina na Serra do Cruzeiro. A partir de 1914, uma lavra rudimentar foi iniciada visando a retirada de turmalinas gemológicas, porém, o real início da mineração na Serra do Cruzeiro só veio com a 2ª Guerra Mundial, em função da grande demanda de mica. Finda a guerra, a exploração voltou-se para minerais-gemas e, atualmente, este distrito é grande produtor de rubelita, indicolita e verdelita (César-Mendes 1995).



Figura 8.11 - Turmalina da Paraíba, pesando cerca de 30 gramas, com cor azul neon e com excelente qualidade gemológica (Fotografia de Antonio Liccardo).

O distrito de Araçuaí destaca-se pela grande variedade de cores de suas turmalinas. Distinguem-se duas áreas em relação à cor predominante; Araçuaí-Itinga, onde os tons são verdes e azuis, e Araçuaí-Salinas, vermelhos e multicoloridos. Um dos garimpos mais famosos foi o de Ouro Fino, cujas rubelitas de tons intensos, tornaram-se um padrão de cor (Castañeda *et al.* 2001)

No distrito de Conselheiro Pena, várias minas produzem grande quantidade de turmalina gemológica. Uma das jazidas mais famosas é a do Jonas, de onde foi retirada grande quantidade de turmalinas coradas e amostras de coleção, e a de Itatiaia, em produção desde o século XIX. Próximo a Galiléia, outras lavras famosas estão situadas na serra do Urucum. A Mina do Jonas, localizada na região de Conselheiro Pena, foi uma das maiores produtoras de turmalina do sudeste, até a década de 80. Trata-se de um corpo pegmatítico encaixado em biotita xistos, com cerca de 20% de seu volume em schorlita, rubelita, verdelita e indicolita. Entre os principais espécimes produzidos, destacaram-se as famosas turmalinas Joaquina (325kg), Tarugo (80kg), Flor-de-Liz (32kg) e Foguete (35kg). A Figura 8.12 mostra a Turmalina Foguete, retirada da Mina do Jonas, um dos espécimes mais famosos já encontrados e, existe consenso de que essa amostra valeria cerca de US\$3.000.000,00 nos dias atuais.

As turmalinas podem ser expressas pela fórmula $XY_3Z_6(BO_3)_3(T_6O_{18})V_3W$, representando um grupo de minerais isomórficos, onde X é ocupado por Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Y por Fe^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , Li^+ , Fe^{3+} , Mn^{2+} , V^{3+} , Cr^{3+} e Ti^{4+} e Z por Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg , Cr^{3+} e V^{3+} . Nos dois sítios restantes, V é ocupado por OH e O^{2-} e W por OH, F^- e O^{2-} . Os membros-finais deste grupo constituem séries isomórficas completas e parciais. As quatro principais séries são a elbaíta-schorlita, a schorlita-dravita, a elbaíta-liddicoatita e a dravita-uvita (Hawthorne & Henry 1997).

A schorlita é a espécie mais abundante nos pegmatitos, onde pode atingir até 1 metro de comprimento. Normalmente de cor azul escuro a preto, é a espécie com maior concentração de ferro, entre 8 e 14% em peso. A elbaíta apresenta cores pálidas a intensas e, na maioria das vezes, possui qualidade gemológica. As tonalidades pálidas permitem a aplicação de técnicas de tratamento para intensificação da cor. Entre essas gemas, diversas tonalidades transparentes podem ser encontrados, variando desde verde claro a escuro, azul de vários matizes, rosa e vermelhos muito intenso. Os cristais são de tamanhos variáveis, os mais comuns entre 3 e 5 centímetros de comprimento (César-Mendes 1995).



Figura 8.12 - A Turmalina Foguete, encontrada no Mina do Jonas (Conselheiro Pena), pesando cerca de 130 quilogramas e um dos espécimes mais famosos já encontrados na natureza.

Na região do Distrito Pegmatítico de Araçuaí, a turmalina é encontrada nos garimpos de Urubu, Limoeiro, Barra do Salinas, Ouro Fino, Morro Redondo e no Taquaral; em Conselheiro Pena, ela ocorre nas minas do Jonas, Itatiaia e Formiga e, em São José da Safira, nas minas do Cruzeiro, Pederneira, Colônia, Benedito, Aricanga, Chiar, Safirinha e Marcelo. Um dos principais corpos pegmatíticos do Distrito de Araçuaí é o do Morro Redondo, localizado a 17km a nordeste de Virgem da Lapa. Esta lavra representa a mais importante descoberta de rubelita no Brasil nos últimos tempos. A Lavra do Limoeiro, localizada a 11km a noroeste da cidade de Virgem da Lapa, foi intensamente explotada durante a 2ª Guerra Mundial para a retirada de berilo, mica e quartzo. Hoje é conhecida pelos excepcionais cristais de turmalinas verdes, herderita gemológica e pelos grandes cristais de topázio azul.

A mina do Cruzeiro, situada a 13 km de São José da Safira, é a principal produtora de gemas neste distrito, principalmente rubelita de vermelho intenso, verdelita, indicolita, turmalina olho-de-gato, melancia, bicolor e multicolor. O pegmatito sub-verticalizado posiciona-se ao longo de planos tabulares, discordantes das estruturas dos quartzitos. Sua mineralogia compreende micas, turmalinas, nióbio-tantalatos, espodumênio, amblygonita, feldspatos, quartzo, berilo, cassiterita, granada, apatita e outras raridades mineralógicas (César-Mendes *et al.* 1994).

A Mina da Pederneira, na Serra do Cruzeiro em São José da Safira, é um local trabalhado visando somente a retirada de amostra de coleção, e dificilmente minerais-gemas são encontrados. As amostras de coleção dessa mina constituem peças com turmalinas multicolores de qualidade excepcional, geralmente numa base com albita, rodocrosita, morganita e outros minerais.

A Figura 8.13 mostra turmalinas melancias, com matizes de cores diversos, típicas das regiões produtoras de turmalina na Província Pegmatítica Oriental.



Figura 8.13 - Turmalinas Melancias; a da esquerda com borda esverdeada e centro avermelhado e a outra com vários matizes de vermelho, ambas retiradas da Província Pegmatítica Oriental, no Estado de Minas Gerais.

8.1.4 - OUTRAS VARIEDADES DE BERILO.

O Brasil possui as maiores reservas mundiais de berilo, tanto industrial quanto gemológico. As primeiras notícias a respeito desse mineral remontam à expedição de Fernandes Tourinho que, em 1571, percorreu grande parte do norte de Minas Gerais, regressando ao litoral com amostras minerais diversas (Pires 1902).

Com a chegada de imigrantes alemães em meados do século XIX, na região de Teófilo Otoni, começaram os primeiros trabalhos de extração de minerais-gemas, especialmente as variedades de berilo. Durante a 2ª Guerra Mundial, todas as províncias pegmatíticas foram exploradas e quase todo o berilo industrial, consumido pelos aliados, foi suprido pelo Brasil. A partir de então, começou a exploração regular de berilo com finalidade gemológica. O mineral berilo apresenta as variedades esmeralda (verde), a água-marinha (azul), o heliodoro (amarelo), a morganita (rosa), a goshenita (incolor) e o berilo verde, que são gemas encontradas nos pegmatitos e aluviões a eles associados, na região sudeste (Gandini *et al.* 2001). A esmeralda pegmatítica já foi descrita e a de origem não pegmatítica será tratada em outro capítulo.

O berilo cristaliza-se no sistema hexagonal, sendo característica a presença de canalículos contínuos e ocos ao longo do eixo c, onde alguns elementos podem ser alojados. O grupo do berilo engloba aluminossilicatos de Be, Mg e Fe, cuja fórmula geral pode ser expressa por $A_{2-3}B_2(Si_5Si, Al)O_{18}$, onde A = Be, Mg e Fe e B = Al, Sc e Fe. Também foi detectada a presença de H_2O e álcalis, que em certas variedades pode atingir até 11% em peso, além de outros elementos como Fe, Mn, V, Cr, Ti, Ca, Mg, Ba e Zn (Gaines *et al.* 1997). A abundância desses elementos no ambiente gerador vai determinar o tipo de mineral-gema encontrado, conforme a sua participação na estrutura do mineral. A goshenita, normalmente rica em álcalis, é quase isenta de cromóforos; água-marinha apresenta uma relação direta entre a intensidade da cor azul e o teor de Fe e as cores da morganita e do heliodoro estão associados à presença de Mn ou a uma relação Fe/Mn. No berilo da região de Medina (Minas Gerais) é notável a relação entre o ferro e os matizes azul e verde, uma vez que os teores de ferro são muito mais elevados que nos incolores e rosas. O tratamento térmico em torno de 300°C reduz o Fe^{+3} , causador da tonalidade amarela. À medida que diminui o amarelo, diminui o teor de Fe^{+3} , restando somente o Fe^{+2} , causador da cor azul. A irradiação é quase sempre prejudicial, pois ao oxidar o Fe^{+2} , inverte o processo térmico adicionando novamente o matiz amarelo (Kahwage *et al.* 2001).

Na Província Pegmatítica Oriental, normalmente a água-marinha está relacionada a pegmatitos não diferenciados ou a zonas externas de pegmatitos diferenciados e zonados, enquanto o heliodoro e a morganita, que são variedades ricas em álcalis, ocorrem sempre nas zonas internas dos pegmatitos diferenciados e zonados. Atualmente, a produção de feldspato para fins industriais proporciona um grande incremento na produção de água-marinha, pois eles encontram-se associados no mesmo contexto genético. Quanto ao heliodoro, a morganita e a goshenita, existe uma relação com o ambiente gerador de turmalina, uma vez que os pegmatitos onde essas gemas são encontradas são altamente diferenciados e portadores de elementos raros (César-Mendes 1995).

O berilo é encontrado em toda a Província Pegmatítica Oriental, porém existe um predomínio de produção de água-marinha nas regiões de Santa Maria de Itabira, Caratinga e Padre Paraíso, em Minas Gerais e, Pancas e Mimoso do Sul no Espírito Santo. Uma exceção é Coronel Murta na região de Araçuaí, grande produtora de turmalina, de onde também é retirada água-marinha em quantidade apreciável e de excelente qualidade. A Figura 8.14 mostra um cristal de berilo sem qualidade gemológica e uma pedra lapidada, com cor azul médio, produzidos na Província Pegmatítica Oriental,



Figura 8.14 - Cristal de berilo e água-marinha (pesando 102 quilates), oriundo da Província Pegmatítica Oriental.

Entre as principais regiões produtoras de água-marinha destacam-se Santa Maria de Itabira, Coronel Murta e Pancas (Espírito Santo) e para morganita e heliodoro, as minas de Conselheiro Pena, São José da Safira e Araçuaí. Os pegmatitos de Santa Maria de Itabira caracterizam-se por ser de pequeno porte, mas com grande porcentagem de berilo. A produção é regular e a água-marinha produzida é de excelente qualidade gemológica, como as provenientes da mina do Tatu. Em Coronel Murta, os pegmatitos são de dimensões maiores e a água-marinha está entre as melhores do Brasil. Quanto à região de Medina, existe uma produção constante, porém a maior parte das gemas é de intensidade de cor média. Em Pancas, quase a totalidade da produção, apesar de eventual, é proveniente de aluviões, com cristais de boa coloração e tamanhos excepcionais, atingindo até 25 quilogramas nos depósitos dos Córregos Gambá e Agulha. Uma descoberta recente se deu em Santa Maria do Jetibá, onde foram extraídos aproximadamente 40 quilogramas de água-marinha de ótima qualidade, em espécimes de até 10 quilogramas. O heliodoro é encontrado na região de Padre Paraíso, São José da Safira e Conselheiro Pena e a morganita é retirada, principalmente, junto com a turmalina corada em caldeirões de pegmatitos em Conselheiro Pena, Araçuaí e São José da Safira.

Na Província Pegmatítica Nordeste, a região de Tenente Ananias (Rio Grande do Norte) e Equador (Paraíba) são grandes produtoras de água-marinha de um azul intenso e de excelente qualidade gemológica.

8.1.5 - KUNZITA E HIDDENITA.

No sudeste, as variedades gemológicas do espodumênio provêm essencialmente do Vale do Rio Doce, particularmente das Minas do Córrego do Urucum (Município de Galiléia), Barra do Cuité (Município de Conselheiro Pena) e Fazenda Anglo, próximo ao rio Urupuca (Município de São José da Safira). A kunzita foi descoberta por volta de 1877 em Minas Gerais, e vendida como crisoberilo devido ao desconhecimento desse mineral-gema. A hiddenita, embora em menor quantidade, sempre ocorre associada à kunzita, nos caldeirões em pegmatitos altamente diferenciados.

O espodumênio, um inossilicato de cadeia simples pertencente ao grupo dos piroxênios, ocorre somente em poucas localidades como gemas de cor rosa (kunzita), verde (hiddenita) ou incolor (trifana ou espodumênio nobre). Cristaliza-se no sistema monoclinico e geralmente é encontrado em espécimes euédricos, com hábito prismático tabular. Sua composição química ideal é $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$, podendo conter até 2% de impurezas, como o Na e K substituindo o Li e Fe^{3+} que substitui o Al^{3+} . As variedades gemológicas contêm Fe, Mn, Cr e outros metais de transição como elementos traços, que são responsáveis pelas diferentes cores. A presença do Mn resulta na kunzita e Cr e Fe na hiddenita, enquanto a trifana ou espodumênio nobre apresenta quantidades ínfimas de cromóforos. As figuras de corrosão na forma de triângulos abaulados são distintivas e muito comuns, principalmente no espodumênio brasileiro. São formadas por figuras de contorno trapezoidal e triangular, além de canalículos que se formam durante a sua cristalização, devido à instabilidade em relação à solução original, obedecendo a simetria do cristal (Deer *et al.* 1982).

Além de uma partição, apresentam clivagem perfeita, formando ângulos de 87 e 93°. A associação de clivagem e partição dificulta a lapidação, exigindo muita habilidade do lapidário. Após lapidada, sua cor rosa pode ser intensificada por irradiação ou aquecimento. Kunzita brasileira de cor rosa pouco intensa torna-se castanha sob irradiação e, quando aquecida a 80°C muda para um esverdeado e a 200°C para um rosa estável. A 500°C muda para incolor, podendo ser recuperada a cor rosa por irradiação e novo aquecimento a 200°C. Diferente da hiddenita dos Estados Unidos, a de Minas Gerais não é afetada por aquecimento ou irradiação, uma vez que seu elemento cromóforo é, principalmente, o Fe e não o Cr, como nas americanas (Cassedanne 1991).

Em Minas Gerais, a primeira grande produção de kunzita ocorreu em 1933, na localidade de Barra do Cuité, quando foram retirados 20 quilogramas num caldeirão pegmatítico. Nos anos 50 e 60, os pegmatitos da região do Córrego do Urucum colocaram o Brasil como o maior produtor mundial dessa gema, algumas de qualidade e tamanho excepcionais (Scorza 1944). Essas kunzitas foram retiradas de um pegmatito heterogêneo encaixado em granito porfiróide, associada a morganita, turmalinas rosa e verde, granada, columbita, arsenopirita, além de quartzo atravessado por prismas de turmalina (Cassedanne 1986).

Em 1962, foi descoberto um cristal excepcional na Fazenda Anglo, pesando 7,5 quilogramas e, até então, considerado o maior do mundo (Curvello 1962). Outra grande descoberta foi a da Mina do Urucum, que, em 1968, produziu cerca de 3 toneladas de cristais de espodumênio, sendo 500 quilogramas de kunzita de excelente qualidade e alguns espécimes de hiddenita. Em Minas Gerais também é assinalado espodumênio gemológico em Araçuaí, Minas Novas, Peçanha e Poaia.

A kunzita pode ser considerada uma das pedras preciosas típicas do Brasil, uma vez que as melhores do mundo são produzidas nas regiões de Galiléia e Conselheiro Pena (Minas Gerais). A lavra mais importante do mundo, em termos de produção e qualidade gemológica é a Mina do Urucum, próximo à cidade de Galiléia. Essa mina de propriedade do Sr. Dilermano (Geometa, em Governador Valadares) produz caldeirões com até 6 toneladas de kunzita e hiddenita, turmalinas, além de espécimes euédricos gigantes de quartzo (alguns com até 12 toneladas). Nos dias de hoje, essa empresa supre o mercado mundial de kunzita e hiddenita, na

forma de amostras de coleções excepcional (Figura 8.15) e pedras lapidadas, algumas pesando mais de 100 quilates.



Figura 8.15 - Cristal de kunzita, pesando cerca de 4 quilogramas, límpido e com uma cor excepcional, de propriedade da Geometa e retirado na Mina do Urucum (região de Galiléia) na Província Pegmatítica Oriental.

A Figura 8.16 mostra uma kunzita lapidada na forma de coração, pesando aproximadamente 60 quilates, com uma coloração rósea intensa e sem nenhum defeito interno, cujo valor médio situa-se próximo a US\$60.00 por quilate. Esse espécime pertence a Geometa e também foi retirado da Mina do Urucum, no Município de Galiléia, no Vale do Rio Doce de Minas Gerais.



Figura 8.16 - Kunzita lapidada na forma de coração, pesando aproximadamente 60 quilates, com uma coloração rósea intensa e sem nenhum defeito interno. Esse espécime pertence a Geometa e também foi retirado da Mina do Urucum, no Município de Galiléia.

8.1.6 - BRAZILIANITA.

A brazilianita, mineral de composição química $\text{NaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$, foi descrita por Pough & Henderson (1945a; 1945b) na mina do Córrego Frio, próximo a Linópolis (Minas Gerais), recebendo esse nome em homenagem ao Brasil. A mina foi descoberta em 1942 por um lavrador que encontrou cristais verde amarelados, imaginando tratar-se de berilo ou crisoberilo. A presença desses cristais fez surgir uma lavra a céu aberto, de onde foi retirado um material de dureza baixa e muito frágil na lapidação. Os garimpeiros imaginaram tratar-se de amostras alteradas em superfície e abriram galerias profundas, encontrando minerais sempre com as mesmas características, levando-os a abandonar o trabalho.

Entre 1944 e 1945, o especialista em minerais raros E. R. Svoboda, arrendou a área da mina e produziu quantidade apreciável de amostras de coleção e gemológicas (Pecora & Fahye 1949). Desde então, o garimpo vem sendo trabalhado com interrupções, porém sempre produzindo belos cristais. Na região de Galiléia, próximo ao local da descoberta da brazilianita, esse espécime é encontrado em mais de uma dezena de corpos pegmatíticos, juntamente com fosfatos raros como a childrenita, wyllieíta, souzalita, scorzalita e muitos outros (Cassedanne 1983). Quase sempre existe uma associação entre a presença de brazilianita e fosfatos raros. Esses fosfatos constituem raridades apreciadas pelos museus e colecionadores e viabiliza o trabalho em várias lavras pegmatíticas na região de Galiléia e Conselheiro Pena, onde é um subproduto que ajuda na subsistência de inúmeros garimpeiros.

A brazilianita é transparente ou translúcida, com brilho vítreo e cores verde, amarelo ou incolor, com tons oliva ou castanho. Apresenta clivagem perfeita, fratura conchoidal e hábito na forma de prismas alongados ou achatados, às vezes, biterminados. Sua dureza é 5,5, densidade variando de 2,94 a 2,99 e pleocroísmo fraco. Cristais com até 10 centímetros e pesando de 100 gramas a 1 quilograma são encontrados no mercado de Governador Valadares (Cassedanne 1991).

O pegmatito do Córrego Frio, com cerca de 3 metros de espessura, ocorre na forma de um corpo concordante com os biotita xistos da Formação São Tomé. A zona de contato com a encaixante, formada por albita, quartzo e moscovita, é cortada por nódulos alongados contendo outros fosfatos raros. Na zona intermediária, a brazilianita é encontrada em caldeirões próximo ao núcleo de quartzo, preenchidos por quartzo, moscovita, cleavelandita e limonita, além de outros fosfatos raros. Outras minas vizinhas, como as do João Modesto, Telírio, Faustino e Zé Berto, também constituídas por corpos de pequena espessura e comprimento de algumas dezenas de metros, apresentam produção esporádica de brazilianita. A Figura 8.17 mostra um cristal de brazilianita da região de Galiléia, atualmente exposto no Museu da Escola de Minas de Paris.



Figura 8.17 - Cristal de brazilianita da região de Galiléia e Conselheiro Pena, na Província Pegmatítica Oriental.

A produção da brazilianita é muito esporádica e a oscilação de mercado é condicionada às épocas de maior oferta. Os garimpeiros buscam essa gema somente quando o mercado está favorável e o seu valor está alto. Quando é encontrado um caldeirão, às vezes com dezenas de quilos, seu preço diminui, o mercado fica abastecido e suas minas ficam paralisadas por longo tempo. Além da região de Galiléia, a brazilianita é raramente encontrada em Parelhas e Equador, na Província Pegmatítica Nordestina.

Após a apresentação da brazilianita, considera-se que foram descritos os principais minerais-gemas de origem pegmatítica. A seguir serão apresentados alguns minerais-gemas considerados importantes no Brasil e que são explotados em outros ambientes geológicos.

8.2 - TOPÁZIO.

O topázio é um nesossilicato de fórmula $\text{Al}_2(\text{SiO}_4)(\text{F}, \text{OH})_2$, com solução sólida incompleta entre o flúor e a hidroxila (Webster 1980). Sua composição química é razoavelmente constante, destacando-se a variação da relação de íons fluoreto e hidroxila. Para o flúor, o teor máximo descrito foi de 20,7%, enquanto para a hidroxila, o maior valor encontrado foi 2,18% (Deer *et al.* 1982). Os cristais de topázio podem apresentar em sua estrutura uma grande quantidade de elementos traços, como a Ag, As, Ca, Ba, Be, Cr, Fe, V, Mn e Na. A substituição parcial do Al por Cr, aparentemente, produz a coloração típica do topázio imperial (Gandini 1994; César-Mendes *et al.* 2001).

No Brasil o principal produtor de topázio é o sudeste. Os Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo são os principais produtores de topázio azul e incolor, encontrados associados a pegmatitos. Em Minas Gerais, existem ainda jazidas de topázio imperial gemológico (a única jazida em todo o mundo) em terrenos metamórficos com intenso hidrotermalismo.

O topázio imperial foi descoberto por volta de 1772, no Morro de Saramenha, em Ouro Preto. A primeira citação encontrada deve-se, provavelmente, a John Mawe, em 1812, que, em sua viagem pelo Brasil, identificou os corpos mineralizados como oriundos da alteração de veios micáceos. Os naturalistas Spix e Martius, em 1831, fizeram o mesmo tipo de referência mencionando a jazida do Capão do Lana. Atualmente, além de alguns garimpos, as minerações do Vermelhão e do Capão do Lana são responsáveis pela maior parte do topázio imperial produzido no mundo.

Em Minas Gerais, o principal produtor, desponta duas regiões de exploração: a de Ouro Preto com o topázio imperial e a de Padre Paraíso e Porto Marambaia com topázios incolor e azulado. O imperial é o mais valorizado dos topázios, por ser de ocorrência muito rara, com cores variando de amarelo a vermelho conhaque. Atualmente, as principais jazidas são as de Ouro Preto, estando exauridas as da Rússia, enquanto as do Paquistão produzem gemas de muito baixa qualidade, impossibilitando a sua utilização como mineral-gema. Ainda uma grande vantagem das jazidas de Ouro Preto, além das gemas com qualidade excepcional, é que o topázio imperial ocorre em rocha altamente intemperizada, facilitando sobremaneira a sua extração. A Figura 8.18 mostra o contexto geológico do topázio imperial de Ouro Preto, inserido nos litotipos da Supergrupo Minas e associado às rochas das Formações Cercadinho, Fecho do Funil e Sabará. Nesta mesma figura pode ser observado que, exceto o topázio imperial de Antonio Pereira (em Mariana), todas as outras minas e garimpos mostram uma orientação leste-oeste, próximas à cidade de Ouro Preto.

Apesar das ocorrências de topázio imperial serem há muito conhecidas, somente a partir da década de 70 teve início uma extração regular. A Mina de Saramenha ficou esquecida até 1971, quando foi reencontrada por acaso, durante trabalhos de terraplanagem, sendo a partir de então trabalhada ininterruptamente pela Mineração Vermelhão. Outra mineração é a do Capão do Lana, que foi redescoberta no final da década de 70, a partir de documentos

históricos e pesquisa geológica. Atualmente, a lavra é mecanizada e apresenta produção grande e regular deste mineral-gema. Essas duas minerações são responsáveis pelas quase totalidades da produção na região de Ouro Preto, havendo ainda alguns garimpos, como os de Antônio Pereira, Caxambu, Dom Bosco, Boa Vista, Antônio Nery, Barraginha e Trino. Em boa parte desses garimpos, a extração é feita em depósitos secundários, principalmente em aluvião (Gandini 1994).

As jazidas de Ouro Preto localizam-se no Quadrilátero Ferrífero, em rochas do Supergrupo Minas (Figura 8.18), numa região clássica pela exploração de outros bens minerais como ouro, ferro e manganês. Todas estão localizadas numa área relativamente restrita, com uma superfície de aproximadamente 200km². As mineralizações de topázio imperial encontram-se nas Formações Cercadinho, Fecho do Funil e Sabará do Supergrupo Minas (Olsen 1971; Fleischer 1972). O quadrilátero é circundado por complexos granito-gnáissicos arqueanos e transamazônicos, com o Complexo do Bação situado no seu interior. Ocorrem ainda duas seqüências de rochas supracrustais: o Supergrupo Rio das Velhas e o Supergrupo Minas (Chemale Jr. *et al.* 1991). Na região de Ouro Preto, o topázio está associado a dois condicionantes geológicos; um no anticlinal de Mariana em rochas do Grupo Itabira e o outro, no eixo do sinclinal Dom Bosco, ao longo de uma faixa leste-oeste com cerca de 40km de extensão, principalmente em rochas do Grupo Piracicaba (Ferreira 1983; Pires *et al.* 1983).

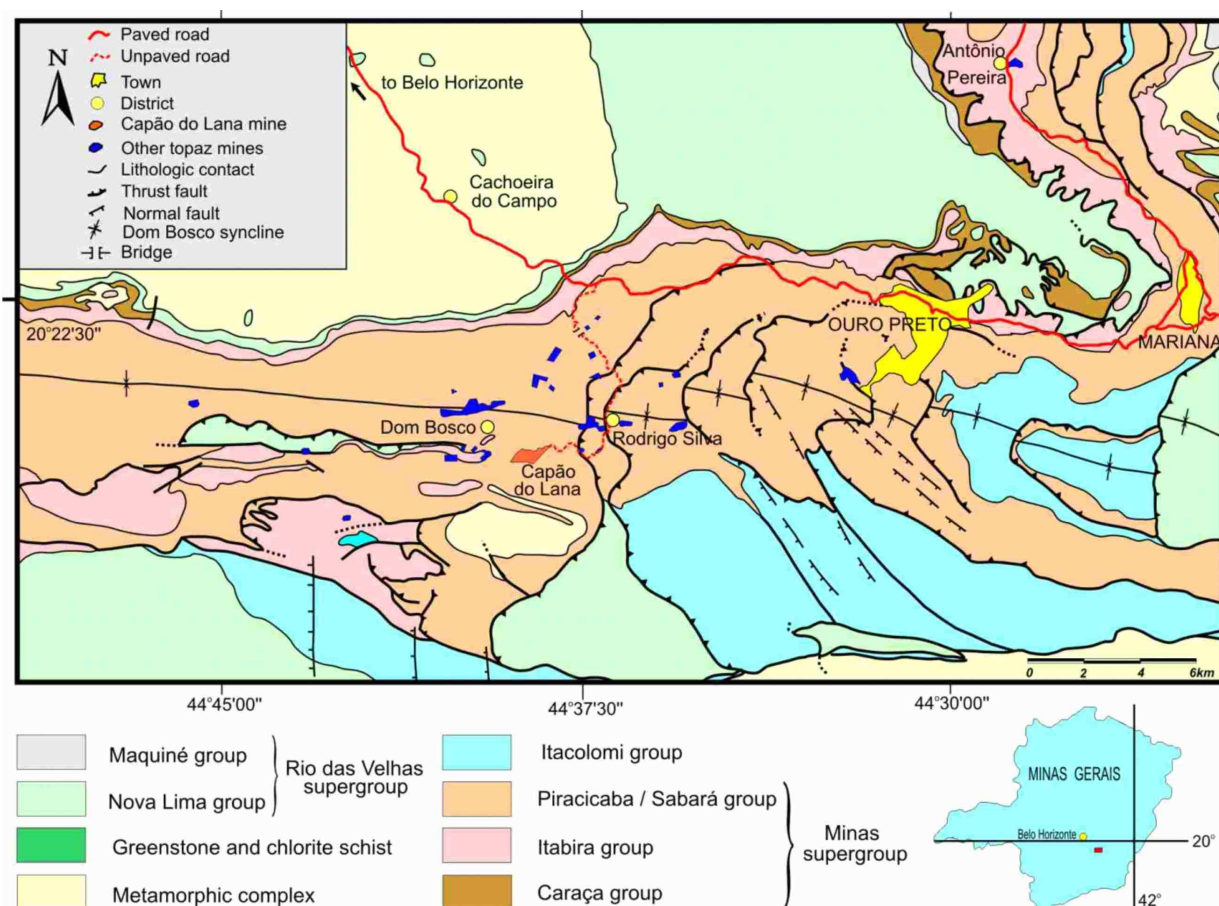


Figura 8.18 – O mapa geológico da região de Ouro Preto, com os litotipos do Supergrupo Minas e as minas e garimpos de topázio imperial (Gandini 1994).

Na rocha alterada, o topázio imperial é encontrado em geodos e veios caulinizados, de dimensões centimétricas a decimétricas, encaixados em rochas dolomíticas metamorfizadas e muito intemperizadas de coloração castanha escura (Ferreira 1991). Olsen (1971) denominou de *brown terrena* [*borra de café*, pelos garimpeiros] a esse material caulínítico castanho, de onde é retirado o topázio imperial.

Na mina do Capão do Lana, o topázio é retirado do produto da alteração do veio e da encaixante através de desmonte hidráulico, seguido pela coleta utilizando-se de caçamba (drag line), lavagem, peneiramento, jigagem e, por último, a catação manual dos cristais numa correia transportadora. Nessa mina, em média, a cada 100m³ de material retirado, é extraído 1kg de topázio, dos quais 1%, ou seja 10g, apresenta qualidade gemológica (Gandini 1994).

O topázio imperial apresenta-se sob a forma de cristais prismáticos, com dimensões variando desde alguns milímetros até 20 centímetros. Normalmente, ocorrem sob a forma de agregados e fragmentos, predominando os tipos idiomórficos constituídos de dois prismas rômnicos verticais terminados por uma bipirâmide rômica. São raros os cristais biterminados, como um espécime de 13 centímetros de comprimento encontrado em Saramenha. O topázio da região de Ouro Preto pode se apresentar em cores variáveis de amarelo, laranja, rosa e avermelhado (cor de conhaque) e raramente incolor e verde. Às vezes, é comum se empregar o termo *sherry* (jerez ou rosé), para cristais de coloração castanho amarelado ou castanho alaranjado. Em alguns raros casos, estes cristais se apresentam bicolors, mostrando um zoneamento do centro para as bordas ou ao longo do eixo c. Cristais deste tipo são encontrados nas jazidas de Bela Vista, Capão do Lana e Dom Bosco (Gandini 1994). Na Figura 8.19 pode ser observado dois cristais de topázio imperial, euédricos, com clivagem basal perfeita e coloração conhaque bastante intensa e sem aproveitamento como mineral-gema.



Figura 8.19 - Dois cristais de topázio imperial, euédrico, com clivagem basal perfeita e coloração conhaque bastante intensa e sem aproveitamento como mineral-gema.

Em termos gemológicos, o tratamento térmico prejudica o topázio, pois a mudança é para matizes menos valorizados, ou seja, modificando do vermelho conhaque para um rosa e, finalizando, como incolor (César-Mendes *et al.* 2001).

Quanto ao topázio incolor e azul, a grande produtora é a região de Padre Paraíso. Nos vales de Americaninha, Ponto de Marambaia e Catugi, ele é extraído dos depósitos aluvionares há mais de 50 anos e, atualmente, também de lavras pegmatíticas. Quase a totalidade da produção é destinada ao melhoramento de cor (*enhancement*). A irradiação, seguida de tratamento térmico, é uma prática usual no mercado de topázio azul uma vez que, geralmente, na natureza, só é encontrado incolor ou com matiz azul pouco intenso. As gemas oriundas do melhoramento de cor recebem denominações comerciais, já consagradas, como *sky blue*, *swiss blue* e *london blue*, referindo-se a diferentes tonalidades de azul. Normalmente, a qualidade final do topázio incolor irradiado está relacionada ao tipo de rocha hospedeira. Topázio proveniente de *greisen* de Rondônia mostra-se incolor e após tratamento os resultados não são satisfatórios, sendo pouca a mudança para a cor azul, ou mesmo não ocorrendo. Nos provenientes de pegmatitos intrudidos em gnaisses, como em Catugi e aluviões de Marambaia, os cristais amarelos variando de tons claros a intensos, quando irradiados resultam num azul profundo. Os pegmatitos intrudidos em mica xisto, como os de Virgem da Lapa, onde os exemplares são incolores a azuis, após irradiados tendem para um matiz azul menos intenso.

Entre os grandes cristais de topázio de origem pegmatítica, Cassedanne (1989) cita um espécime pesando 504 gramas, talvez o maior cristal já encontrado. Nas regiões de Araçuaí e Padre Paraíso, encontram-se megacristais, alguns pesando vários quilos, utilizados como gema ou como espécimes de coleção, apreciados pelos museus de todo o mundo. Amostras de coleções excepcionais, algumas pesando dezenas de quilos, foram extraídas nas Lavras do Limoeiro e do Xanda, em Virgem da Lapa. Estas lavras produziram grandes espécimes euédricos, nas cores azul, dourado e amarelo, famosos em todo o mundo. A Lavra do Xanda se tornou famosa pela produção de cristais gigantes, alguns de cor azul, mostrando faces perfeitas, chegando até 30 quilogramas. A Figura 8.20 mostra um cristal de topázio azul natural, euédrico e proveniente dos pegmatitos da região de Itinga, no nordeste de Minas Gerais.



Figura 8.20 - Um cristal de topázio, pesando 2,61 quilogramas, com coloração natural azulada pouco intensa, euédrico e proveniente de pegmatitos da região de Itinga, Minas Gerais.

8.3 - VARIEDADES DE QUARTZO.

As variedades gemológicas do quartzo cristalina são muito abundantes no Brasil. Ametista, citrino, quartzo rosa, fumê e hialino, utilizados *in natura*, são comuns em várias regiões e a aplicação de tratamento por irradiação gama, seguida ou não de tratamento térmico em quartzo hialino, amplia sobremaneira o seu potencial no mercado de gemas. Quanto as variedades criptocristalinas, o Brasil também é um dos maiores produtores mundiais, principalmente com as ágatas do Rio Grande do Sul e as opalas de Piauí.

Inicialmente serão enfatizadas as variedades cristalinas de quartzo, uma vez que excetuando-se o Rio Grande do Sul e o Piauí, no resto do Brasil há um predomínio de variedades macrocristalinas de quartzo. Entre essas variedades naturais, destaca-se ametista (em Minas Gerais, Bahia, Pará e outros), citrino (Bahia e Rio Grande do Sul), quartzo hialino ou cristal de rocha (principalmente nos veios hidrotermais da Serra do Espinhaço e nos núcleos pegmatíticos), prasiolita (em Montezuma, Minas Gerais), quartzo rosa (principalmente nos núcleos pegmatíticos da Província Pegmatítica Oriental e da Nordeste), *fumê* ou morion (nos pegmatitos da região de Pancas e Colatina, no Espírito Santo) e quartzo com inclusões diversas (nos ambientes pegmatíticos de Minas Gerais, formando as conhecidas *lodolitas*).

Apesar de sua composição química situar-se próximo a 100% de SiO_2 , os pequenos percentuais de impurezas de ferro e alumínio ou inclusões determinam as variedades gemológicas naturais enquanto as impurezas cromóforas possibilitam a criação de novas cores a partir de irradiação gama, permitindo o surgimento de novas gemas no mercado mundial. Somente em ambientes pegmatíticos e hidrotermais são encontrados quartzo hialino, com um percentual de elementos dopantes que propiciam o aparecimento de cores, a partir da aplicação de irradiação gama seguida ou não de tratamento térmico. A Figura 8.21 mostra um veio hidrotermal, onde existem porções de quartzo hialino, apesar de ser explotado para a indústria de silício metálico.



Figura 8.21 - Um veio de quartzo hidrotermal, com um comprimento de 3,0 quilômetros por uma média de 60 metros de potência, encaixado nos quartzitos do Espinhaço, na região de Olhos D'Água, Minas Gerais.

Os principais contextos geológicos que dão origem a esse mineral-gema no Brasil são os depósitos de origem pegmatítica, os veios de quartzo em ambientes hidrotermais, os geodos de derrames basálticos, e aluviões e coluviões próximos a todos esses corpos.

Nos pegmatitos, o quartzo ocorre principalmente no núcleo e nas outras zonas do corpo. Geralmente, é encontrado com aspecto leitoso, porém pode ser hialino, amarelo (citrino), rosa, fumê e raramente violeta (ametista). Essas porções hialinas são encontradas nos núcleos de pegmatitos. Também pode estar preenchido por grande quantidade de inclusões cristalinas como turmalina e argilominerais, proporcionando belos efeitos ópticos, quando lapidados na forma de cabochão e produzindo as *lodolitas*.

Citando apenas alguns, dentre os muitos que poderiam ser exemplificados, serão apresentados os casos dos pegmatitos e caldeirões com quartzo do Vale do Rio Doce, em Minas Gerais. De São Geraldo do Baixio, próximo a Governador Valadares, são retiradas, em caldeirões pegmatíticos, toneladas de quartzo *fumê*, hialino e citrino. No início de 2002, foi encontrado um caldeirão com 32 toneladas destas variedades. Trata-se de um ambiente muito particular, pois apesar da proximidade com pegmatitos produtores de turmalina e outras gemas, o sistema era rico somente em sílica, permitindo a formação de caldeirões preenchidos apenas por quartzo.

Próximo a Galiléia, corpos pegmatíticos como os da Mina do Bode e a Boca Rica foram viabilizados a partir da exploração de seus núcleos quartzosos, para a irradiação gama seguida ou não de tratamento térmico, visando a produção de *green gold*, *beer*, *champagne* e *whisky*. Lógico que esse quartzo porta elementos dopantes que na natureza não possibiltou criar cor, mas com aplicação de tecnologias modernas (já bem conhecidas no Brasil), como a irradiação gama, são criadas novas variedades para a produção artesanal de alto valor agregado e gemas.

Nas regiões de Araçuaí e Joáima (Minas Gerais) são retiradas milhares de toneladas de quartzo rosa nos núcleos dos pegmatitos altamente diferenciados. Quando límpidos, são utilizados na indústria de lapidação para a confecção de cabochões. A Mina da Ilha, em Araçuaí, é famosa pelo quartzo rosa euédrico encontrado nos caldeirões, chamados de canga rosa, muito valorizado como amostra de coleção.

Próximo a Caratinga (Minas Gerais), ametistas biterminadas com coloração violeta intensa também são encontradas em caldeirões pegmatíticos. Ainda dentro do contexto pegmatítico, muitos cristais de quartzo apresentam inclusões cristalinas que os tornam comercialmente viáveis. Quartzo com turmalina, argilominerais, hidróxidos de ferro e manganês e mica rosa são comercializados com os mais diversos nomes, entre eles, *lodolita* (inclusões de argilominerais) e *dendrita* (hidróxidos).

Quanto aos veios hidrotermais, os filões de quartzo representam um contexto geológico extremamente importante economicamente, principalmente no Espinhaço, em Minas Gerais, e na Bahia. Veios hidrotermais ricos em sílica preenchendo fraturas em quartzitos proterozóicos são responsáveis pela enorme produção de quartzo hialino, além das variedades de prasiolita, ametista e algum quartzo rutilado. A prasiolita só é encontrada em veios hidrotermais de quartzo próximo a cidade de Montezuma (norte de Minas Gerais), onde ela é produto do tratamento térmico dessas ametistas. Próximo a Realeza (Minas Gerais), ametista é retirada de veios hidrotermais em quartzitos proterozóicos. É bem sabido que a região de Ibitiária, na Bahia, é a única produtora mundial de quartzo rutilado de qualidade excepcional e apreciado pelas grandes joalherias do mundo.

A região de Curvelo, Corinto e Diamantina (todas em Minas Gerais) é uma tradicional produtora de quartzo hialiano. Filões de quartzo subverticalizados, alguns com espessura de até 50 metros estendendo-se por mais de 1 quilometro de comprimento, cortam os quartzitos da Serra do Espinhaço. Grandes geodos preenchidos por cristais límpidos são encontrados dispersos nesses filões, como no Morro da Mina, próximo a Corinto, que é trabalhado ininterruptamente há mais de 50 anos. Na região de Joaquim Felício, a norte de Curvelo, os

cristais de quartzo hialino submetidos a tratamento por irradiação e aquecimento, transformam-se em ametistas de cor violeta intensa. Trata-se da única mina no mundo onde após irradiação, o quartzo hialino se transforma em ametista de excelente qualidade gemológica (Figura 8.22).



Figura 8.22 - Cristal de quartzo, antes e depois da irradiação gama, oriundo dos veios hidrotermais da Mina do Tião, na região de Joaquim Felício, Minas Gerais (Fotografia de Marcelo Drummond, em Drummond 2009).

Na Figura 8.23 pode ser visto o veio hidrotermal de quartzo, na Mina Comecha, cortando os quartzitos da Serra do Espinhaço. No centro da fotografia, observa-se o vazio dentro do veio hidrotermal onde o quartzo tem espaço para crescer e formar as belas amostras de coleção apreciadas por todos os grandes colecionadores e museus do mundo.

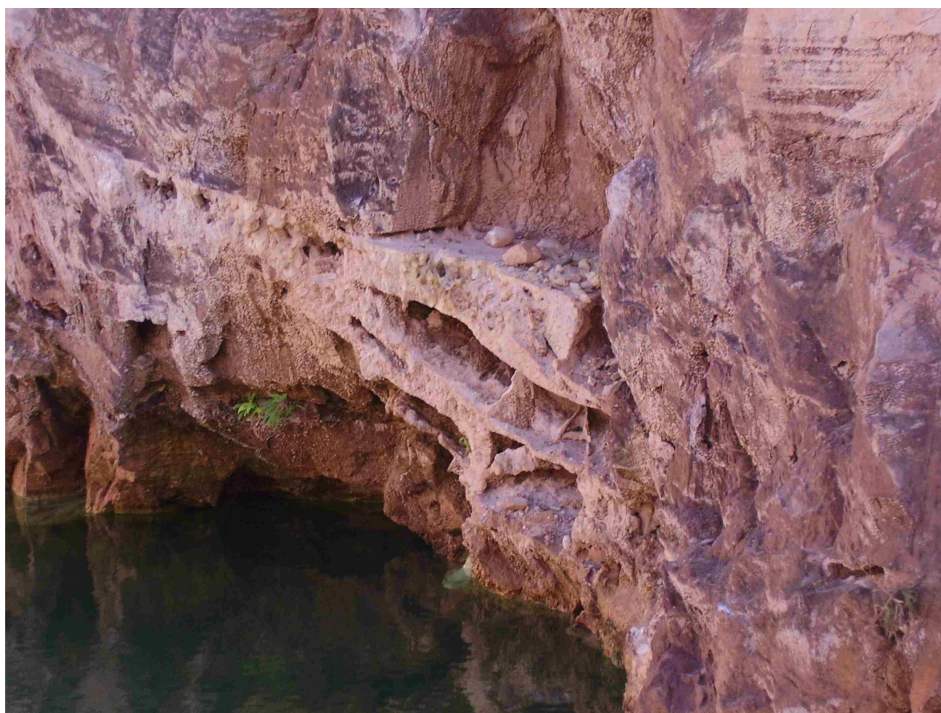


Figura 8.23 - Um dos veios de quartzo hidrotermal na Mina Comecha, região de Joaquim Felício (Minas Gerais), onde as atividades de mineração são feitas visando a retirada de amostra de coleção (Fotografia de Marcelo Drummond, em Drummond 2009).

Na Figura 8.24 é visto uma das amostras de coleção de quartzo hialino perfeitamente euédrico produzida nos veios hidrotermais da Mina Comecha, região de Joaquim Felício, próximo a Montes Claros, no centro-norte de Minas Gerais.



Figura 8.24 - Cristais de quartzo euédrico de veio hidrotermal da Mina Comecha, na região de Joaquim Felício (Minas Gerais). Essa peça é destinada ao comercio de amostra de coleção (Fotografia de Marcelo Drummond, em Drummond 2009).

Ao sudoeste da cidade de Montezuma, no norte de Minas Gerais, os filões subverticalizados com ametista cortam os quartzitos da Serra do Espinhaço. Nesses veios, com espessura de até 2 metros e extensão de mais de 100 metros, encontram-se grandes drusas de ametista. É uma ocorrência muito particular, visto que a ametista é de boa qualidade e no tratamento térmico muda para uma rara cor verde. É a única mina de prasiolita do mundo e o material produzido é muito apreciado por colecionadores.

Na Serra do Sudário (Manhuaçu, Minas Gerais), a ametista é encontrada em argila amarela, dentro de fraturas no quartzito, constituindo filões sem nenhuma orientação preferencial. O material dessa região é apropriado para artesanato mineral, apesar do pouco aproveitamento como gema lapidada.

Outro depósito muito conhecido e considerável de quartzo hialino é o da região de Cristalina, no Estado de Goiás. Similar aos veios hidrotermais da Serra do Espinhaço, ali também são encontrados filões cortando rochas quartzíticas. Trata-se de uma região clássica na produção de peças ornamentais e para a confecção de artesanato mineral, além de um centro de lapidação praticamente voltado para a obtenção de gemas de quartzo para a indústria joalheira. O Brasil também tem outros depósitos importantes de variedades gemológicas do quartzo, como os próximos à cidade de Marabá (no Pará) e Cristalândia (no Tocantins). Do Pará saíam as melhores ametista naturais do Brasil, como as de Pau D'Arco e as de Marabá; enquanto a mineração nos veios hidrotermais de Cristalândia é quase totalmente voltada para a

produção de megapeças de quartzo (algumas pesando mais de 20 toneladas) e para a aplicação na indústria de silício metálico. Em Cristalândia também é produzido um pouco de ametista, geralmente utilizada na indústria artesanal. A Figura 8.25 mostra um megacrystal de quartzo, produzido em Cristalândia e destinado unicamente a ornamentação ou como peça de grandes museus no mundo.



Figura 8.25 - Megacrystal de quartzo euédrico de veio hidrotermal da região de Cristalândia (Estado do Tocantins). Esta peça é destinada a ornamentação ou como coleção de grandes museus (Fotografia de Antonio Liccardo).

Quanto as variedades criptocristalinas do quartzo, os grandes depósitos são os de opala (Estado do Piauí) e a calcedônia e ágata associadas aos derrames basálticos do sul do Brasil.

Quanto a opala, o Brasil é um dos grandes produtores mundiais de opala nobre, com a produção concentrada quase que exclusivamente em Pedro II, no Estado do Piauí. Nessa localidade, as primeiras opalas foram encontradas em 1940 e, desde então, têm sido explotadas ininterruptamente. Além dessas jazidas de Pedro II, desde meados da década de 90, opalas de fogo são retiradas de depósitos em Buriti dos Montes, também no Piauí.

A opala é um óxido de silício hidratado de fórmula $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, com teores de água atingindo até 30%. A perda desta água sob a ação do calor, resulta na formação de fraturas e numa diminuição do seu característico jogo de cores. Diferente das outras gemas, a opala não é um material cristalino e sua estrutura consiste em um arranjo regular de esferas de sílica amorfa, mostrando um espaçamento regular entre essas esferas. Sua dureza varia de 5,5 a 6,5, densidade de 1,9 a 2,2 e índice de refração entre 1,44 e 1,46. Possui aspecto leitoso ou opalescente, podendo mostrar jogo de cores devido ao efeito óptico produzido por uma rede de difração. O jogo de cores apresentado por uma opala é função do tamanho das esferas de sílica e do espaço intersticial entre elas. As opalas de fogo não são opalescentes, apresentam

uma cor vermelho ou alaranjado, que se deve a pequenas quantidades de ferro na sua estrutura (Gübelin & Koivula 1986).

São consideradas opalas nobres, aquelas apresentando jogo de cores intenso, no qual as cores vermelha e rosa superam o verde. As opalas nobres extras são aquelas que apresentam jogo de cores muito forte, com predominância de vermelho e rosa. A opala é classificada como comum quando é inteiramente leitosa, nas cores branca, amarela ou verde, sem jogo de cores. As opalas de Pedro II apresentam teores de água inferiores aos encontrados nas de outros países, sendo as mais duras do mundo, com dureza variando de 6,0 a 6,5, porém apresentando uma baixa sensibilidade ao calor (Rosa 1988). Em termos de classificação comercial, grande parte da produção em Pedro II, é considerada como opala nobre de qualidade boa a extra.

Em relação às opalas de Buriti dos Montes, suas cores se devem à cimentação do espaço intersticial entre as esferas de sílica, por um cimento também de sílica. Este fato permite que a luz incidente tenha uma continuidade óptica entre as esferas e o cimento, conferindo à gema uma grande transparência, porém com ausência de jogo de cores. O diâmetro das esferas de sílica situa-se entre 240 e 300nm, faixa característica do comprimento de onda responsável pelas cores avermelhadas dessa opala (Gomes 2002). Na região são vários os pontos de ocorrência, com produção constante de material de boa qualidade, o que indica ótimas possibilidades para essa opala de fogo no mercado de gemas.

Na Figura 8.26 podem ser observados os condicionantes geológicos que propiciaram a formação e acumulação da opala na região de Pedro II e Buritis dos Montes. Em ambos os jazimentos ocorrem intrusões ígneas (nesse caso, diques de diabásio - como à direita desta figura) e aureolas hidrotermalizadas no arenito da Bacia do Maranhão (a faixa aproximadamente vertical e de coloração esbranquiçada a avermelhada, no centro da figura). Esse é o condicionante que os garimpeiros procuram para retirar as opalas.

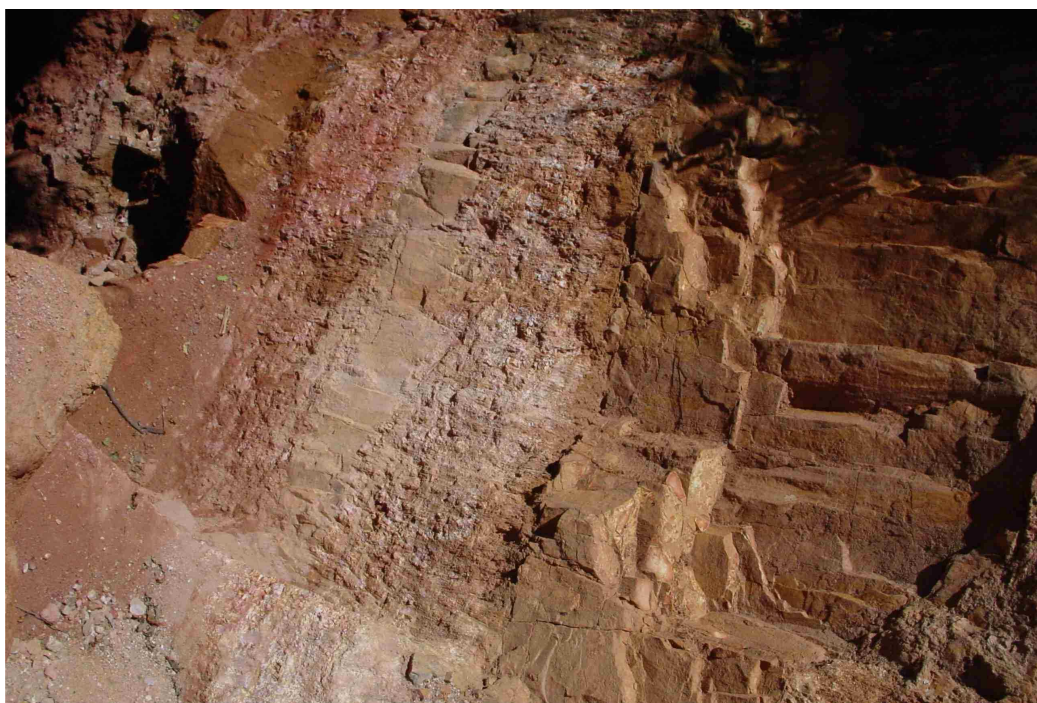


Figura 8.26 - O condicionante geológico (dique de diabásio e arenito hidrotermalizado) da mineralização de opala em Pedro II e Buritis dos Montes, no Estado do Piauí (Fotografia de Antonio Liccardo).

O condicionante geológico da opala do Piauí pode ser sintetizado como é apresentado a seguir. A região onde são encontradas as opalas está relacionada ao Lineamento Transbrasiliano, que teria controlado a deposição dos sedimentos fanerozóicos da Bacia do

Maranhão. Com a reativação desse lineamento, houve a intrusão de vulcanismo básico fissural, presente em toda a bacia. A presença de soleiras e diques na região de Pedro II, teria originado o ambiente hidrotermal que liberou a sílica para a formação da opala. As intrusões básicas forneceram o calor, modificaram o pH e fraturaram os arenitos, e a circulação hidrotermal posterior foi responsável pela deposição da opala ao longo das fissuras e fendas da rocha (Martins Junior 1983; Souza 1985). Esse mesmo ambiente é encontrado em Buriti dos Montes, com a associação de arenito e diabásio (Gomes 2002).

Na Figura 8.27 observa-se opalas de Pedro II, mostrando o típico jogo de cores das opalas nobres. Opalas com essas características são encontradas somente na Austrália e em Pedro II, o que demonstra a importância desta mina brasileira.

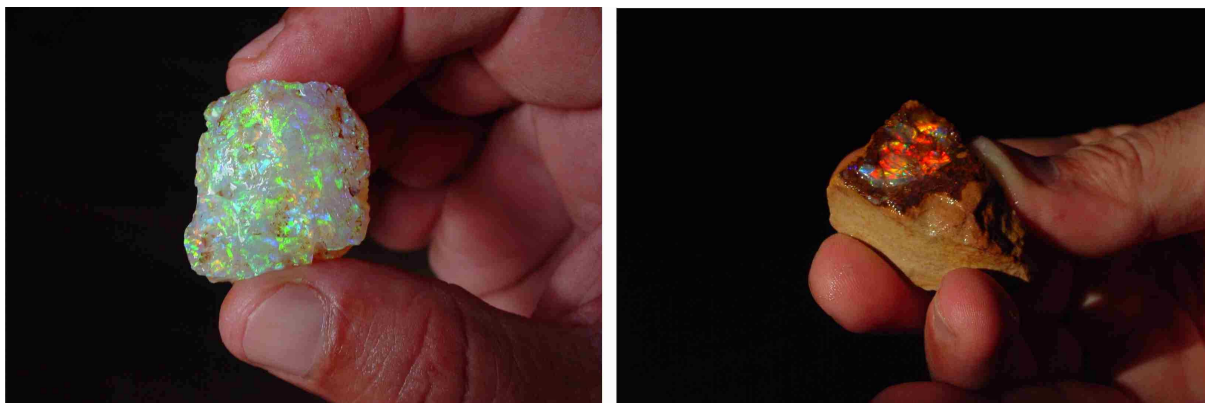


Figura 8.27 – Opala nobre de Pedro II (Piauí), mostrando um belíssimo e raro jogo de cores (Fotografia de Antonio Liccardo).

Com gênese similar à de Pedro II, a opala de Buritis dos Montes mostra um efeito totalmente distinto, semelhante às famosas opalas de fogo do México. Na Figura 8.28 está representada uma dessas opalas de fogo de Buritis dos Montes.



Figura 8.28 - Uma opala de fogo de Buritis dos Montes, no Estado do Piauí (Fotografia de Antonio Liccardo).

Um aspecto interessante na exploração da opala de fogo de Buritis dos Montes é a ocorrência de uma massa escura com belos veios de opala (Figura 8.29). Esse material descartado pelos garimpeiros é potencial para a montagem de uma estrutura para artesanato.

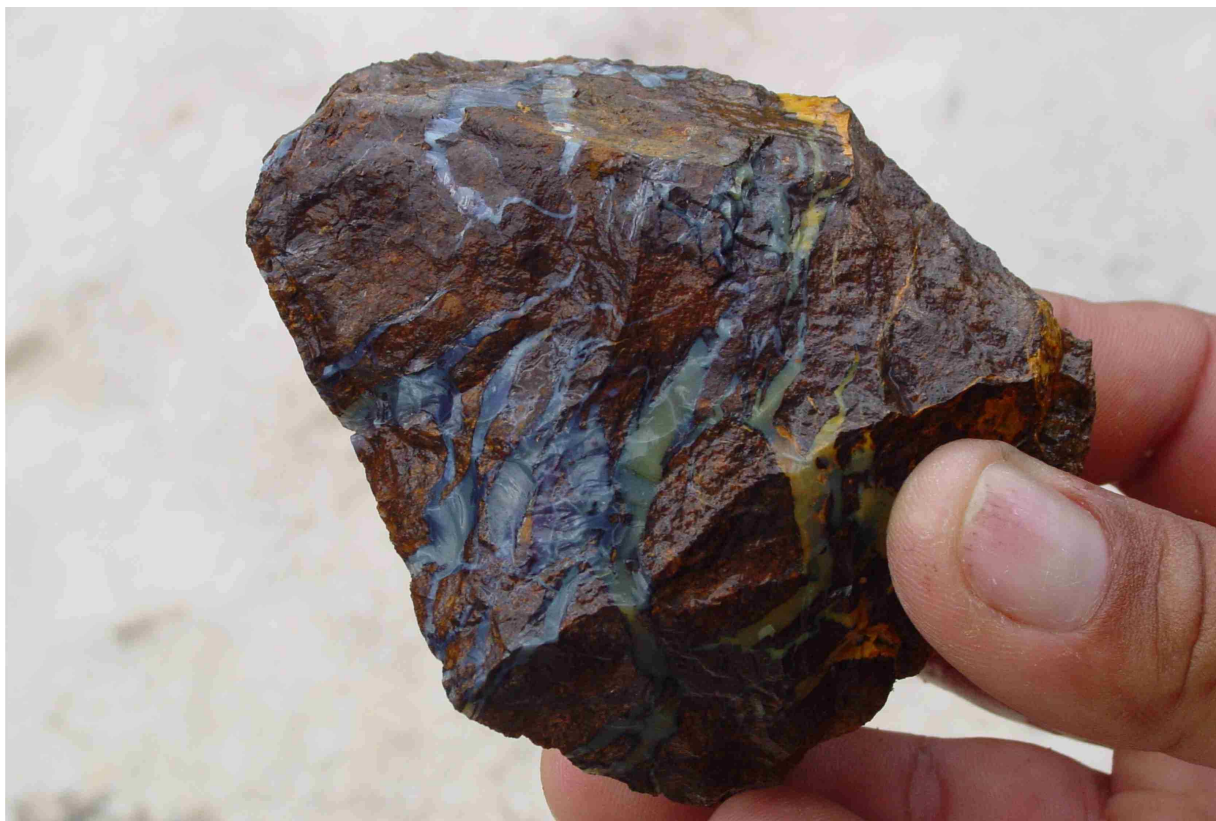


Figura 8.29 - A massa escura com opala em Buritis dos Montes (Fotografia de Antonio Liccardo).

A opala de Pedro II pode ser encontrada tanto em depósitos primários como em secundários. Nos depósitos primários, é retirada de veios no arenito próximo às intrusões básicas, enquanto nos secundários, elas ocorrem em depósitos eluvionares sobrepostos à rocha primária e aluviões das principais drenagens da região. Uma das maiores minas de Pedro II é a de Boi Morto, explotada há mais de meio século e de onde são extraídas as melhores opalas brasileiras. Essa gema é encontrada até uma profundidade de 50 metros, em arenitos horizontalizados intercalados com siltitos, folhelhos, níveis de brechas e diabásios intrusivos. No arenito, a mineralização ocorre nas fraturas de dimensões milimétricas a centimétricas, com a opala sendo retirada na forma de fragmentos de tamanho variável. Nos depósitos secundários, principalmente ao longo dos aluviões do rio Corrente, também são retiradas opalas de excelente qualidade.

Na região de Buritis dos Montes, a opala de fogo é encontrada nos veios verticalizados que cortam os arenitos. As mineralizações estão situadas na zona de contato entre as rochas básicas e o arenito, controladas por fraturas paralelas ao corpo intrusivo. Nessas ocorrências primárias, a opala é retirada de veios com até três (03) metros de espessura e 150 metros de comprimento (Gomes 2002).

Outro aspecto a ser considerado quanto as variedades cristalinas de quartzo é o melhoramento de cores (*enhancement*). Na região de Pancas (Espírito Santo), cristais de rocha límpido e fumê são encontrados nos aluviões que cortam os batólitos graníticos, onde estão encaixados os pegmatitos mineralizados em água-marinha. Esse material destina-se à produção de artesanato mineral, como esferas e pirâmides e ainda, quando submetido a tratamento térmico, transforma-se em citrinos de coloração amarela muito intensa.

Na região de Corinto e Curvelo, inúmeros depósitos quaternários associados aos filões hidrotermais são trabalhados visando a retirada de cristal de rocha. A aplicação ostensiva de tratamento por irradiação em quartzo, está viabilizando muitas jazidas até há pouco tempo

antieconômicas e inviabilizando temporariamente a produção das variedades coloridas naturais de quartzo. Essas variedades irradiadas já substituem grande parte da ametista, citrino e fumê.

O quartzo de Joaquim Felício, produzido em toneladas, é irradiado e vendido em quantidades e preços que inviabilizam a produção de ametistas naturais de veios hidrotermais. Em vários pegmatitos produtores de turmalina, o quartzo é um subproduto que, irradiado, transforma-se em citrino. Citando apenas um exemplo, o quartzo hialino da Mina do Tião é retirado em quantidade apreciável, e vendido para o mercado chinês, onde é irradiado e produz ametista com coloração violeta muito mais homogênea que as naturais. Tal fato implica numa ametista de melhor qualidade que as naturais e uma maior aceitação pelo mercado mundial de gemas e de joalheria. Lógico que o seu preço será igual ou mais elevado que uma ametista natural, pois não é necessário um lapidário com grande qualidade para a colocação da mesa da pedra perpendicular ao zoneamento de cores (as ametistas naturais mostram faixas incolores e violeta).

Quanto ao melhoramento de cores em quartzo de origem pegmatítica, a tecnologia atual produz gemas que o mercado já conhece, além de ter criado novas variedades, até então desconhecidas pelo mercado, como o *green gold*, *beer*, *whisky* e *champagne*. A partir disso, alguns corpos pegmatíticos, como o do Cavalo Morto (São José da Safira, Minas Gerais) e as Minas do Bode e da Boca Rica (próximo à Galiléia), passaram a ser trabalhadas exclusivamente para a retirada de quartzo, visando a irradiação gama. Desses cristais hialinos de quartzo pegmatítico, podem ser produzidos após sofrerem irradiação gama é produzido o fumê, citrino e ametista; além de novas variedades como *green gold*, *beer*, *whisky* e *champagne*, que não tem similar na natureza. Esses cristais de quartzo hialino são vendidos, em média, a US\$4.00 o quilograma, e após sofrer irradiação gama (principalmente na China), são vendidos por até US\$3.000.00 o quilo. Citando apenas um exemplo, estava sendo oferecida, no mercado virtual, uma figura de Buda confeccionado com citrino do Brasil, pesando cerca de 1 quilograma, por US\$3.000,00.

Para a irradiação gama seguida ou não de tratamento térmico, além de equipamentos disponíveis, faz-se necessário a criação de recurso humano altamente qualificado. Um primeiro passo seria definir quais ambientes podem produzir variedades gemológicas já conhecidas ou as novas criadas pela tecnologia atual. No Centro Gemológico do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto foi defendida uma dissertação de mestrado onde é apontada a relação entre o ambiente geológico e o potencial de criação de cores no quartzo (Drummond 2009). Foi demonstrado que os cristais de quartzo hialino amostrados em ambiente hidrotermal são passíveis de mudar a cor para ametista com coloração homogênea e muito intensa, durante a irradiação gama. Já naqueles cristais retirados de ambiente pegmatítico rico em lítio, durante a aplicação de irradiação gama seguida ou não de tratamento térmico, podem ser criadas as novas variedades gemológicas *green gold*, *beer*, *whisky* e *champagne*. Como já foi anteriormente constatado, os garimpeiros chamavam o núcleo de quartzo dos corpos pegmatíticos de *emburrados* por serem um local onde deveria ser deixado de lado pois dificultava o avanço de seu trabalho. A partir do advento da irradiação gama, esse *emburrado* passou a ser agradável e virou uma nova oportunidade de mineração e negócio. Portanto, a relação ambiente natural e potencial de melhoramento de cor já é bem conhecida.

O passo seguinte seria conhecer todas as etapas laboratoriais que propiciam afirmar sobre a possibilidade de mudança de cor na etapa de irradiação gama seguida ou não de tratamento térmico, num determinado cristal hialino de quartzo. Esse passo foi vencido pelos profissionais do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN/BH), onde o Prof. Dr. Lameiras demonstrou que um simples teste de espectro de infravermelho informa sobre a

possibilidade de aparecimento de uma nova cor. A partir disso, basta irradiar o cristal e demonstra a necessidade ou não de tratá-lo termicamente.

A Figura 8.30 mostra a escultura de um porco confeccionada com quartzo hialino irradiado do Brasil, onde é possível ver a cor intensa criada no citrino e, claramente, a possibilidade de agregação de valor a partir de um *design* bem elaborado e um bom artesão.



Figura 8.30 - Um porco feito com citrino obtido a partir da irradiação gama de um quartzo hialino brasileiro.

Finalizando este capítulo, não pode ser deixado de mencionar o contexto geológico das variedades de quartzo, associadas a derrames basálticos da Bacia do Paraná. Em derrames mais ácidos, ou seja, no topo da sequência de derrames dessa bacia, existe possibilidade da ocorrência de grandes geodos, como na região de Soledade, Lajeado e Ametista do Sul, no Estado do Rio Grande do Sul. Esses geodos, que podem estar parcialmente preenchidos por ametista, podem ser utilizados como belíssimas amostras de coleção que são vendidas em todo o mundo como as famosas capelas de ametista ou serem destruídas, dependendo da qualidade dos cristais, para a retirada de minerais-gemas. A Figura 8.31 mostra uma dessas capelas vendidas em todo o mundo. Dessas ametistas podem ser retiradas as ametistas do Rio Grande do Sul ou, quando elas forem de qualidade inferior, podem ser tratadas termicamente transformando-se em citrino de excelente qualidade. Esses citrinos são errôneamente, chamadas de topázio rio grande.



Figura 8.31 - Um geodo de ametista retirado de basalto do Rio Grande do Sul.

Algumas vezes esses geodos podem estar preenchidos pelas variedades criptocristalinas do quartzo (ágata, calcedônia e outras), transformando essa região do sul do país na maior produtora desse bem mineral em todo o mundo. Essas ágatas podem ser tingidas, e delas são confeccionados inúmeros objetos apreciados pelo mercado. A Figura 8.32 apresenta uma capa

de caldeirão quebrada para a retirada de ametista para o setor de gemas e uma ágata fatiada, tingida e polida, o que propiciou uma bela peça de coleção.



Figura 8.32 - Uma placa de ametista e uma ágata tingida do Rio Grande do Sul.

8.4 - ESMERALDA DE CAMPOS VERDES (GOIÁS).

Indícios de esmeraldas são conhecidos nos terrenos proterozóicos e arqueanos do Estado de Goiás, sendo encontradas ocorrências nas localidades de Pirenópolis, Porangatu e Itaberaí.

Além das esmeraldas de origem pegmatítica já mencionada no início deste capítulo, a 23 km da sede do município de Santa Terezinha de Goiás aconteceu o grande achado de esmeralda no Brasil. Nesse local prosperou um dos maiores garimpos da história do país, com grande aglomeração de pessoas que criaram uma vila, posteriormente emancipada como Campos Verdes.

O início da atividade garimpeira em Santa Terezinha de Goiás data de abril de 1981, quando pedras verdes foram casualmente descobertas durante a abertura de uma estrada vicinal para a Fazenda São João. Após identificadas como esmeralda, deu-se início a uma verdadeira corrida de garimpeiros vindos da Bahia, que já tinham experiência em Carnaíba, fazendo surgir assim o garimpo, que mais tarde foi reconhecido como Reserva Legal de Garimpagem. No início das atividades a produção era tamanha, que os moradores locais guardavam esmeraldas em latas de 20 litros em suas casas. Até meados dos anos 90, Santa Terezinha de Goiás manteve a hegemonia como o principal produtor de esmeralda no Brasil.

A jazida de Santa Terezinha de Goiás situa-se no centro-oeste do Estado de Goiás, na área urbana do município de Campos Verdes, distando 300 quilômetros de Goiânia, a capital do estado.

Essa jazida encontra-se num cinturão de rochas metamórficas proterozóicas, cujo embasamento é representado por rochas gnáissicas e as supracrustais pelos metassedimentos da Sequência de Santa Terezinha (*Greenstone Belt* de Crixás). Na região do garimpo, ocorrem xistos formados por quartzo, carbonato, talco, biotita / flogopita, moscovita e clorita. As rochas xistosas constituídas essencialmente de talco e carbonato são as portadoras da esmeralda. A sudoeste da região ocorre o granito de São José do Alegre (César-Mendes 1989).

No tocante à gênese dessa esmeralda, a ordem dos eventos que culminaram com a formação do mineral-gema teve início com os derrames ultramáficos da Sequência *Greenstone Belt* de Crixás. Os níveis ultramáficos dessa sequência sofreram metamorfismo regional produzindo rochas tipo talco xisto e biotita xisto. Intrusões ácidas, embora não existam evidências delas na área do garimpo, teriam fornecido soluções ricas em berílio, que

percolaram níveis permeáveis de xistos da Sequência Santa Terezinha. Uma possível fonte dos fluidos berilíferos para a mineralização de esmeralda seria o granito de São José do Alegre. Os níveis de xistos metaultramáficos, por onde percolaram as soluções carreadoras do berílio, eram ricos nos elementos cromo, vanádio e ferro, como atesta a presença da cromita na forma de inclusões na esmeralda e mineral acessório na encaixante. Corpos pegmatíticos não foram observados em nenhuma das frentes de lavra, indicando uma gênese diferente do modelo clássico de mineralização de esmeralda (César-Mendes 1989; Schwarz & Giuliani 2001).

Com relação aos controles do depósito, dois fatores básicos influenciaram a mineralização de esmeralda em Santa Terezinha de Goiás. Um de carácter estrutural, representado por dobras em monoclinais, que os garimpeiros chamam de *canoões*, e outro litológico, representado por camadas de talco xisto e lentes de biotita / flogopita xisto (César-Mendes 1989).

Na época da descoberta da esmeralda, a atividade garimpeira se processava nas coberturas eluviais a pequenas profundidades, atingidas por poços rasos, caracterizando um garimpo desordenado. Com a chegada de garimpeiros experientes de Carnaíba, iniciou-se a instalação de trabalhos subterrâneos, através de poços profundos e galerias. Os poços são locados dentro da área demarcada pela cooperativa de garimpeiros e uma vez atingido o horizonte mineralizado, prossegue-se com a abertura de galerias dentro do corpo de talco xisto. No auge da atividade garimpeira, alguns poços atingiram profundidades maiores que 300 metros. No desmonte do material são utilizados desde ferramentas rudimentares, como alavancas e picaretas, até marteletes e guinchos elétricos. Nos serviços com infiltração de água, utiliza-se bombeamento com motores elétricos.

O xisto mineralizado retirado das galerias é testado e vendido em carrinhos-de-mão por preços variáveis em função da suposta quantidade e qualidade de esmeralda nele contida. O minério passa por um processo de desagregação muito rudimentar no qual famílias inteiras, incluindo mulheres e idosos, participam, separando e classificando a esmeralda.

As esmeraldas são encontradas nos talco xistos, biotita xistos e em veios carbonatados de dolomita e magnesita. Normalmente, os cristais ocorrem na sua forma característica de prisma com seção hexagonal, de dimensões pequenas, raramente ultrapassando três (03) centímetros de comprimento. Análises químicas revelaram que os principais elementos cromóforos são o cromo (variando de 0,08 a 1,34% de Cr_2O_3) e vanádio (menor que 0,02% de V_2O_5), existindo uma correlação direta entre os teores e a intensidade de cor (César-Mendes 1989).

Essas esmeraldas são conhecidas pela sua cor verde intensa, índices de refração variando de 1,580 a 1,597 (n_e) e de 1,586 a 1,599 (n_o) e birrefringência de 0,001 a 0,010. Diferente das demais esmeraldas brasileiras, a de Santa Terezinha de Goiás caracteriza-se pela grande quantidade de inclusões sólidas e a quase ausência de inclusões fluidas. Entre as sólidas destacam-se, por ordem de importância, a cromita, carbonatos, talco, flogopita, pirita, patronita, quartzo, barita, berilo e ferropargasita. As inclusões fluidas constituem uma feição notável, à medida que exibem formas retangulares, subcirculares e ainda irregulares estiradas, mas sempre de dimensões muito reduzidas (César-Mendes & Svisero 1988).

Uma característica desta jazida é a grande quantidade de esmeralda produzida com coloração intensa, porém com baixa qualidade gemológica. Esse fato deve-se ao excesso de inclusões sólidas, principalmente cromita (picotita) e carbonatos, que leva a uma diminuição da transparência, resultando num baixo percentual de gemas de alto valor. A presença de carbonato como inclusão permite a sua retirada por dissolução e o posterior preenchimento da cavidade por impregnação de resinas e óleos, com índice de refração próximo ao da esmeralda. Comercialmente, além de gemas de alta qualidade, grande parte do material inferior é destinada a indústria de colares e outras jóias de baixo valor.

Finalizando este capítulo pode-se afirmar que foram citadas as minas mais representativas dos principais minerais-gemas no Brasil, enfatizando a mineralogia, os contextos de ambientes geológicos e genéticos e aspectos gemológicos ali encontrados, além da possibilidade de agregação de valores através de melhoramento de cores (*enhancement*), artesanato mineral e outros. Grande parte dos materiais retirados são descartados e muitas vezes valores podem ser agregados, bastando um bom *design* e um artesão qualificado.

CAPÍTULO 9

PRINCIPAIS EMPRESAS PRODUTORAS

Conforme foi demonstrado no Capítulo 8, a indústria produtora de minerais-gemas é muito pulverizada. A grande maioria da produção é realizada em pequenos garimpos e/ou cooperativas. As indústrias mecanizadas e oficiais são raras. Este setor vai ser tratado em 2 sub-itens: **A** - Lavra e Processamento Mecanizado e **B** - Artesanal/Garimpo.

A – Empresas com Lavra e Processamento Mecanizado (constituídas oficialmente):

Esmeralda: Minerações Belmont, Rocha (Canaã) e Piteiras

Kunzita e hiddenita: Geometa (Governador Valadares - MG) - do Dilermano.

Topázio Imperial de Ouro Preto: Mina do Capão e do Vermelhão, sediadas em Ouro Preto.

B – Alguns exemplos de produção artesanal/Garimpos de projeção no setor

Esmeralda: Garimpo da Capoeirana (Minas Gerais); Campos Verdes (Goiás); Carnaíba e Socotó (Bahia).

Outras variedades de berilo: água-marinha: garimpos na região de Ccoronel Murta e Santa Maria do Itabira (Minas Gerais); região de Pancas, Mimoso do Sul e Colatina (Espírito Santo), Medeiros Neto (Bahia); Tenente Ananias (Rio Grande do Norte) e Equador (Paraíba); morganita: região de Conselheiro Pena e Galiléia; heliodoro: Medeiros Neto.

Alexandrita: Minerações Itaitinga e do Shang, da região de Hematita.

Turmalinas: indicolita, verdelita e rubelita: garimpos da região de São José da Safira, Araçuaí e região de Conselheiro Pena (em Minas Gerais); turmalina da Paraíba: São José da Batalha.

CAPÍTULO 10

LAVRA E PROCESSAMENTO

Conforme foi demonstrado no Capítulo 8 sobre a produção de minerais-gemas, a grande maioria da produção é feita artesanalmente em garimpos, tanto na rocha primária (principalmente pegmatitos), quanto em aluviões. As indústrias mecanizadas são raras.

Este setor vai ser tratado em 2 sub-itens: - Lavra e Processamento Mecanizado e - Garimpo/Artesanal.

10.1 - LAVRA E PROCESSAMENTO MECANIZADO

Esmeralda

Descreveremos em seguida o processo de apuração de esmeralda na Mina Belmont, desde a retirada de minério nos túneis subterrâneos até a catação de esmeralda. O mesmo método de mineração é válido para Mina da Rocha (Canaã) e Piteira.

Mina Belmont – A Figura 10.1 apresenta uma vista geral da Mina Belmont. Os detalhes marcados como 1 e 2 são poços verticais onde, após 25 metros, existem galerias nas quais o minério não intemperizado é retirado.

Atualmente, na referida Mina estão banquetando o minério intemperizado, e somente será feita uma lavra a céu aberto.

O minério retirado é transportado para uma unidade de desagregação e deslamagem, onde é processado para a retirada de argila e areia fina.



Figura 10.1 - Vista geral da Mina Belmont. Os detalhes marcados como 1 e 2 – poços verticais onde, após 25 metros, existem galerias nas quais o minério não intemperizado é retirado.

A Figura 10.2 apresenta montes de xisto alterado com diferentes valores de esmeralda por tonelada de material retirado da Mina Belmont.



Figura 10.2 – Separação de montes de xisto alterado, com valores variáveis de esmeralda, entre 10 até 200 gramas por tonelada, da Mina Belmont.

A Figura 10.3 mostra a entrada de um túnel que permite a retirada de minério através de caminhões de grande porte.



Figura 10.3 – Entrada de túnel, o qual permite trânsito de caminhões utilizados na retirada de minério – Mina Belmont.

A Figura 10.4 mostra o poço do elevador da Mina Belmont.



Figura 10.4 – Vista do poço elevador – Mina Belmont.

A Figura 10.5 apresenta uma vista interna do túnel.



Figura 10.5 - Vista interna do túnel de mineração esmeralda – Mina Belmont.

A Figura 10.6 mostra um detalhe do quartzo no xisto, nas paredes do túnel subterrâneo.



Figura 10.6 - Detalhe de quartzo no xisto – Mina Belmont.

A Figura 10.7 apresenta a coleta do minério retirado da mina, para ser dado início ao processo de separação dos montes mostrados na Figura 10.2.



Figura 10.7 – Despejo em caçamba de minério retirado da Mina Belmont.

A Figura 10.8 mostra o início do processo na chegada do minério, o qual é submetido ao processo de deslamagem, através de jatos de água de alta pressão.



Figura 10.8 – Planta de deslamagem – Mina Belmont.

A Figura 10.9 mostra uma vista superior da primeira etapa de separação do minério retirado da mina.



Figura 10.9 – Vista superior do processo da primeira etapa do processo de separação da esmeralda – Mina Belmont.

As Figuras 10.10 e 10.11 mostram o sistema de tromel, na entrada do minério deslamado. Logo após, ocorre uma classificação do minério em 03 (três) faixas granulométricas, que são encaminhadas para 03 (três) silos diferentes - Mina Belmont.



Figura 10.10 – Entrada no sistema de tromel do minério deslamado - Mina Belmont.



Figura 10.11 - Tromel no final da peneira primária e uma peneira secundária- Mina Belmont.

Antigamente, o sistema de catação de esmeralda era manual. Todos os funcionários trabalhavam com roupas sem bolsos e o processo era filmado em preto e branco para coibir o roubo de mineral gema. Hoje, a catação na Mina Belmont é feita por meio de um sistema computadorizado que reconhece a esmeralda e faz a sua retirada.

Uma vez que este processo de catação automático é considerado sigiloso pela Belmont, apresentamos a Figura 10.12A, que é auto-explicativa e ilustra este processo. A esmeralda é reconhecida por um sistema de detecção de raios-X, que aciona um mecanismo que expulsa a esmeralda durante a queda em cascata, fazendo uma coleta seletiva deste mineral-gema. Caso uma esmeralda esteja atrás da outra, o sistema é capaz de detectá-la, ainda na queda, e expulsá-la através do jato de ar para o local de coleta. A Figura 10.12B apresenta excelentes cristais de esmeralda, como exemplo do produto final da catação.



Figura 10.12 – Sistema automático de catação de esmeralda: **A** – Ilustração do funcionamento do processo; **B** - Esmeraldas coletadas no final do processo de catação Mina Belmont.

Mina da Rocha (Canaã)

Com exceção do sistema de catação, que na Mina da Rocha é manual, o processamento do minério é muito parecido com o descrito anteriormente. Desta forma, serão apresentadas apenas 2 figuras mostrando alguns aspectos da Mina da Rocha.

A Figura 10.13 mostra a esmeralda no quartzo, na parte interna de um túnel subterrâneo da Mina da Rocha.

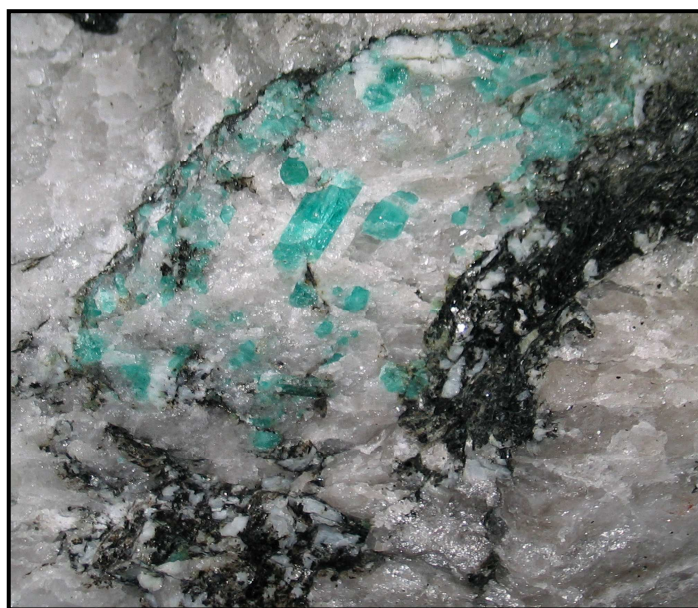


Figura 10.13 – Detalhe esmeralda no quartzo – Mina da Rocha.

A Figura 10.14 mostra as esteiras por onde passa o material, onde é efetuada a catação manual das esmeraldas.



Figura 10.14 – Sistema de catação manual – Mina da Rocha.

TOPÁZIO Imperial – A **Topázio Imperial Mineração** iniciou sua operação em 1971, na região de Rodrigo Silva, município de Ouro Preto, Minas Gerais.

Segundo seu site oficial na internet, ela é uma das poucas mineradoras de gemas do mundo que funciona com sistema totalmente mecanizado. Realizou levantamentos geológicos e pesquisas de seu subsolo, cumprindo todos os requisitos legais. Opera de acordo com planos de lavra aprovados, acompanhados e fiscalizados pelos órgãos oficiais de mineração.

A Topázio Imperial Mineração informa a respeito de sua preocupação com a preservação do meio ambiente e o equilíbrio ecológico, e procura conciliar a extração do topázio imperial com a natureza. Deixa claro que foram realizados estudos de impacto ambiental para a obtenção da Licença de Operação, que envolve o planejamento e a preservação dos mananciais, matas ciliares e nichos ecológicos e a minimização do processo erosivo. Todo este processo é acompanhado pelos órgãos oficiais de supervisão e controle.

A Topázio Imperial Mineração possui diversas jazidas onde lavra o seu minério. A Mina do Capão é a responsável pela maior parte de sua produção. Além desta, podem ser citadas as jazidas do Brocotó, Mato da Roça e Zé Leite.

Mostraremos a seguir, 2 fotos do processo mecanizado de apuração de topázio imperial na Mina do Capão, em Ouro Preto, desde a retirada de material nos terraços a céu aberto até a catação dos cristais de topázio imperial.

A Figura 10.15A mostra uma vista da retirada de minério a ser processado e a Figura 10.15B o sistema de catação em esteiras rolantes, para a retirada de cristais de topázio imperial.



Figura 10.15 – Mina do Capão de topázio imperial - Ouro Preto: **A** – Vista da retirada de minério da mina; **B** – Catação dos cristais de topázio imperial.

10.2 – GARIMPO ARTESANAL

Garimpo da Capoeirana

A Figura 10.16 mostra uma vista geral do Garimpo da Capoeirana. A retirada e apuração de material, como são normais em garimpo, é toda artesanal, baseada em picaretas, enxadas, carrinhos de mão e lavagem/apuração braçal.



Figura 10.16 – Vista Garimpo da Capoeirana.

CAPÍTULO 11

LAPIDAÇÃO

11.1 – INTRODUÇÃO

Alguns dos melhores exemplos de trabalhos de lapidação vieram do Egito Antigo, onde foram encontrados conjuntos de ouro com gemas tais como turquesas, lápis-lazuli e cornalina, gemas provavelmente moldadas usando grãos de sílica, que é uma técnica também conhecida na China Antiga (Hall 1995).

A lapidação de gemas é uma das mais antigas artes conhecidas. Ornamentos e contas rudimentarmente talhados foram encontrados em ruínas de algumas das principais civilizações antigas. Da mesma forma, objetos finamente entalhados e polidos foram produzidos séculos antes de Cristo (Arem 1975).

A faca cerimonial da Figura 11.1, confeccionada em ouro, mostra uma divindade peruana adornada com turquesa, datada do século XII.



Figura 11.1 - Gold Tumi- Lambayeque Culture (Gold of Peru Museum 2009).

Quem concebeu a primeira máquina de lapidação, e quando a mesma foi concebida, são informações que foram perdidas na história da humanidade, mas gemas facetadas primitivas são conhecidas desde o século XIV. Aparentemente, o primeiro trabalho foi feito na Índia, provavelmente com o *boom* da descoberta de diamante nas minas perto de Golconda. É de importância significativa para a lapidação que o primeiro trabalho de facetamento tenha sido feito em diamante, o mineral-gema mais difícil de cortar e polir. Na mesma época e local, rubis e safiras também eram facetadas rudimentarmente, mas esta gema, embora de dureza inferior ao diamante, contribuiu para o desenvolvimento da lapidação moderna (Glenn & Martha Vargas 1989).

Por volta do ano 3.000 a.C., o homem tinha desenvolvido suas habilidades de lapidação de tal forma que cilindros feitos de serpentina eram comuns. A existência de artefatos tão antigos mostra que a arte da lapidação já havia conquistado muitos dos desafios de serrar, de escavar, de perfurar, de polir e, inclusive, de facetar. Esta arte foi

utilizada muito antes de Cristo e apresenta resultados e técnicas bastante rudimentares se comparadas às utilizadas hoje.

No livro de Theophilus Presbytero (século X) aparecem ilustrações do polimento de gemas coradas. A mesa da gema era polida esfregando-a sobre uma superfície plana, recoberta por couro impregnado de areia.

No princípio dos tempos modernos, Amsterdã e Antuérpia se converteram nos centros de lapidação do diamante, enquanto Idar-Oberstein, desde o século XVI, é o centro de lapidação da ágata e pedras coloridas. Atualmente, numerosos centros de lapidação estão se desenvolvendo no mundo todo. A fim de encorajar estes centros, muitos países proibiram a exportação de material em estado bruto (Barros 2005).

A partir do século XX, esses modelos de lapidação passam a ser descritos por parâmetros bem definidos, cuja influência na aparência tornou-se objeto de estudos para o aprimoramento das técnicas de processamento. As formas se tornam mais prismáticas, visando realçar efeitos ópticos importantes, tais como o brilho e a dispersão da luz.

O primeiro registro conhecido, que estabelece proporções e ângulos corretos para o corte brilhante redondo, é publicado por Tolkowsky, em 1919, e tem as mesmas conclusões obtidas empiricamente pelo lapidário americano Henry Morse, cinquenta anos antes. O corte americano era universalmente aceito no tempo do brilhante Tolkowsky. Foi somente a partir dos cálculos de Tolkowsky, que as proporções e ângulos de faces das gemas lapidadas passam a ser matematicamente definidas para atender às condições de máxima brilhância da gema (Barros 2005).

Foram desenvolvidas máquinas que tornam o trabalho quase todo automatizado, possibilitando a lapidação até mesmo em gemas de baixo valor. Porém, em muitas partes do mundo, gemas brutas ainda são lapidadas manualmente, usando ferramentas relativamente simples, onde o talento de um especialista pode produzir resultados de alta qualidade, comparáveis aos de qualquer máquina sofisticada. Portanto, na arte da lapidação são empregados desde equipamentos primitivos até equipamentos de última geração, como lapidação a laser. Entretanto, não se pode desprezar a experiência e capacidade técnica de um grande lapidário (Arem 1975).

11.2 – TIPOS DE LAPIDAÇÃO.

Em um modelo facetado, as gemas lapidadas apresentam um modelo básico constituído de partes com nomenclaturas comuns. Esta facilidade adotada pelos profissionais de lapidação nos permite dividir as partes de uma gema facetada em coroa, pavilhão, cintura ou rondiz, mesa e culaça, conforme mostra a Figura 11.2.

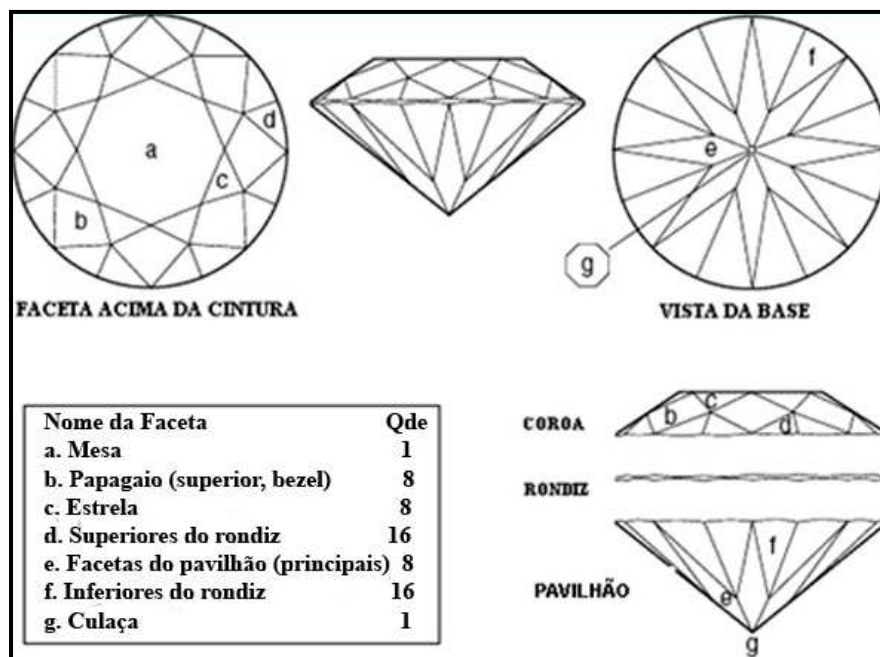


Figura 11.2 – Denominação das facetas de uma gema de lapidação brilhante redondo (Bruton 1983).

Os principais tipos de lapidação são: redonda brilhante, oito por oito, quadrada (quadrangular ou retangular com bordas arredondadas), oval, baguete (retangular ovalada), octogonal, antiga, lágrima (pendeloque, pêra ou gota), triangular, hexagonal, trapezoidal, *french-cut* (contorno e mesa quadrática), facetas triangulares, *navette* ou marquise (elípticas apontadas), *briolette* (forma de pêra com linhas de facetas que se cruzam), trapézio, coração, etc. A Figura 11.3 apresenta variações do modelo lapidação brilhante.

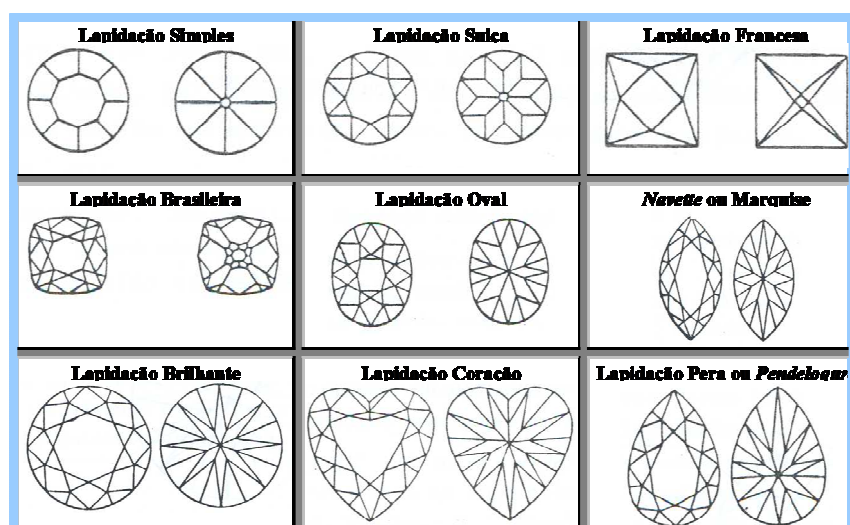


Figura 11.3 – Algumas variações da lapidação brilhante (Schumann 1995).

Uma nova forma de lapidação no mercado que tem o mérito de aumentar o brilho da gema é a *millenium cut*, cortada a laser, apresentada na Figura 11.4.



Figura 11.4 - Lapidação a *laser millenium* – gema quartzo *green gold*. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

Existem diversos tipos de lapidações que podem ser divididas em 3 grandes grupos: lapidação cabochão, com parte superior lisa e curva, e parte inferior plana; lapidação facetada e lapidação mista. O primeiro tipo é normalmente utilizado em gemas opacas. O segundo tipo é utilizado na lapidação de gemas transparentes, permitindo através de suas facetas o fenômeno do fulgor, que ocorre com o retorno da luz ao observador, juntamente com a cintilação das diversas facetas. A lapidação mista é uma combinação das duas primeiras.

A seguir, analisaremos cada uma delas apresentando ilustrações para facilitar o seu perfeito entendimento.

11.2.1 - Gemas Cabochões.

Este tipo de lapidação é considerado como a primeira forma desenvolvida pelo homem, conforme atestado pelas descobertas arqueológicas de jóias antigas do Egito Antigo e da Índia, que apresentam gemas incrustadas na forma de cabochões.

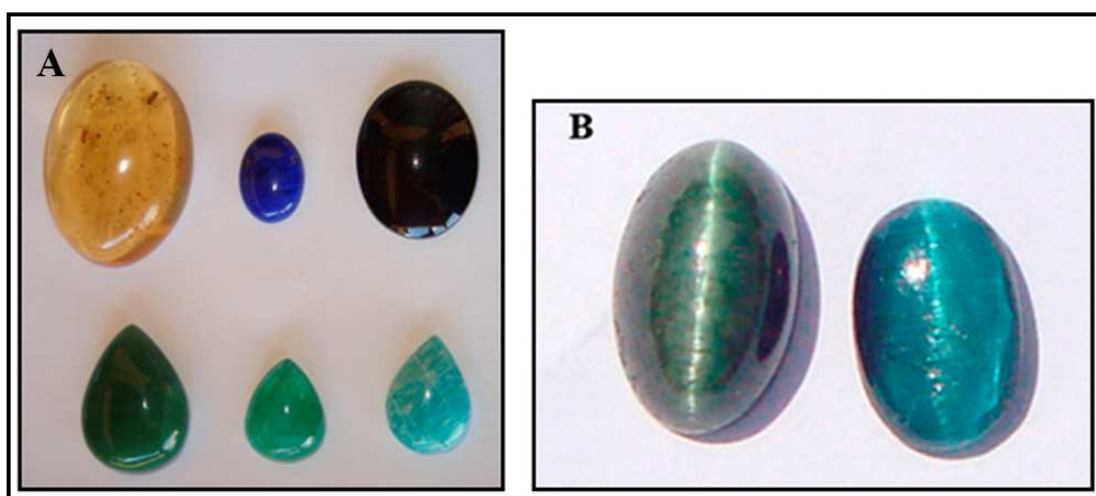


Figura 11.5 - Formas da lapidação tipo cabochão: **A** – Âmbar, lápis-lazúli, obsidiana, aventurina, esmeralda e amazonita; **B** – Asterismo em turmalina verde e azul (indicólita). Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

Esta lapidação consiste em uma forma que apresenta a parte superior curva e a parte inferior normalmente plana (Figura 11.5). A decisão de adotar esta forma é tomada pelo

lapidário, diante de uma situação em que a gema se apresenta translúcida ou opaca, com defeitos ou com inclusões que não possibilitariam um bom retorno da luz, interferindo assim negativamente no valor comercial da gema. Outros fatores importantes nesta decisão é a percepção comercialmente positiva do realce do asterismo, fenômeno importante e raro, apreciado gemologicamente nas safiras, rubis, turmalinas, devidamente ilustrado na Figura 11.5B.

11.2.2 - Gemas Facetadas

Este tipo de lapidação é caracterizado por facetas cuja característica é a de apresentarem superfícies planas, as quais são projetadas e talhadas em quantidades, disposições e ângulos pré-estabelecidos individualmente para cada tipo de mineral-gema, respeitando o ângulo crítico para o maior retorno de luz.

Segundo Schumann (2005), este tipo de lapidação pode ser dividido em três tipos principais: lapidação brilhante, onde a maioria das facetas tem a forma de losangos (rombóide) e triangular, em uma formação radial; lapidação em degraus, também conhecida como lapidação esmeralda, que apresenta facetas trapezoidais e retangulares em fileiras concêntricas; e lapidação em facetas mistas, que combina a parte superior lisa e a inferior em facetas, ou vice-versa.

A lapidação brilhante completa, conhecida também como lapidação diamante, possui, pelo menos, 32 facetas e a mesa na parte superior e, pelo menos, 24 facetas na parte inferior, cuja forma redonda é mostrada na Figura 11.2.

A lapidação em degraus, também conhecida como lapidação esmeralda, é muito utilizada em gemas de cor. Consiste em várias facetas de bordas paralelas, sendo que o declive das facetas aumenta à medida que se aproximam da cintura. O número de facetas é geralmente maior na parte inferior. Este acréscimo no número de facetas é muito utilizado nas variedades do grupo do berilo, água-marinha e morganita, com o intuito de incrementar o brilho.



Figura 11.6 – Lapidação em degraus: morganita, água-marinha, kunzita, topázio imperial e esmeralda. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

A lapidação cruzada ou em tesoura, apresentada na Figura 11.7, é uma variedade da lapidação em degraus. As facetas ficam subdivididas pela tesoura em quatro facetas.



Figura 11.7 – Lapidação em tesoura – gema: ametista. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

11.2.3 - Lapidação Mista

A lapidação mista é uma combinação da lapidação facetada com as de formas lisas (Figura 11.8). Desta combinação, resulta uma variedade infinita de estilos e lapidações denominadas de fantasia (*fancy cut*) e formas livres. O lapidário experiente costuma dizer que “o mineral-gema na sua forma natural é quem diz o que ele vai ser”. Daí que, o melhor aproveitamento aliado à arte da criação, produz um número ilimitado de formas e estilos de lapidação, conforme exemplificados na Figura 11.9.



Figura 11.8 - Exemplos de minerais com lapidação mista. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.



Figura 11.9 – Formas de lapidação fantasia (*fancy*). Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

11.3 - PROPRIEDADES FÍSICAS E ÓPTICAS DAS GEMAS

O profissional do ramo de lapidação precisa conhecer as várias propriedades físicas que uma determinada gema possa apresentar. Dentre elas, podemos citar como de suma importância, propriedades ópticas como a cor, pleocroísmo e índice de refração. É necessário ainda conhecer planos de clivagem, noções de cristalografia e a dureza de cada mineral-gema.

11.3.1 - Cor e Pleocroísmo

A cor das pedras é uma de suas características mais marcantes e uma das mais importantes, pois é a cor que sensibiliza mais fortemente os olhos humanos. Nas gemas ela é produzida pela absorção da luz. A luz branca visível, como é conhecida, é uma mistura de cores do espectro ou arco-íris do vermelho através do laranja, amarelo, amarelo esverdeado, verde, azul esverdeado, azul, índigo a violeta, sobre um espalhamento de comprimentos de ondas de 800 nm (= vermelho) a 400 nm (= violeta), onde um nm (nanômetro) significa um milionésimo do milímetro.

Os componentes de cores individuais, da qual a luz branca é composta, são absorvidos de forma variada nas gemas, de acordo com as estruturas atômicas próprias das variedades de gemas e de sua composição. Assim, por exemplo, uma gema parece vermelha somente quando aquele comprimento de ondas (de cor vermelha), que a mistura residual produz, são transmitidas e sensibilizam os olhos do observador. Por outro lado, uma gema aparece incolor quando quase todos os comprimentos de onda da luz branca são mais ou menos absorvidos de forma igual e intensa.

O mineral pode absorver diferentes comprimentos de onda segundo diferentes direções (pleocroísmo). Este fenômeno é causado pela absorção diferente da luz nos cristais birrefringentes, ocasionando uma mudança de cor conforme a direção cristalográfica observada.

O fenômeno do pleocroísmo pode variar de intensidade dependendo do mineral, devendo ser atentamente observado durante a lapidação, para evitar o corte em direções de cores pobres ou o realce de tons muito escuros (Schumann, 2006).

Nos casos de gemas onde se verifica uma intensidade forte de cor, é necessário evitar os parâmetros ideais de lapidação e optar por um pavilhão mais raso, que facilite uma maior passagem de luz e possibilite o clareamento da gema, melhorando o seu brilho.

11.3.2 - Zoneamento de Cor

Outra característica importante em relação à cor é a existência de zonas com intensidade de cores variáveis. Torna-se necessário posicionar a porção mais escura na altura da cintura para baixo ou no centro do pavilhão, para que haja uma homogeneidade de cores quando vistas através da coroa. A ametista, entre outras, exige uma atenção especial na posição da intensidade da cor desejada.

A disposição das diferentes cores observadas no mineral-gema deve ser considerada no planejamento da lapidação, possibilitando um efeito centralizado, uniforme e agradável aos olhos, que valorize a gema lapidada, conforme observado na Figura 11.10.



Figura 11.10 – Zoneamento de cor – fluorita, ametista bicolor (ametrina) e turmalina bicolor. Foto: Silva Filho A. F. 2009.

11.3.3 - Clivagem

Clivagem é a tendência dos minerais de se partirem paralelamente aos planos atômicos. Em alguns minerais ela é totalmente ausente, como no caso do quartzo (Dana 2002). Os planos de clivagem são sempre planos na estrutura do cristal e, consequentemente, paralelos às faces do cristal. A clivagem é um plano de fraqueza do cristal, superfícies planas e paralelas ao longo do qual ele se fratura, que é controlada e definida pela sua estrutura interna. Para evitar que a gema se fracture, o corte tem que ser inclinado. Este é o caso do topázio, cujo crescimento é semelhante a uma pilha de jornais. Caso este cuidado com o seu plano de clivagem não seja obedecido na lapidação, principalmente na colocação correta da mesa, ele se partirá em escamas quando sujeito a pressão, como por exemplo, no processo de cravação da gema em uma jóia.

11.3.4 - Dureza

A resistência que a superfície plana de um mineral oferece ao risco é designada como a sua dureza, representada pela letra H, de *hardness*. Quanto mais forte for a união entre os átomos, maior será a dureza do mineral. O grau de dureza de uma gema é

determinado pela comparação da resistência ao risco entre um mineral e outro, criando assim uma escala relativa de dureza (Dana 2002).

A Escala de Mohs, mostrada na Figura 11.11, é usada para classificar a dureza dos minerais. Quanto maior o número, mais difícil ele é de ser arranhado. Cada mineral pode arranhar outros minerais de dureza igual ou menor na escala de Mohs. O mais duro é o diamante, classificado como dureza 10 na escala Mohs. O Coríndon tem a sua dureza classificada como 9 na referida escala. A resistência do diamante à lapidação é 140 vezes superior à do coríndon (Schuman 1985).

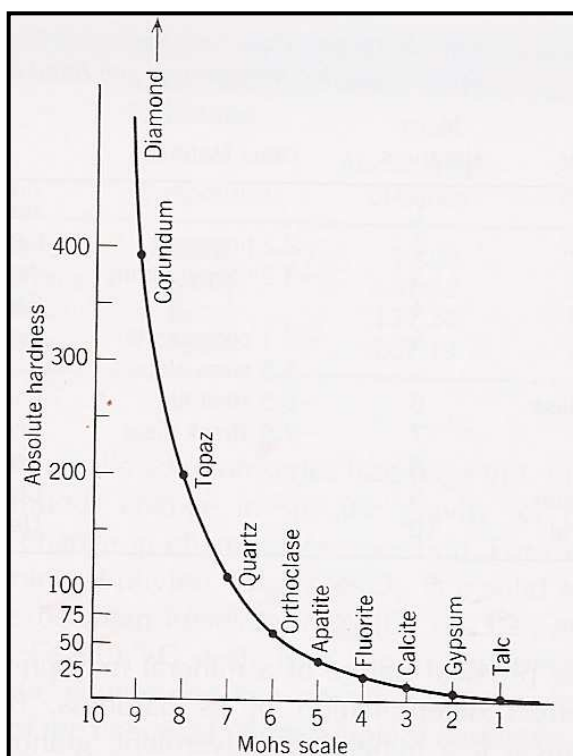


Figura 11.11 – Escala de Mohs representando a dureza de minerais-gemas entre 1 e 10.

A lapidação de cristais de diamante só é possível devido ao fato de que algumas direções são mais duras que outras. Nessas condições, quando se usa pó de diamante para cortar ou polir, certa percentagem dos grãos apresenta superfície mais dura, e por isso, é capaz de cortar ao longo dos planos do cristal de menor dureza (Dana 1978).

11.3.5 - Inclusões

As inclusões das gemas podem causar diversos efeitos ópticos que irão desvalorizar a gema, caso não sejam retiradas no processo de serragem e formação. Estas imperfeições podem ser minimizadas, valorizadas como raridade ou beleza ou inutilizar o mineral gema, no caso em que o profissional não consiga extrair a parte aproveitável da gema.

A Figura 11.12 apresenta uma inclusão de granada em um diamante, compondo um quadro de rara beleza e alto valor financeiro.



Figura 11.12 – Cristal de diamante com inclusão de granada (*Museum National D’Histoire Naturelle 2008*).

11.4 – FASES E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA LAPIDAÇÃO

O processo de transformação de um mineral-gema bruto em uma gema lapidada, facetada e polida, pronta para ser incrustada em uma jóia, é composto de diversas etapas de igual importância na qualidade do produto final.

A primeira etapa é um estudo das propriedades ópticas da gema em questão, projetando e visualizando dimensões e inclusões e avaliando seu potencial financeiro como produto final. Após esta análise, inicia-se o processo de lapidação que consta das seguintes etapas que serão descritas a seguir: martelar, serrar, formar, facetar e polir.

11.4.1 - Martelamento

Os minerais vindos das minas ou garimpos possuem em sua parte exterior sinais de corrosão e fraturas, originários de transporte, variações de pressão e temperatura, ou mesmo de choques acidentais em sua extração. É necessário limpar a pedra e retirar as partes onde existem fraturas, inclusões e defeitos que impeçam a passagem da luz e prejudiquem a beleza da gema. A este processo dá-se o nome de martelamento, efetuado através de pequenos golpes precisos de martelos especiais, que eliminam a parte indesejada e deixam apenas a parte cristalizada.

Nesta fase, procura-se obter o maior pedaço limpo, para se ter um preço maior no produto final, cabendo ao lapidário a decisão de dividir ou não o mineral-gema martelado. De acordo com as encomendas, o lapidário busca o maior peso, investindo na raridade de um tamanho maior da gema, ou mantém sua forma original, em busca do mercado de colecionadores e museus.

11.4.2 - Serrar e formar

Assim como a madeira, as gemas precisam ser serradas na direção correta, eliminando nós e imperfeições, tendo em mente o produto final.

Nesta etapa, após a decisão quanto à finalidade e mercado da gema, ela é levada a uma serra diamantada (Figura 11.13A), para ser realizado um desbaste mais criterioso do que aquele executado na etapa do martelamento. É importante buscar ou abrir uma janela no mineral-gema para visualizar seu interior e retirar os pedaços indesejáveis. Na busca da melhor forma e tamanho, pedaços puros também são retirados, podendo ser reaproveitados na lapidação de gemas menores. É nesta etapa que o lapidário pode dizer que “o mineral-gema conta o que ele quer ser, depois de lapidado”.

Pedaços retirados com defeito podem gerar cabochões, e até mesmo o pó, pode ser reaproveitado para gemas reconstituídas, mosaicos (de opala, por exemplo) ou outros tipos de reaproveitamento. A serra diamantada bem operada não corta o tecido humano quando entra em contato com as mãos.

Nesta etapa, é importante utilizar equipamento de proteção individual (EPI), para proteção dos pulmões e olhos, assim como um avental, pois este processo utiliza um jato permanente de água para resfriar o mineral-gema que esta sendo serrado. Caso este resfriamento não seja feito, a gema sofrerá fraturas, expondo o operador e o equipamento a efeitos indesejáveis.

Após a serragem da gema inicia-se a etapa de formação ou modelagem, onde se busca a maior aproximação possível da forma de lapidação escolhida. Nem todo lapidário domina este processo tão importante, onde as surpresas ruins são eliminadas após a gema ser completamente lapidada. Em uma empresa de maior porte existem profissionais específicos que lidam apenas em um processo, seja ele de serrar, formar, cortar ou polir.

O bom profissional de formação facilita o trabalho posterior do facetamento, deixando a gema o mais próximo das dimensões e ângulos da mesa e pavilhão, da espessura do rondiz, das superfícies planas, ou convexas no caso de cabochões, e principalmente, livre de imperfeições.

Na formação, o mineral-gema é pressionado contra um rebolo giratório com discos de vídia, diamantados ou de carborundum, conforme apresentado na Figura 11.13B.

Os rebolos utilizados neste processo variam de grão 100, tamanho do grão 150 microns, a 1200, tamanho do grão 15 microns. O primeiro é muito grosso, desbastando rápido. O segundo é bem fino e deixa a gema com as superfícies mais lisas, facilitando o trabalho de facetamento.

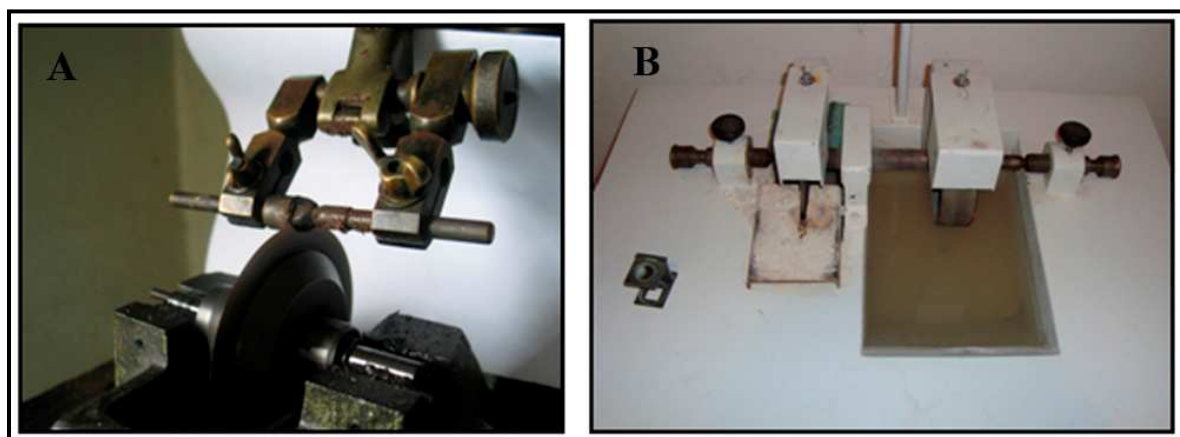


Figura 11.13 - Processo de serragem e formação do mineral-gema: **A** – modelo de serra muito utilizado na serragem de diamante; **B** – modelo usual para gemas de cor – serra e rebolo diamantados. Fotografias: Silva Filho A. F. 2009.

11.4.3 - Facetamento

Uma gema facetada é aquela que o seu exterior é coberto por superfícies planas e polidas chamadas de facetas. As gemas facetadas são normalmente lapidadas partindo-se de minerais gemas transparentes, mas alguns materiais opacos também são facetados (Sinkankas 1984). É o caso da schorlita (turmalina negra, afrizita), quartzo fumê, diamante negro, ônix, etc.

Uma máquina de lapidar deve permitir ao operador inserir superfícies planas e pequenas em vários ângulos variando de 0° a 90°, denominadas facetas. Também deve permitir o controle da profundidade do final da gema e a inserção de um número razoável

delas ao longo do eixo vertical da gema, em pontos pré-determinados ao longo da forma da mesma (Glenn & Martha Vargas 1989).

As primeiras máquinas fizeram isto, mas sem a precisão necessária, na qual a qualidade é um critério secundário e totalmente dependente da habilidade do operador. Estas máquinas, desenvolvidas na Europa e utilizadas em larga escala no Brasil até os dias de hoje, são denominadas *jamb-peg*. São dotadas de uma tabuinha vertical, onde existem furos em diferentes ângulos, na qual o operador insere um *dop stick* de madeira (Figura 11.14H). A gema a ser facetada esta colada, e o lapidário corta as facetas utilizando um programa não escrito, que ele próprio não consegue descrever.

A primeira etapa do processo de facetamento consiste em fixar o mineral-gema em uma caneta de cobre ou de madeira utilizando uma resina para fixá-la, conhecida como lacre. Esta primeira etapa é denominada de *dopeamento* ou *encanetamento*, mostrado na Figura 11.14D. A correta fixação da gema no *dop*/caneta é de fundamental importância na qualidade do produto final da lapidação, pois, caso ela não esteja centralizada no eixo do *dop* e na posição horizontal da mesa/disco, as facetas perderão o enquadramento do projeto e a conseqüente perda de brilho e aparência visual. Uma vez encanetada, o *dop* contendo a gema é preso em um mandril conectado em uma caneta, conforme apresentado na máquina de catraca, Figura 11.15A. Na outra extremidade desta caneta esta o índice (Figura 11.14B), disco entalhado com ranhuras/divisões, nas versões 32, 48, 64, 72, 80, 96 entalhes etc., que nos permitirá dividir uma série de facetas simetricamente. A haste da caneta/índice esta interligada com uma montagem de quadrante em V, com subdivisões de 0° a 90°, que nos possibilitará dividir uma sequência de facetas, obedecendo aos projetos pré-definidos e de acordo com o ângulo crítico da gema a ser lapidada, visando um maior retorno de luz e cintilação. Uma vez que o pavilhão esteja facetado e polido, a gema é virada através de um transferidor (Figura 11.14A) para manter simetria da parte superior e inferior. Logo após, inicia-se o facetamento da coroa. Existe ainda um *dop* específico de encaixe (Figura 11.14E) do *dop* normal (45°), utilizado com o quadrante em 45° para, no momento de cortar a mesa, colocar a gema sobre a superfície plana giratória do disco diamantado em um ângulo de 90°. A peça mostrada na Figura 10.30F é inserida entre o índice e o eixo de fixação da caneta, liberando-o para girar e formatar uma gema redonda, que gira sobre o disco em 90°. A peça da Figura 11.14G serve para acertar o eixo paralelo com o disco, facilitando o corte de faces retas do rondiz.

A lapidação de catraca tem parâmetros técnicos e é de fácil aprendizado, podendo um aprendiz cortar e polir em apenas 2 meses de treinamento. Já o processo de tabuinha é mais difícil, sem parâmetros rígidos de lapidação. Neste processo o profissional trabalha com um *feeling* que não é didático, não tem material de instrução, e leva aproximadamente 5 anos para formar um bom lapidário.

As máquinas de facetamento modernas, apresentadas na Figura 11.16, possuem as seguintes facilidades: controle de velocidade ajustável, variando entre 400 rpm e 700 rpm para corte, e entre 150 rpm e 400 rpm para polimento; um protactor em arco com divisões de ângulos entre 0° e 90°, dial de ângulo digital, com 0,01° de precisão, velocidade controlada através de dial, controle e alarme de aviso de término de corte da faceta, etc.

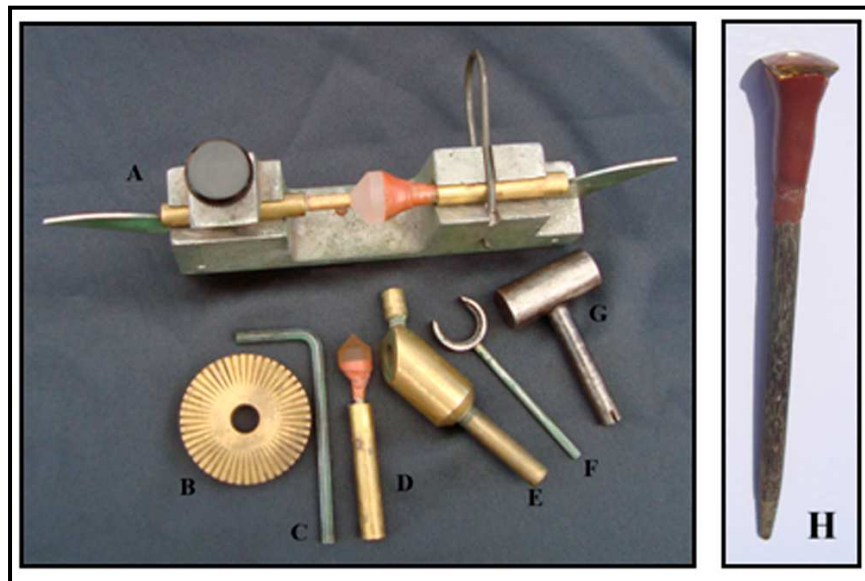


Figura 11.14 - Gema fixada à caneta para realização do facetamento: **A** – transferidor pavilhão/mesa; **B** - Disco denteado (índice); **C** – chave retirar/inserir índice; **D** – Dop com gema. **E** – Dop 45°; **F** – liberador giro da caneta; **G** – Ajustador plano caneta/disco; **H** - Dop de madeira para lapidação *jumb-peg*. Fotos: Silva Filho A. F. 2009.

A Figura 11.15 mostra esta etapa em equipamento de catraca e de tabuinha.

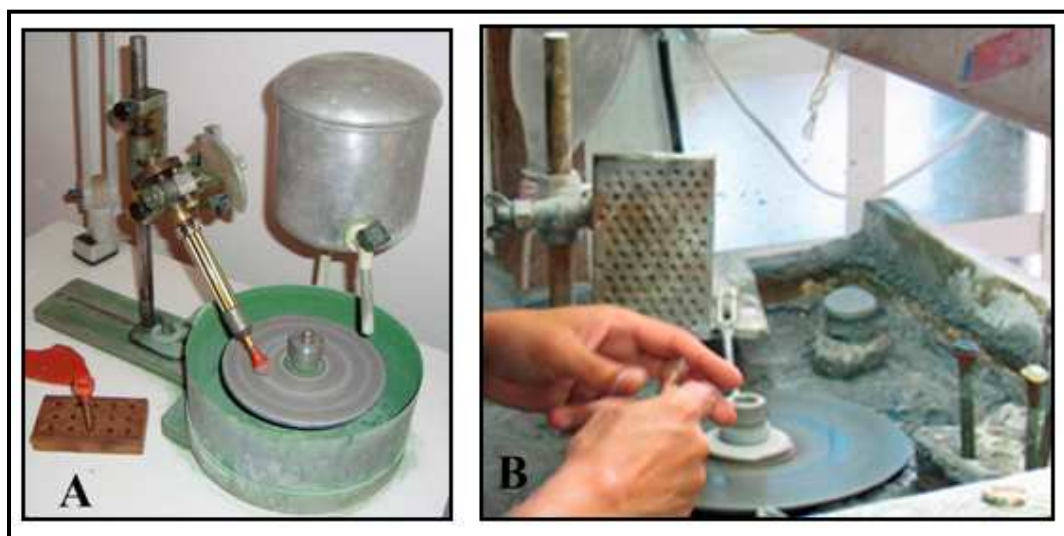


Figura 11.15 - Processo de facetamento em disco diamantado: **A** – catraca; **B** – *jumb-peg*, tabuinha com furos para caneta de madeira. Fotografias: Silva Filho A. F. 2009.

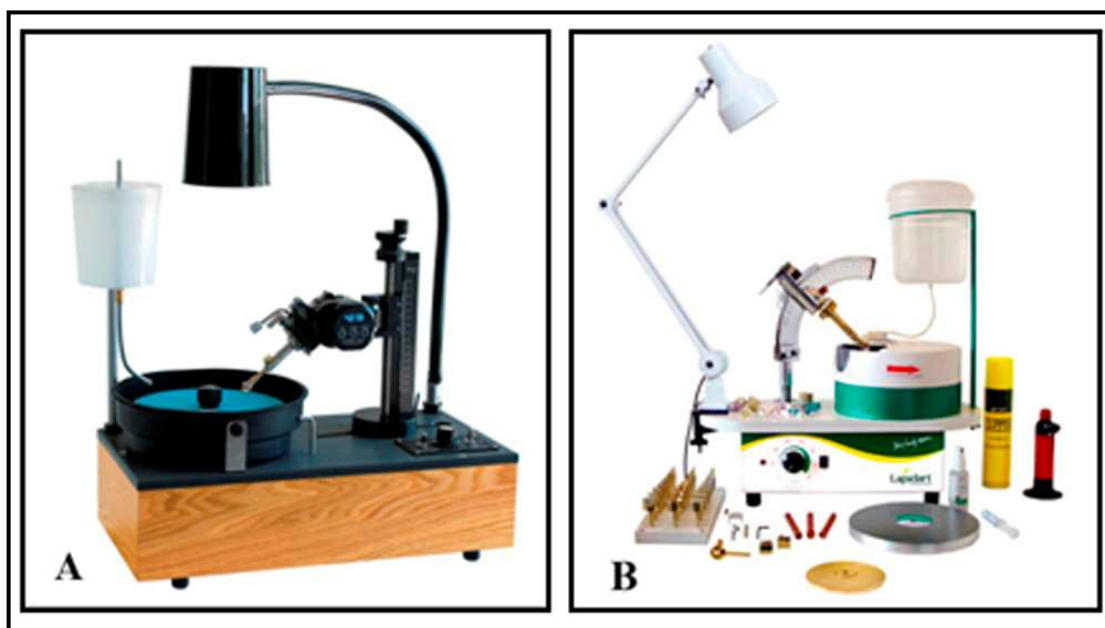


Figura 11.16 - Equipamentos modernos de precisão utilizados no facetamento de gemas: **A** - Ultratec, americana (Ultratec 2009); **B** - Lapidart, brasileira (Lapidart 2009).

A seguir apresentamos um projeto de facetamento para quartzo, forma redonda brilhante, apresentado na Figura 11.17 e, logo após, toda a sequência do planejamento de facetamento.

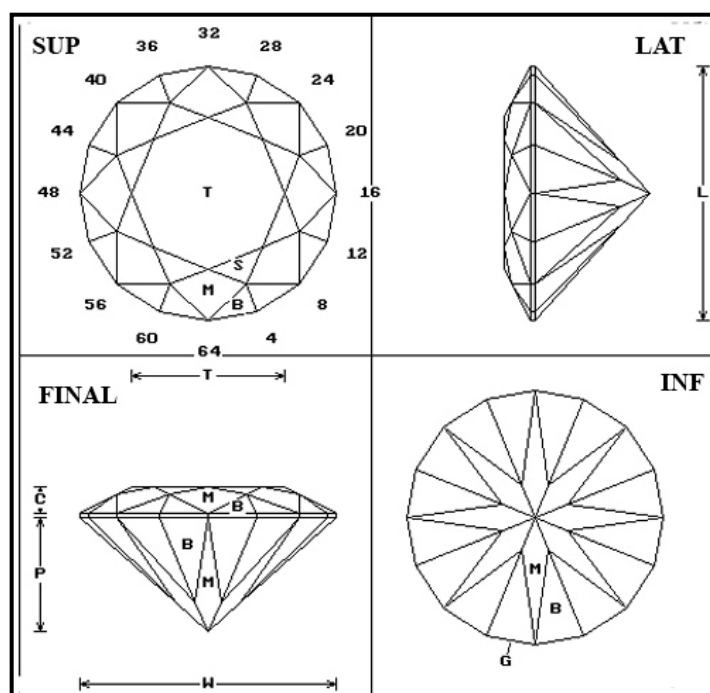


Figura 11.17 – Projeto lapidação redonda brilhante para quartzo (Gemcad 2009).

Disco denteado: 64 partes

$$L/W = 1.000 \quad T/W = 0.583 \quad T/L = 0.583$$

$$P/W = 0.450 \quad C/W = 0.108 \quad H/W = (P+C)/W + 0.02 = 0.578$$

$$P/H = 0.778 \quad C/H = 0.187$$

Rondiz: G - 90.00 02-06-10-14-18-22-26-30-34-38-42-46-50-54-58-62

Pavilhão: M - 42.00 ° 64-08-16-24-32-40-48-56

B - 43.31 ° 02-06-10-14-18-22-26-30-34-38-42-46-50-54-58-62

Coroa: M - 27.00 ° 64-08-16-24-32-40-48-56

B - 33.08 ° 02-06-10-14-18-22-26-30-34-38-42-46-50-54-58-62

S - 15.66 ° 04-12-20-28-36-44-52-60

T - 0.00 ° Mesa

11.4.4 - Polimento

Esta é a etapa final do processo de lapidação, onde as superfícies lisas e planas da etapa de facetamento são polidas, adquirindo o brilho que fornecerá a brilhância, a vida da gema.

Antes de submeter a gema ao processo de polimento através de agentes químicos, a mesma deve passar por um processo de pré-polimento ou lapidação fina, efetuado através de discos diamantados de grão 1.000 a 1.500 mesh, que a deixa quase polida.

Nesta etapa, a gema facetada é submetida a uma pressão forte contra o disco de polimento (feito de matérias do tipo estanho, cerâmica, cobre, feltro e couro), que é carregado e recarregado de tempos em tempos, com um agente de polimento. Estes agentes ou pós são: óxido de alumínio; carbono (diamante em pó); óxido de cérium; óxido de cromo; dióxido de silício (trípoli); pasta de *linde A*; etc. Cada mineral-gema tem um tipo de agente de polimento indicado, que apresenta um melhor resultado. Por exemplo: o óxido de cromo é indicado para esmeralda; o pó de diamante e *linde A* é indicado para topázio e grupo do coríndon (rubí e safira); o óxido de cromo é indicado para turmalina; a mistura de trípoli com óxido de cromo é indicada para o grupo do quartzo, etc. O produto final desta etapa deve apresentar facetas planas, sem ranhuras observáveis a olho nu, e muito dificilmente reconhecidas com uma lupa de aumento de 10 vezes, fornecendo o máximo de brilho.

A Figura 11.18 mostra esta etapa em equipamento de catraca e de tabuinha.

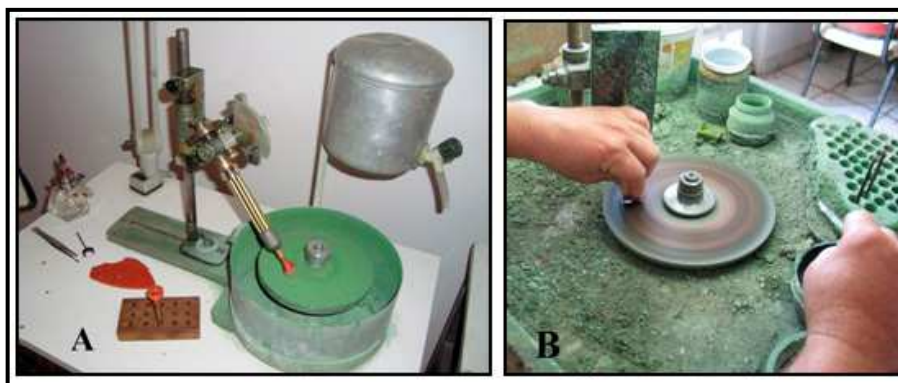


Figura 11.18 - Equipamentos utilizados na etapa de polimento: **A** – disco de estanho; **B** – disco de cobre.
Fotografias: Silva Filho A. F. 2009.

A Figura 11.19 apresenta as diversas fases, acima descritas, do processo da lapidação de um quartzo hialino na forma redonda brilhante, desde o martelamento do mineral-gema até a finalização da lapidação.

A Figura 11.19A mostra o quartzo bruto, ponto inicial do processo; a Figura 11.19B mostra o quartzo martelado; a Figura 11.19C mostra o produto final da etapa de serragem e

pré-forma no rebolo; a Figura 11.19D mostra a gema formada na catraca, mesa, rondiz e pavilhão em 45° com detalhe *meet point* referentes às facetas principais do pavilhão; a Figura 11.19E mostra o pavilhão cortado e polido; a Figura 11.19F mostra a mesa cortada sem polimento, com detalhe *meet point* referentes às facetas da coroa, antes do corte da mesa; a Figura 11.19G mostra a lapidação redonda brilhante, talhada conforme projeto apresentado no item 4.3, com rondiz e 57 facetas lapidadas e polidas, com 19 mm de diâmetro e pesando 19,94 ct. Até a fase C, o processo é manual. Da fase D até a fase G, o processo torna-se técnico com parâmetros precisos da catraca. Caso estes parâmetros não sejam obedecidos, os pontos não se “fecham” e a gema não ostentará o fulgor que tanto fascina o ser humano. A Figura 11.19H mostra o produto final do processo de lapidação, onde a coroa, o rondiz e o pavilhão encontram-se completamente facetados e polidos, tirando da gema bruta a beleza e o fulgor.

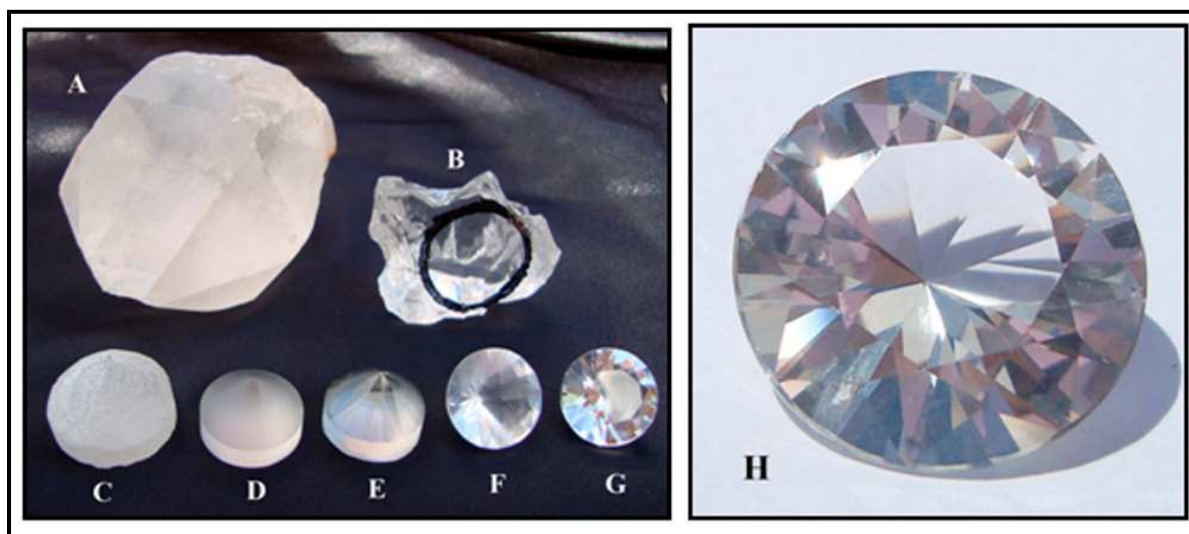


Figura 11.19 – Fases da lapidação redonda brilhante de um quartzo hialino: A – Quartzo bruto; B – Martelado; C – Pré-formado na serra/redolo; D – Formado na catraca; E – Pavilhão facetado e polido; F – Coroa facetada; G – Coroa, pavilhão e rondiz facetados e polidos; H – Final do processo, gema com coroa, rondiz e pavilhão facetados e polidos. Lapidação e fotografias: Silva Filho, A. F. 2009.

11.4.5 – Facetamento e polimento de cabochões

O processo de lapidação de gemas no formato cabochão é muito diferente da lapidação de gemas facetadas. Primeiramente, ele é dotado de uma superfície convexa e o pavilhão é inexistente, sendo cortada apenas uma superfície, normalmente plana e sem necessidade de polimento, com uma cintura onde será incrustada nas garras da jóia. A gema colada no *dop* é moldada à mão no rebolo e posteriormente no disco. Após esta etapa, inicia-se uma lapidação fina, na qual a gema é forçada contra um disco de feltro. Na superfície do disco é colocado um pó de esmeril (carborundum). Estes discos de feltro são apresentados na Figura 11.20. Quando não existem mais ranhuras e buracos, a gema passa pelo polimento em um disco de feltro, com a superfície embebida em óxido de cromo, tripoli, etc.



Figura 11.20 – Discos de feltro utilizados na lapidação de cabochões: **A** – disco com pó de esmeril, para acabamento fino; **B** – disco com óxido de cromo para polimento. Fotografias: Silva Filho, A. F. 2009.

11.5 - MELHORAMENTO DE COR (*ENHANCEMENT*)

11.5.1 – DEFINIÇÃO.

Entende-se por tratamento (*enhancement*, melhoramento) qualquer outro processo, que não a lapidação e o polimento, que melhore a aparência (cor, diáfaneidade ou transparência, fenômenos ópticos), a durabilidade, a aproveitabilidade ou a viabilidade de comercialização de uma gema (AGTA 1997).

Estes processos podem melhorar diretamente a aparência do material pela mudança da cor, da diáfaneidade, por esconder ou disfarçar imperfeições, ou indiretamente por produzir uma semelhança com outro material, e desse modo, produzir uma simulação ou imitação (Nassau 1994a).

Para cada tipo de gema é importante conhecer e identificar o(s) tipo(s) de tratamento(s) ou melhoramento(s) que pode(m) ser utilizado(s). Desde a antiguidade, métodos de tratamentos de gemas são utilizados, mas o avanço no conhecimento nos campos da física e da química, no estado sólido, trouxeram uma grande variedade de novas e sofisticadas técnicas de melhoramento (Nassau 1994a).

No Brasil, um dos principais produtores de minerais-gemas do mundo, são retiradas mais de 90 variedades diferentes de minerais-gemas, com destaque para água-marinha, considerada uma das mais típicas do país. Minas Gerais é o maior produtor mundial de gemas coradas, sendo responsável por aproximadamente 25% da produção total. Grandes quantidades de minerais-gemas são exportadas em seu estado natural, com valor muito inferior ao do produto final. A maior parte deles possuem cores muito escuras, muito claras ou incolores, que necessitam de tratamentos especiais para adquirir cor, beleza e valorização de mercado. Estima-se que mais de 90% de água-marinha e morganita de qualidade gemológica, comercializadas no mercado mundial, são tratadas térmicamente (Polli et al 2006).

O Manual da AGTA (*American Gem Trade Association*) (1993, 1997), submetido à *Federal Trade Commission* dos EUA, contém uma listagem dos tradicionais, históricos e recentes tratamentos ou melhoramentos. Cada item é assinalado por um código que consiste de uma ou mais letras, indicando a possibilidade do tratamento e identificando o processo pertinente. Este código é usado em todas as etapas do comércio de gemas nos

Estados Unidos. Quando um comerciante ou vendedor oferece ao cliente uma gema que tenha sido tratada por qualquer método descrito ou não no *Consumer Information Leaflets*, o vendedor é obrigado a informar ao cliente o método específico de tratamento empregado. Este manual, embora elaborado segundo a legislação norte-americana, vem sendo divulgado e passou a ser usado como referência para o comércio internacional de gemas.

Nas duas edições do livro *Gemstone Enhancement*, de K. Nassau (1984, 1994a), assim como no *Manual* da AGTA (1993, 1997), Martin (1987) e O'Donoghue (1988), dentre outros, para cada exemplo de gema apresentado, são descritos métodos de tratamentos que podem ser aplicados, a frequência com que eles ocorrem, a estabilidade de cada um, e o tipo de cuidado ou tipo de procedimento que pode ser necessário para preservar o tratamento aplicado ao material. Informa ainda a recomendação especial ou necessidade de algum cuidado especial exigido pela variedade específica da gema, independente do tratamento.

11.5.2 - TIPOS OU MÉTODOS ESPECÍFICOS DE TRATAMENTO

O *The Gemstone Enhancement Manual* da AGTA (1997) descreve e adota símbolos ou códigos para os seguintes tipos ou métodos específicos de tratamento:

N = *Not Enhanced* - sem tratamento ou sem melhoramento (*enhancement*); **B** = *Bleached* - clareado, descolorido, branqueado, alvejado; **C** = *Coated* - revestido; **S** = *Bonded* - colado, impregnado; **U** = *Diffusion* - tratado por difusão; **D** = *Dyed* - tingido; **F** = *Fracture Filled* - fraturas e/ou cavidades preenchidas ou impregnadas; **G** = *Glass Filled* - fraturas preenchidas com vidro; **H** = *Heated* - aquecido ou submetido a tratamento térmico; **I** = *Irradiated* - tratado por irradiação; **L** = *Lasered* - submetido a tratamento com *laser*; **O** = *Oiled* - impregnado com óleo (substância oleosa); **R** = *Resined* - impregnado com resinas e **W** = *Waxed* - impregnado com cera.

As categorias gerais utilizadas pelo GIA - Gem Trade Laboratory, para descrever os tratamentos de gemas em seus relatórios ou informes de identificação, segundo Kammerling & Moses (1995), são as seguintes: a) - preenchimento de cavidades; b) - preenchimento de fraturas; c) revestimento; d) - melhoramento do brilho ou polimento (*luster enhancement*); e) impregnação; f) - tratamento por difusão; g) - tingimento e *staining*; h) - tratamento térmico; i) - irradiação; j) - reconstrução. Já Nassau (1994a), tendo em vista as estimativas ou avaliações com relação aos tratamentos que estavam sendo utilizados no começo dos anos 90, agrupou todos os tipos específicos em três métodos ou tipos básicos: tratamento térmico (âmbar, berilo, calcedônia, coríndon, diamante, marfim, quartzo, espodumênio, topázio, turmalina, zircão e zoizita); tratamento por irradiação (berilo, coríndon, diamante, pérola, quartzo, espodumênio, topázio, turmalina, zircão) e outros tipos de tratamentos.

Descreveremos a seguir dez tipos ou métodos específicos de tratamento: 1) - tratamento térmico; 2) - tratamento por difusão superficial; 3) - indução de fraturas e cicatrizações; 4) - tratamento por irradiação; 5) - branqueamento, descoloração ou clareamento; 6) - tingimento; 7) - Impregnação de gemas – preenchimento de fraturas e/ou cavidades; 8) - revestimento; 9) - tratamento com *laser* e 10) - sínteses de gemas e gemas compostas e reconstituídas.

11.5.2.1 - Tratamento térmico.

Este processo consiste em provocar alterações (melhorias) na cor e/ou na transparência de uma gema, através do uso de calor, ou seja, é o processo que, pela aplicação do calor em condições adequadas, permite a transformação de gemas de

qualidade inferior - por razões de cor e/ou transparência - em gemas de qualidade gemológica de maior valor unitário (Sabioni & Ferreira 1996). Além da sua utilização isolada, o tratamento térmico pode também ser associado a outros processos de tratamento, como por exemplo, a irradiação (Isotani *et al.* 1987, Sabioni & Ferreira 1996).

Cuidado especial deve ser tomado com as gemas que apresentam inclusões devido ao fato delas apresentarem coeficientes de dilatação diferentes, sendo na maioria das vezes maiores que o da gema, quando são submetidas a temperaturas superiores às da sua formação. Este acontecimento irá gerar uma zona de alta pressão/tensão ao seu redor que pode ocasionar o fraturamento do material. A melhor solução é diagnosticar essas fraturas antes do tratamento térmico, retirando-as no processo de serragem e formação da gema. Fraturas preexistentes podem ocasionar a destruição da gema, através de seu alargamento. (Nassau 1994a).

De um modo geral, o tratamento térmico de gemas naturais apresenta um ou mais dos seguintes objetivos (Sabioni & Ferreira 1996):

- a) O melhoramento de uma cor, por exemplo, clarear ou escurecer a cor de uma gema.
- b) A uniformização da cor, caso das gemas apresentando mais de uma cor ou uma única cor distribuída de maneira não homogênea.
- c) Mudança de cor, como a transformação de uma água marinha verde-azulada em apenas azul, de uma ametista em citrino, etc..
- d) Adição de cor, por exemplo, a transformação de uma safira incolor em colorida por dopagem com impurezas cromóforas.
- e) Desenvolvimento de asterismo.
- f) Eliminação de asterismo.
- g) Melhoramento da transparência por dissolução de inclusões.



Figura 11.21 – Ametista e citrino. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

11.5.2.2 - Tratamento por Difusão Superficial.

Este processo não tem correspondente na natureza e consiste em introduzir impurezas na gema, por difusão no estado sólido, a altas temperaturas. (Sabioni & Ferreira 1996).

Este processo de tratamento térmico de gemas tem se tornado importante no mercado internacional de gemas. Na literatura gemológica somente existem dados de aplicação deste processo para as variedades do grupo do coríndon.

Este processo ocorre em uma faixa estreita junto à superfície da pedra ou gema, e, em virtude dessa pequena espessura, pode ser total ou parcialmente removida durante o repolimento (Kane *et al.* 1990).

11.5.2.3 - Indução de Fraturas e Cicatrização.

Raramente as fissuras, fraturas ou cavidades de uma pedra/gema encontram-se vazias. Em geral, gases (ar), líquidos ou mesmo substâncias sólidas podem se infiltrar nesses espaços e alterar a composição química ou a sua estrutura. As fissuras preenchidas são denominadas na gemologia de: bandeiras e plumas ou penas. Elas são, geralmente, formadas a partir de processos de cicatrização e contêm os restos não digeridos das soluções infiltrantes, que seguem o percurso das antigas fraturas.

Desde 1980, a presença de fraturas parcialmente cicatrizadas (*fingerprints*) em gemas, aparentemente naturais, conhecidas como coríndons sintéticos, tem provocado sérios problemas na indústria de gemas coradas.

11.5.2.4 - Tratamento por Irradiação.

O grande avanço da tecnologia no final do século passado, nas áreas de raios-X, da radioatividade e dos raios gama, provocou um grande aumento em pesquisas, inclusive no setor gemológico. Desde então, muitas experiências foram efetuadas nesta área, sendo tratadas as mais diferentes gemas das mais diferentes formas. Durante muitos anos grandes quantidades de topázio incolor foram importadas da Nigéria pelos EUA com o propósito exclusivo de tratamento por meio da combinação de irradiação e aquecimento para transformá-lo em topázio azul (Koivula 1988).

O tratamento por irradiação é o processo que utiliza partículas de alta energia ou ondas eletromagnéticas para alterar a cor de um material gemológico (Kammerling & Moses 1995).

Entre os vários agentes de irradiação, os raios gama são os preferidos, pois produzem boa uniformidade de coloração, não consomem energia elétrica, não produzem aquecimento localizado e nem induzem à radioatividade. A maior vantagem do bombardeamento de nêutrons ou de raios gama está na cor resultante, que é uniforme através da gema. A densidade da cor depende das variáveis que a gema é submetida, como tempo de exposição, intensidade de irradiação, etc.

As cores de certas gemas naturais foram produzidas pela radiação natural, proveniente principalmente dos elementos radioativos da crosta terrestre. Os resultados destas radiações são as ocorrências de berilo verde, topázios coloridos (azul e castanho), turmalina rosa, quartzo enfumaçado, ametista, citrino, kunzita - coríndons, feldspatos, escapolita, espodumênio, zircão, etc (Rossman 1982).

Entre as empresas que atuam no setor de irradiação e gemas no Brasil podemos citar a Empresa Brasileira de Radiações (Embrarad). Ela trabalha com tratamento de gemas há mais de 25 anos utilizando radiação gama proveniente do Cobalto-60. A Embrarad esclarece em seus informes que a coloração obtida com radiação gama, por mais intensa que seja, tem sempre a tonalidade natural (Embrarad 2007).

Daremos a seguir uma síntese das principais gemas comerciais que utilizam o processo de irradiação:

Topázios - O tratamento clássico empregado no topázio originalmente incolor ou azul de tons muito claros, consiste em submetê-lo à irradiação gama, utilizando como fonte geradora o cobalto-60. Este tratamento é estável e amplamente utilizado há pelo menos 40 anos no comércio internacional. Depois de irradiado o topázio é devolvido num tom fumê.

Na etapa subsequente o cliente submete a gema a um tratamento térmico para fins de indução ou intensificação da cor azul. Por razões ainda desconhecidas, os topázios incolores respondem de modo diferenciado ao tratamento por irradiação gama, segundo a sua origem. (Silveira 2009).

Essa temperatura entre aproximadamente 150°C e 180°C não é uma regra. Irá depender da origem do topázio, porém valores mais elevados tendem a deixá-lo esbranquiçado. Caso após a irradiação o topázio apresentar tom “coca-cola” é um sinal de excelente indicativo de tom azul, após o tratamento térmico. O Topázio azul irradiado com raios gama tem alta aceitação no mercado, devido a sua cor semelhante a cor da água-marinha, após o tratamento por irradiação. (Favacho M. 2009).

O mercado convencionou diferentes nomes para os tons de azul: “*Sky Blue*”, “*London Blue*” e “*Swiss Blue*”, tons diferentes em resposta a diferentes variáveis de irradiação.

Uma vez que topázios azuis naturais apresentam tons claros (Figura 11.22B e C), podemos considerar que topázios azuis de cor saturada (Figura 11.22D) certamente foram tratados por irradiação, conforme exemplificado na Figura 11.22.

A Embrarad, em seu site oficial, esclarece que trabalha com irradiação de gemas há mais de 20 anos e que não existe perigo delas se tornarem radioativas, pois a fonte utilizada, o cobalto-60, que emite raios gama, não deixa resíduos radioativos.

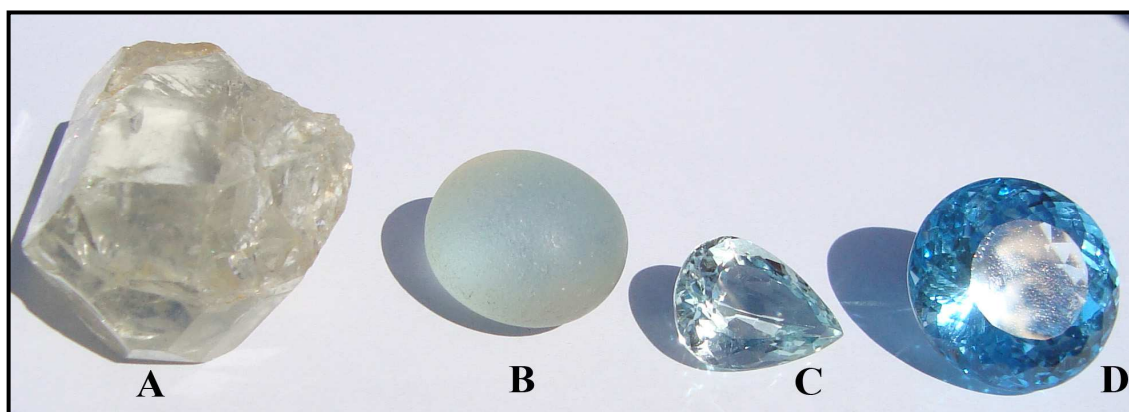


Figura 11.22 – A – topázio hialino. B – topázio azul natural rolado. C – topázio azul natural. D – topázio azul irradiado. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

Quartzos – O mercado convencionou chamar os quartzos tratados de *green-gold* (tons amarelo-esverdeados), quartzos conhaques, tom fumê e *beer*, também chamados de *champagne*. Assim como o topázio, é necessário um tratamento térmico em temperaturas variáveis entre 180 a 360°C. O tempo de exposição ao calor varia de 15 minutos em aquecimento rápido até aquecimentos de duas horas com resfriamento lento e gradual.

A prasiolita (ametista verde), apresentada na Figura 11.23, após a aplicação da radiação gama necessita apenas da simples exposição aos raios ultravioletas do sol ou de lâmpadas especiais que contenham este tipo de luz. Este procedimento deixa a gema com um verde mais puro e acentuado, sem tons acinzentados. Diferentemente dos quartzos *green-gold*, conhaque e *beer*, que voltam da irradiação gama totalmente escuros, as prasiolitas já adquirem o tom verde após a irradiação. Cuidado especial deve ser tomado com a prasiolita, expondo-a ao sol durante três dias no mínimo. Todos os quartzos apresentam excelente estabilidade de cor após o tratamento (Favacho 2009).

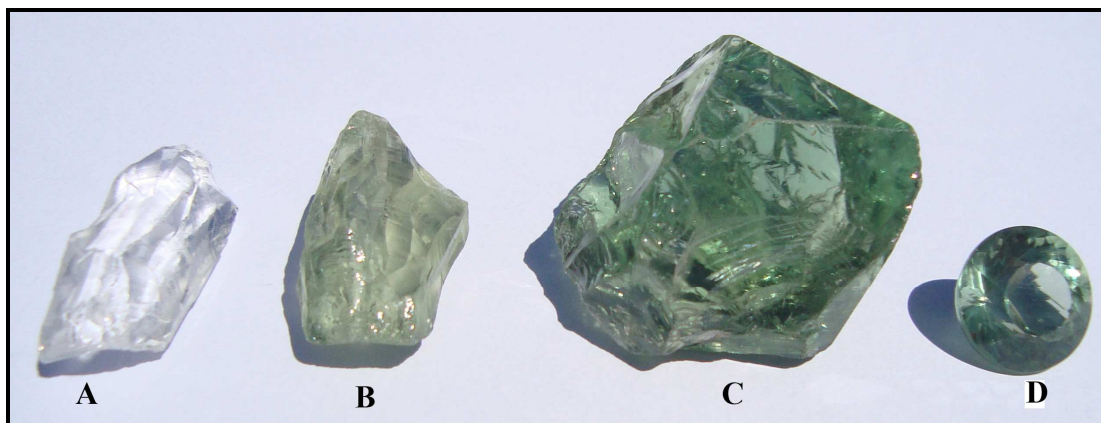


Figura 11.23 – Quartzos: **A** – quartzo hialino; **B** – prasiolita irradiada tom claro; **C** – prasiolita irradiada tom forte; e **D** – prasiolita lapidada. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

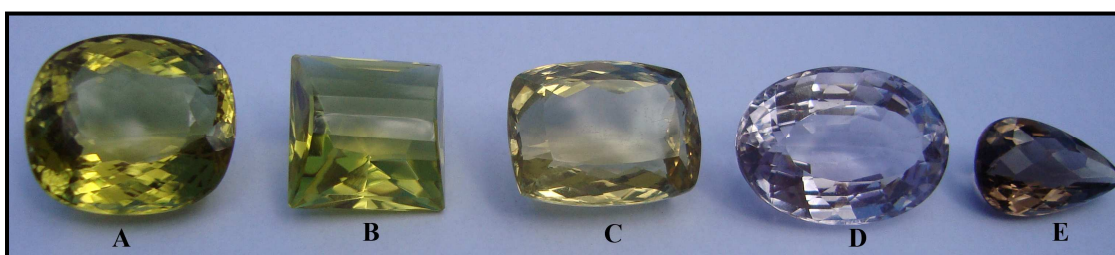


Figura 11.24 – Quartzos irradiados: **A** – *green gold* verde limão; **B** - verde claro, **C** – champagne; **D** - ametista rose de France; e **E** - fumê. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

A Figura 11.25 apresenta quartzo azul transparente originário de uma ocorrência de depósito natural, da mina de Montezuma – MG. O Dr. Rainer Schultz-Güttler do Instituto Mineralógico da Universidade de São Paulo, publicou um artigo sobre esta ocorrência em 2006. Segundo Schultz-Güttler, até pouco tempo, o único quartzo azul conhecido era a variedade sintética com crescimento hidrotermal ou aquele cuja coloração é devida a inclusões. Em 2006, o Dr. Schultz-Güttler relatou uma nova descoberta na Mina Montezuma, Minas Gerais, produzida em pequena quantidade de gema tipo ametista a qual, quando tratada, muda sua cor para um lindo tom azul. Esta descoberta acidental foi realizada quando o material de Montezuma foi irradiado com raios gama na tentativa de se obter a cor verde resultante de tratamento térmico em ametista, ou seja, a ametista esverdeada pelo calor teve sua cor modificada para azul, depois de submetida a irradiação gama e uma segunda etapa de tratamento térmico (Schultz-Güttler 2006).



Figura 11.25 – Quartzo azul e ametista verde de Montezuma MG (Schultz-Güttler 2006).

Berilos – Berilos incolores (goshenitas), quando submetidos a irradiação gama, podem apresentar modificações de cores ou tornarem-se amarelos, ou seja, heliodoros (Figura 11.26), berilos verdes, berilos róseos ou podem tornar-se berilos azuis (maxixe – não comercial).

Berilos incolores, que após irradiação mudam para um tom amarelo apresentam tons fumês indesejados necessitam de filtragem com a simples exposição ao sol, a qual é necessária em alguns casos. O amarelo transforma-se em laranja; berilos incolores que adquirem cor verde já voltam no tom desejado e berilos róseos (morganitas) podem ser conseguidos após a queima de berilos verdes irradiados ou depois da queima de berilos azuis (maxixe) em temperaturas entre 240°C - 280°C (Favacho M. 2009).

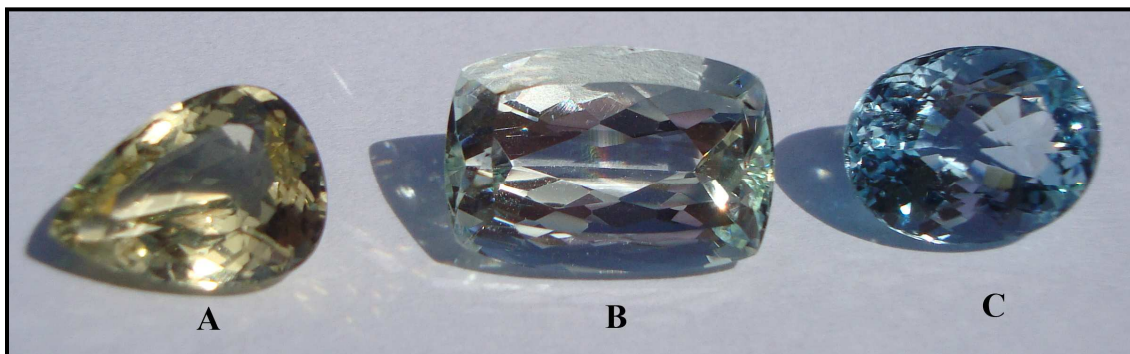


Figura 11.26 – A – Heliodoro; B – Água-marinha azul-esverdeado; e C – Água-marinha azul intenso
Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

Turmalinas róseas – A maioria das turmalinas de tom rosa encontradas na natureza apresenta um tom rosa claro. As cores mais intensas observadas em joalherias são produtos de irradiação gama. O procedimento é o seguinte: gemas deste tipo devem ser submetidas primeiramente a branqueamento completo à temperatura de aproximadamente 600° C, antes de serem submetidas à irradiação gama. Após o tratamento, em geral, a gema volta na cor desejada (Favacho M. 2009).



Figura 11.27 – turmalina rosa. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

Rubelitas – As rubelitas vermelhas irradiadas com raios gama que possuem um tom de vermelho mais intenso, tendendo para o sangue de pombo, são mais apreciadas pelo ramo joalheiro, conseguindo preços excelentes no mercado. Favacho (2009) informa que cores cinzas acontecem após a irradiação.

Para adquirir este tom vermelho a rubelita deve passar por tratamento térmico especial, devendo ser aquecida lentamente no forno com o seguinte controle de temperatura: no primeiro dia ela deve ser aquecida até chegar em 150°C; no segundo dia passar para 250 °C e no terceiro dia aumentar para 275 °C (Favacho M. 2009).



Figura 11.28 – turmalina vermelha (rubelita). Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

Kunzitas – Minerais do grupo do espodumênio incolores ou levemente rosadas, após irradiação com raios gama, podem apresentar cor rosa mais intensa, transformando-se em kunzita ou a cor verde, em hiddenita. A hiddenita irradiada em pouco tempo perde a cor e por este fato não é considerada como comercial. Favacho (2009) informa que espodumênio da região de Itamarandiba-MG e espodumênio do Afeganistão têm sido tratados na Embrarad, com excelentes resultados em suas cores. Indica ainda o espodumênio incolor com o topo do cristal levemente azulado como a melhor opção para o tratamento com raios gama.



Figura 11.29 – Kunzita bruta, branca e lapidada/tratada. Fotografia: Silva Filho A. F. 2009.

11.5.2.5 - Branqueamento, Descoloração ou Clareamento.

Este processo é aplicado em gemas orgânicas que apresentam coloração indesejável ou que tenham escurecido com o tempo. O método consiste em colocar a gema em contato com algum agente químico, normalmente um ácido, forçando a dissolução de uma fina camada superficial. A luz solar, também, pode ser utilizada neste processo de descoloração. (Nassau 1994a).

Tem-se conhecimento que os antigos, quando necessitavam clarear uma pérola, faziam com que ela fosse ingerida por uma galinha. Algum tempo depois, a ave era sacrificada e a gema retirada, quase sempre mais branca que de início. Ou seja, a pérola quando ingerida, entrando em contato com ácidos digestivos da galinha, corroem a camada superficial, removendo a parte sem vida (Nassau & Hanson 1988).

11.5.2.6 – Tingimento.

O método de tingimento necessita de que a gema a ser tratada tenha porosidade suficiente para permitir a penetração do íon ou elemento corante.

Este processo já era praticado desde a antiguidade, de forma especial em ágatas e cornalinas, na Índia por volta de 2.000 anos a. C., tendo sido encontradas no túmulo de *Tutancamon*, no Egito, datado de 1.300 a. C.

As gemas mais adequadas para este tipo de tratamento são as variedades criptocristalinas de quartzo (calcedônia, ágata, ônix, etc.), certos quartzitos porosos e quartzos fraturados por aquecimento. Suas características são a porosidade, resistência ao calor, bem como altamente resistentes a ácidos, possibilitando assim uma grande variedade de técnicas de tingimento (Nassau 1994a).

11.5.2.7 - Impregnação de Gemas - Preenchimento de Fraturas e/ou Cavidades.

Este processo já era utilizado na Grécia e Roma antigas. As fraturas, fissuras ou fendas originadas de tensão mecânica, pressão e/ou temperatura acentuadas, contém originalmente gases ou fluidos e se tais fraturas ou cavidades alcançam a superfície da pedra, elas geralmente estão preenchidas por ar (Hänni 1992b,c). Este método é baseado no preenchimento de fraturas e/ou cavidades, para substituir o ar que normalmente preenche tais cavidades por uma substância transparente, essencialmente incolor, que tenha um índice de refração muito próximo ao da gema (por exemplo, diamante, esmeralda) e desse modo resultar em uma inclusão menos visível (Koivula & Kammerling 1988a, Hänni 1992b), visando a melhoria da aparência e/ou da cor da gema. Estas impregnações incolores ou coloridas, conforme a gema a ser tratada, podem ser realizadas com óleos, ceras, resinas, adesivos, polímeros, vidros ou outras substâncias sintéticas. As impregnações coloridas normalmente têm como finalidade melhorar a cor e a transparência da gema ou torná-la parecida com outra gema de maior valor. O tingimento de quartzo para imitar esmeralda é um dos mais antigos tratamentos registrados na história (Kammerling & Fritsch 1992d).

11.5.2.8 – Revestimento.

Vários tipos de revestimentos ou modificações na superfície de uma gema têm sido praticados, incluindo aplicações com cera, tinta, recobrimento ou revestimento de superfície. Inclui pinturas de faces ou superfícies (*face paints*), vernizes, filtros de interferência, colocação de chapas delgadas ou lâminas de metal no dorso da pedra (*foil backs*), colocação de espelhos no dorso da pedra (*mirror backs*), entalhes, gravação de inscrições, decorações seletivas da superfície, etc.

Para Kammerling & Moses (1995), o termo revestimento é usado quando se refere à aplicação de substâncias estranhas coloridas à superfície da gema para alterar a sua aparência, como por exemplo, a aplicação de um revestimento verde sobre um berilo de cor

pálida (*pale-colored*) para obter aparência de uma esmeralda *darker-toned*. O melhoramento do brilho ou polimento é conseguido através da aplicação de uma substância essencialmente incolor, tal como, cera, parafina, óleo ou verniz à superfície ou subsuperfície de uma gema, para melhorar o brilho ou polimento aparente.

Um revestimento com verniz claro ou cera é frequentemente aplicado a gemas parcamente polidas, cabochões (*cabochons*), ou objetos esculpidos para melhorar a aparência ou ainda evitar o polimento irregular. (Nassau 1994a).

11.5.2.9 - Tratamento com laser.

O tratamento de diamantes, geralmente lapidados, via perfuração com *laser* (*laser drilling*), tem sido comercialmente utilizado desde 1970 (Sechos 1994). Esta perfuração visa abrir uma passagem até a inclusão, de modo a permitir sua vaporização ou passagem de reagentes que a eliminarão, melhorando a qualidade e, conseqüentemente, valorizando a gema.

Os canais são abertos perpendicularmente à faceta mais próxima, de modo a percorrer o menor caminho até a inclusão e a minimizar o erro em virtude do alto índice de refração. A perfuração com *laser* é usada principalmente na volatilização de inclusões grafitosas. Para as inclusões que se apresentam escuras, por causa da reflexão total, a aparência é modificada pela introdução de ar (buraco), o que torna a inclusão mais clara. Outra possibilidade é a injeção de um líquido sob pressão. Este líquido, de acordo com suas propriedades químicas e composição têm como finalidade dissolver ou clarear a inclusão.

11.5.2.10 - Sínteses de Gemas e Gemas Compostas e Reconstituídas.

Nassau (1994a) considera também como tipo de tratamento e/ou de melhoramento, as gemas sintéticas e as gemas compostas (*doublet, triplet*).

Reconstrução de gemas é o processo de combinação ou aglutinação de diversas peças de um material similar, através do uso do calor e/ou pressão, para produzir peças maiores.

CAPÍTULO 12

A LAPIDAÇÃO NO BRASIL

12.1 - HISTÓRICO DA LAPIDAÇÃO NO BRASIL

O Instituto Brasileiro de Gemologia e Mineralogia – IBRAGEM, define como gema uma substância que, por apresentar atributos como tradição, beleza, dureza, moda e raridade, é utilizada como jóia ou adorno.

Na segunda metade do século XIX, o Brasil já era grande produtor de diamantes e gemas coradas. Com isto, floresce o comércio e lapidação tanto em Portugal quanto no Brasil, existindo técnicas de cortes próprios, como o “Brilhante Português”. Este constitui um corte de beleza inigualável, com alto grau de simetria quando comparado aos cortes da época. Evolui retratando formas ovais, *antique*, gotas, que constituem até hoje o padrão único de corte adotado no Brasil. Em 1870, existiam lapidações na Bahia e em Diamantina.

Antes da segunda grande guerra, as gemas eram exportadas em estado bruto. O número de oficinas de lapidação aqui existentes era irrisório e a mão-de-obra especializada era inexistente. As gemas brasileiras tornaram-se rapidamente conhecidas dos lapidários europeus. Em meados da década de 1930, esses profissionais, que fugiam do nazismo,

começam a imigrar para o Brasil, visando à exploração comercial e manufatura destas gemas.

Rapidamente organizou-se e desenvolveu-se um pólo lapidário em Petrópolis, Rio de Janeiro, e outro em Mar de Espanha, Minas Gerais. Estes pólos chegaram a ter mais de 5.000 lapidários de diamantes e impulsionaram vigorosamente a indústria joalheira nacional. Porém, em função da recessão do mercado joalheiro no pós-guerra e em razão de não terem recebido qualquer tipo de estímulo para permanecerem no País, a maioria daqueles imigrantes, muitos de origem judaica, decidiram mudar-se para o recém-criado Estado de Israel, mantendo contatos no Brasil visando à importação de gemas em estado bruto.

No Brasil, as nascentes indústrias de lapidação e de joalheria não se extinguiram totalmente devido a alguns poucos empresários que decidiram permanecer no país. Em 1947, restavam no Brasil poucas oficinas de lapidação de gemas coradas (IBGM 2005).

Ainda segundo estudos realizados pelo Instituto Brasileiro de Gemas e Metais (IBGM), atualmente a atividade de lapidação, assim como a fabricação da maioria das obras e artefatos de pedras, é feita por pequenas empresas, muitas de “fundo de quintal”. Esta falta de qualificação, aliada aos valores elevados do custo da mão-de-obra, acaba fazendo com que as gemas sejam lapidadas no exterior, gerando um produto interno de baixo valor agregado.

12.2 – ANÁLISE SITUACIONAL DA LAPIDAÇÃO NO BRASIL

O Governo e a iniciativa privada iniciaram em 1972, um esforço conjunto que culminou com a adoção de uma série de medidas voltadas para a correção dos problemas e distorções encontrados.

Em 1980, outro grupo de estudos foi criado, pois as perspectivas de comercialização externa de gemas e jóias eram bastante promissoras. Estes trabalhos foram de muita importância para o setor gemológico brasileiro. Atualmente, no entanto, o Brasil ressentese de estrutura adequada e de corpo técnico capacitado que possa atender à demanda nacional e mundial (Barros 2005).

Em agosto de 2004 foi instalado o Grupo de Trabalho Permanente para Arranjos Produtivos Locais – GTP APL, por Portaria Interministerial nº 200, de 03.08.04, com o apoio de uma Secretaria Técnica, lotada na estrutura organizacional do Ministério do Desenvolvimento de Indústria e Comércio (MDIC), com o objetivo de adotar uma metodologia de apoio integrado a Arranjos Produtivos Locais (APLs), com base na articulação de ações governamentais. Entre os APLs estruturados pelo Sebrae/DF, encontra-se o setor de Gemas e Jóias (SEBRAE 2007). Este projeto foi aprovado e encontra-se em fase de estruturação.

Novos projetos estão sendo desenvolvidos como as iniciativas de inovação dos processos de lapidação das empresas integrantes, do APL de Gemas e Artefatos de Pedras de Teófilo Otoni – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) - e o estudo das inovações e diferenciação no *design* de jóias, lapidação e tecnologia para gemas coradas gaúchas, do APL de Gemas e Jóias do Rio Grande do Sul – Fundação Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social.

Em relação à lapidação, os principais pólos encontram-se em Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul. A formação dos lapidários ocorre na própria indústria, ou através do ensinamento de “pai para filho”, sendo que poucos deles possuem conhecimento de gemologia.

É muito incipiente a fabricação de máquinas para lapidação, principalmente por problemas de escala. Isto ocorre porque muitas indústrias fabricam ou montam suas próprias máquinas.

Uma recente pesquisa realizada pelo SEBRAE (2007), na área de lapidação, mostra que o país caminha para dotar o setor de novos maquinários, que possibilitarão o aumento da competitividade no mercado internacional. Neste contexto, encontra-se o desenvolvimento de tecnologia brasileira para a produção de uma nova máquina utilizada na lapidação de cabochão. Esta máquina produz 1,5 mil gemas por dia, todas calibradas e padronizadas. Um estudo de viabilidade econômico-financeira mostrou que, com a utilização dessa máquina, a indústria de lapidação brasileira torna-se competitiva em relação a qualquer outro país. Outra máquina, ainda em desenvolvimento, é a que realiza lapidação facetada, com tecnologia CNC - Controle Numérico Computadorizado. A estimativa de produção é de 150 peças ao dia.

A **Lapidart**, fabricante do primeiro facetador de pedras preciosas com tecnologia 100% brasileira, é uma empresa de Minas Gerais que lançou o *Robot Gems*, primeira máquina CNC (Comando Numérico Computadorizado) de lapidação de gemas da América Latina. O lançamento aconteceu durante a Tecnogold, feira de tecnologia para o setor joalheiro, que foi realizada em abril/2009, em São Paulo. Esta máquina deve revolucionar o mercado de gemas no Brasil devido à facilidade de operação e produtividade desta nova tecnologia (Jóiabr 2009). **O Robot Gems – CNC foi desenvolvido pela Lapidart** e empresas parceiras especializadas em mecatrônica e robótica. A máquina utiliza *softwares* que lêem e interpretam programas específicos de gemas, para lapidá-las sem interferência humana - que apenas se restringe à programação do modelo escolhido.

Segundo o SEBRAE (2007), o Setor de Gemas e Jóias é muito valioso para a economia das micro e pequenas empresas brasileiras. Um setor que, só nos últimos anos, cresceu 250% nas exportações, movimentou US\$ 100 milhões e é responsável por mais de 500 mil postos de trabalho diretos e indiretos.

Embora existam tecnologias avançadas para lapidação em grande volume, o custo da mão-de-obra, principalmente pelos encargos sociais, não tem permitido ao Brasil concorrer com países do Oriente. No Brasil ainda predominam as lapidações artesanais para pedras de valor mais alto. O setor de lapidação brasileiro precisa investir na padronização da produção através de pedras calibradas, pois esta adequação é essencial para o atendimento da demanda da indústria joalheira e tem forte impacto nas exportações.

Estudos apontam que somente as indústrias do setor de gemas e jóias geram em média 350 mil empregos diretos. O mercado interno consome de 5% a 10% da produção de gemas, 8% da produção de jóias e quase a totalidade da produção de bijuterias.

O percentual das empresas de micro e pequenos empresários é estimado em 93%. Por ter essa composição, o segmento é mais sensível a ciclos econômicos, embora tenha flexibilidade e potencial para expansão.

O setor de gemas e jóias apresenta uma crescente informalidade que se deve, em grande parte, à alta tributação, à necessidade de praticar preços competitivos e de obter maior lucratividade.

No entanto, os benefícios vindos para o Brasil, que possui tão privilegiada posição na produção de gemas, são escassos. Isto ocorre devido às oscilações apresentadas pela indústria de lapidação, que na maioria das vezes, são ocasionadas pelos impactos das diversas políticas fiscais e cambiais implementadas ao longo do tempo. O Parque Industrial sempre foi bastante diversificado. Embora os dados sejam conflitantes, estima-se que existiam cerca de 2.000 empresas de lapidação, de joalheria, de artefatos de pedras e de folheados de metais preciosos (IBGM 2005).

Nesta parte do setor de gemas e jóias nota-se uma tendência de se utilizar serviços de autônomos, muitos deles na informalidade, o que impede maior controle sobre a qualidade da lapidação. A capacitação da mão-de-obra é falha, inclusive no conhecimento de gemologia e de técnicas gerenciais. Observa-se, então, que há uma lacuna no mercado

de profissionais qualificados na técnica de lapidação. Muitas gemas e minerais nacionais, por falta de pessoal capacitado no país, são exportadas (exportação com baixo valor agregado) para serem lapidadas em países como Itália, Tailândia e outros. Este aspecto é observado em pesquisa realizada pelo IBGM (2005). Os maiores problemas apresentados pelas empresas de lapidação e de artefatos minerais dizem respeito ao corte (assinalado como de média e grande importância por 47% das empresas), à lapidação diferenciada (indicado por 42% das empresas como de média e grande importância), ao tratamento das gemas (indicada por 39% das empresas), assim como à lapidação calibrada (também apontado por 39% das empresas como médio e grande gargalos).

As pesquisas realizadas mostraram que a falta de qualificação da mão-de-obra é um fator crítico no desenvolvimento da atividade. Portanto são necessários projetos efetivos de capacitação de pessoal visando o aproveitamento total do potencial desta atividade. Diversos projetos, tanto no sentido de aumentar a qualificação da mão-de-obra, quanto no sentido de desenvolver tecnologias modernas com equipamentos mais eficazes, estão sendo intensamente promovidos pelos diversos ramos do setor.

Como exemplo de caso de sucesso do fomento na produção de gemas coradas no Brasil, citamos a seguir o APL (Arranjo Produtivo Local) do Rio Grande do Sul.

12.3 - APLs - ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS - CONCEITO BÁSICO

A caracterização dos modelos de Arranjos Produtivos Locais (APLs) prevê a existência de uma concentração geográfica de empresas, fornecedores, prestadores de serviços, entidades associadas, competitivas e cooperadas entre si. Este tipo de arranjo caracteriza-se por ser uma cadeia de produção compartilhada e especializada, em que o grau de colaboração, de cooperação e de complementaridade entre os empreendimentos e com outros agentes, instituições de ensino, pesquisa e fomento, é o que diferencia o APL das aglomerações empresariais.

Tais modelos (APLs/Pólos), embora adotem concepções e sigam trajetórias distintas, representam importantes eixos de desenvolvimento regional. Além disso, necessitam de apoio institucional para assegurar a promoção da competitividade e sua sustentabilidade, a partir da conexão de arranjos com os mercados, ao associar escala com flexibilidade.

A importância concedida pelo atual governo aos APLs tem sido devidamente reconhecida e valorizada. A realização da I Conferência Brasileira Sobre Arranjos Produtivos Locais, ocorrida em agosto de 2004, foi uma demonstração da importância desses aglomerados como instrumentos de política industrial. O evento contou com as presenças do presidente da República, de oito ministros de Estado, presidentes e diretores da CNI, CEF, BNDES, BNB, BB, BASA, IPEA, APEX, SEBRAE, CNPq, FINEP, EMBRAPA, INMETRO e SENAI.

No programa de APLs são parceiros os seguintes órgãos e entidades: Banco do Brasil (BB), Caixa Econômica Federal (CEF), BNDES, Financiadora de Estudos e Pesquisas (FINEP), MCT e o Fórum de Secretários de Ciência e Tecnologia, Sistema SEBRAE, o IBGM e as Associações de Classe Estaduais.

Podemos citar como um caso de sucesso a **APL - Arranjos Produtivos de Gemas e Jóias do Estado do Rio Grande do Sul**.

Este programa iniciou suas ações em abril de 2004, com a aprovação de um projeto de modernização e fortalecimento do Setor. O projeto contou com o apoio do Fundo Nacional de Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia (FNDCT/FINEP).

As atividades integrantes do programa abrangem toda a cadeia produtiva, desde a prospecção das jazidas das gemas existentes – ametista, citrino, ágata e cornalina –, até o produto final – jóias, folheados, bijuterias, gemas lapidadas e artesanato de pedras. Este programa abrange as principais regiões do Estado, tendo nas cidades de Lajeado, Soledade, Ametista do Sul e Guaporé seus principais pólos.

A estratégia de execução do APL tem sido utilizar a infraestrutura de diversas universidades do Estado, que possuem efetiva capacidade instalada. Esta proposta permite oferecer apoio tecnológico para o desenvolvimento do setor em todas as subregiões, de acordo com as vocações regionais existentes, atendendo aos diversos segmentos da cadeia produtiva.

Seguem algumas características do Setor de Gemas e Jóias no Estado do RS:

1. Concentra as maiores jazidas mundiais de ágata e ametista;
2. Apresenta elevado nível predatório a ser corrigido;
3. Possui um parque industrial de lapidação e joalheria, integrado por mais de 600 empresas de pequeno porte e com possibilidades de ampliação;
4. Responde por 20% das exportações brasileiras de gemas e jóias – equivalentes a US\$ 47 milhões anuais – detendo expressivo potencial de crescimento com a agregação de valor às gemas brutas;
5. Possibilita elevada geração de emprego por unidade de investimento;
6. Conta com entidades representativas da cadeia produtiva, com potencial de fortalecerem a atuação conjugada entre si;
7. Apresenta uma proximidade geográfica com países parceiros do MERCOSUL, que, além de serem considerados centros consumidores, também possuem jazidas.

Ao examinar regionalmente a cadeia produtiva, nota-se, na cidade de Guaporé, a existência de cerca de 120 micros, pequenas e médias indústrias que trabalham no segmento de folheados e de jóias em prata e ouro. O suporte técnico é dado pela Universidade de Caxias do Sul e pelo SENAI, com seus cursos de formação de tecnólogos e de ourivesaria. O SEBRAE, que formulou projeto específico para atendimento às jóias e folheados, também presta efetivo apoio às indústrias.

Em Lajeado, assim como nas cidades da redondeza, existem cerca de 250 micros e pequenas indústrias. Elas operam no segmento de lapidação, artefatos de pedras e de máquinas e equipamentos tecnicamente apoiados pela UNIVATES e pelo SENAI.

A cidade de Soledade caracteriza-se como principal centro de comercialização de pedras do Estado. A Universidade de Passo Fundo e o SENAI fornecem apoio técnico para aproximadamente 120 micro empresas localizadas na região.

As jazidas de ametista, citrino e ágata são encontradas em toda a extensão do derrame geológico do Estado. Tal derrame geológico se estende de Santana do Livramento até Ametista do Sul.

O Programa tem como objetivo aumentar a competitividade de toda a cadeia produtiva de gemas e jóias do Rio Grande do Sul, mediante a introdução das melhores práticas, abrangendo a pesquisa mineral, lavra, beneficiamento e industrialização – corte, martelagem, tingimento, lapidação e joalheria.

Objetivos específicos:

- Aportar tecnologia para pesquisa mineral, lavra, beneficiamento e industrialização;
- Elevar o valor agregado e a diversificação de produtos;
- Desenvolver processos de melhoria da qualidade, inovação tecnológica, design e marketing;
- Ampliar e desenvolver novos mercados em âmbito nacional e internacional;

- Estimular a normalização e certificação dos produtos do Setor;
- Promover e otimizar a formação técnico-profissional de empresários e seus colaboradores;
- Ampliar e fortalecer as lideranças locais e regionais para a estruturação e manutenção do Arranjo Produtivo;
- Promover a geração e o crescimento de renda e emprego;
- Melhorar as condições de segurança e saúde no trabalho;
- Reduzir impactos ambientais em todas as atividades industriais e de garimpo e
- Mobilizar recursos financeiros públicos e privados para o desenvolvimento de micro e pequenas empresas.

A coordenação administrativa do Programa em Rede está sob a responsabilidade da Fundação Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social (FUVATES), sediada em Lajeado. A coordenação técnica está a cargo do geólogo e professor José Ferreira Leal.

Fazem parte da governança do programa e são parceiros os seguintes órgãos e entidades:

1. Governo Federal: Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Ministério do Turismo (MTUR), Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) e Serviço Geológico Brasileiro (CPRM);
2. Governo do Estado do Rio Grande do Sul: Secretaria da Ciência e Tecnologia (SCT), Secretaria do Desenvolvimento e dos Assuntos Internacionais (SEDAI) e Secretaria de Energia, Minas e Comunicação (SEMC);
3. Instituições de apoio às micro e pequenas empresas: SEBRAE e SENAI;
4. Instituições de ensino: Universidade do Vale do Taquari de Ensino Superior (UNIVATES), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade de Caxias do Sul (UCS), Universidade de Passo Fundo (UPS) e Universidade de Santa Maria (USM);
5. Associações e entidades de classe: IBGM, AJORSUL, SINDIJÓIAS/RS, SINDIPEDRAS e FECOMÉRCIO;
6. Cooperativas: COOGAMAI, COOPEGEMAS, COOPEDRAS E COOPERAGATA;
7. Agentes financeiros: Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, Bradesco e SICREDI, pertencentes ao programa do BNDES;
8. Outros: indústrias de lapidações e artefatos minerais, fábricas de jóias e folheados e empresas e consórcios de exportação.

A Associação do Comércio de Jóias, Relógios e Óptica do Rio Grande do Sul (AJORSUL), sediada em Porto Alegre; o Sindicato das Indústrias de Joalheria e Lapidação de Pedras Preciosas do Nordeste Gaúcho (SINDIJÓIAS), sediado em Guaporé; e o Sindicato das Indústrias de Joalheria, Mineração, Lapidação, Beneficiamento e Transformação de Pedras Preciosas (SINDIPEDRAS), sediado em Soledade, são as entidades de classe representativas do Setor no Estado.

A Cooperativa Regional Mineral (COOPERGEMAS), de Quaraí, juntamente com sua irmã COOPEGEMA – sediada em Artigas – no Uruguai; a Cooperativa dos Garimpeiros de Ágata (COOPERAGATA), sediada em Salto do Jacuí; a Cooperativa dos Garimpeiros do Alto-Médio Uruguai (COOGAMAI), sediada em Ametista do Sul e a Cooperativa de Produtores de Artefatos de Pedras (COOPEDRAS), localizada em Estrela, são as cooperativas existentes e atuantes no Setor. No momento, existe um movimento para a instalação de uma Cooperativa em Lajeado.

Principais atividades executadas pelo programa:

- Desenvolvida e apresentada ao mercado a máquina de lapidação de cabochões com controle numérico, que representa um salto em termos de produtividade no processo de lapidação;
- Aprovado projeto para execução de uma lapidadora com controle numérico para facetamento e polimento de gemas e construção do protótipo – em fase de otimização;
- Formulado e executado projeto para melhoria das condições de trabalho de garimpeiros, com diminuição do pó e emanção de gases dentro das minas – projeto piloto em fase final em Ametista do Sul;
- Desenvolvimento de trabalhos de associativismo e cooperativismo em várias regiões, como Quaraí e Salto do Jacuí, resultando na instalação de cooperativas e na formação de grupos pilotos de trabalho para a criação de outras associações;
- Discussão sobre a formatação e a implementação da Rede Tecnológica dos APLs, que se encontra aprovada pelo MCT.

A escola do SENAI, existente em Guaporé, possui uma agenda de cursos de formação de mão de obra para as indústrias locais. Cada indústria efetua o pagamento de uma espécie de bolsa e tem o direito de ter um estagiário como aluno. Os cursos são ministrados à noite e são formados, por ano, cerca de 100 técnicos.

Na proposta de planejamento estratégico elaborada pelos industriais de Guaporé, foram solicitados vários cursos de especialização, como os de micro fusão, modelagem em cera, borracha, cravação, técnicas de polimento e controle de banhos.

Na área de lapidação, o SENAI possui centros de formação em Quaraí e em Soledade, este último transferido de Lajeado.

O APL apresentou projetos de implantação de centros de lapidações junto aos garimpos, dando preferência àqueles realizados com as Cooperativas, o que irá permitir a agregação de valor às gemas no local de extração e/ou recolhimento das pedras.

O SEBRAE/RS aprovou a realização de um projeto para cursos de capacitação de marteladores, considerado a primeira etapa na agregação de valor na linha de beneficiamento de pedras. Da mesma maneira que será feita a lapidação, a martelação está sendo proposta para ser executada junto aos garimpos, em parceria com as Cooperativas de garimpeiros.

Os garimpeiros também estão recebendo treinamento em técnicas mais modernas de trabalho, de uso de equipamentos, de preservação da saúde, de prevenção de acidentes e do correto tratamento do meio ambiente, além da diminuição na produção de poeira e gases, do uso correto de dinamites, entre outras práticas.

Foi aprovado pelo MME/MCT – Fundo Mineral - um projeto para o desenvolvimento e a fabricação de um equipamento de lapidação calibrada de cabochão e um outro de facetamento, reunindo empresário, universidade e consultoria privada.

Os equipamentos incorporam alta tecnologia e são diferenciados por não apresentarem similares no mercado nacional e internacional.

O Projeto Oficinas, desenvolvido pelo APL em Rede, irá incorporar gemas brasileiras em folheados, permitindo a colocação de produtos diferenciados nos mercados nacional e internacional, bem como agregar design atendendo as atuais tendências.

A contratação de designers pelas indústrias de jóias e folheados, que tem ocorrido mais recentemente, certamente constitui-se em importante instrumento de inovação no processo produtivo e na diferenciação dos produtos fabricados no Estado.

A participação ativa do DNPM, SEDAÍ (Secretaria do Desenvolvimento e dos Assuntos Internacionais), CPRM, FIERGS, SEBRAE/RS, SENAI, FEPAM, representantes das universidades situadas nas regiões onde o projeto atua, sindicatos e associações representativas do Setor, o IBGM, o Fórum de Competitividade e, com ele, os ministérios que estão

envolvidos nas atividades em execução, demonstra que o Programa está devidamente estruturado, permitindo dar respostas às demandas das empresas de toda a cadeia produtiva, associado ao fato de estar se formando e consolidando as bases técnicas e institucionais, que sustentarão o seu desenvolvimento.

Fonte: http://www.aprendendoaexportar.gov.br/gemasejoias/html/sobre/arranjos_produtivos_l_ocaais.html

Em Ametista do Sul, muito conhecida como a Capital Mundial da Pedra Ametista, foi elaborado o Projeto Inovação Tecnológica na Lavra de Gemas do Rio Grande do Sul, tendo como coordenador José Ferreira Leal.

Este projeto tem como objetivo a adaptação de equipamentos de perfuração e ventilação, assim como, a introdução de novas metodologias de lavra a serem aplicadas nos garimpos da região de Ametista do Sul. O presente projeto terá como alvo também, a capacitação de trabalhadores nos municípios de abrangência da COOGAMAI (Cooperativa de Garimpeiros do Médio Alto do Uruguai Ltda.): Ametista do Sul, Frederico Westphalen, Irai, Rodeio Bonito, Gramados dos Loureiros, Trindade do Sul, Planalto e Cristal do Sul. O objetivo geral do projeto é a implantação de um sistema de minas-modelo, disseminando os procedimentos de lavra mais eficazes e adoção de sistemas de ventilação e perfuração, adequados ao tipo de lavra praticado na região. Com isso, assegurando melhores níveis de segurança e saúde dos trabalhadores. Além disso, os trabalhadores serão instruídos em técnicas de gestão, aumentando o rendimento e diminuindo os custos na lavra.

Metas:

- Capacitação nas áreas de lavra e gestão operacional nos garimpos;
- Desenvolvimento de metodologia para a recuperação ambiental e gerenciamentos dos minerais existentes na região;
- Desenvolvimento de perfuratriz a úmido adequada ao método de lavra existente na região;
- Desenvolvimento de sistemas de ventilação adequados aos garimpos da região e
- Implementação de um método de lavra e ciclo operacional adequado aos garimpos da região.

Este projeto esta vinculado a APL de Gemas e Jóias do Rio Grande do Sul – RS.

As seguintes instituições atuam neste projeto: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Laboratório de Pesquisa Mineral e Planejamento Mineiro e Fundação de Apoio à Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Fonte: http://www.redeaplmineral.org.br/banco_apls/projetos/inovacao-tecnologica-na-lavra-de-gemas-do-rio-grande-do-sul

12.4 - TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS

Como principais tendências tecnológicas, citam-se, por exemplo, na exploração de esmeralda, a catação dos cristais através do processo de separação por raios-X, devidamente explicada no Capítulo 10, item 10.1. Processo similar envolvendo esta técnica deve ser adotado por outras empresas de mineração.

Com certeza, outra técnica que será amplamente divulgada e aplicada no setor de gemas coradas é de melhoramento (*enhancement*), principalmente em quartzo, através de irradiação de raios gama, técnica que agrega um valor financeiro e de qualidade muito grande. Este assunto foi extensamente abordado no Capítulo 11, item 11.5.

Na área de lapidação de gemas coradas a falta de mão de obra qualificada e a demanda por gemas calibradas, lapidação diferenciada e máquinas mais precisas e automatizadas, aponta para uma tendência de novas tecnologias, substituição de grande parte desta indústria para máquinas de catraca e principalmente mais automatizadas, do tipo *Robot Gems*, fabricada pela Lapidart, mencionada neste Capítulo 12, item 12.2.

A proposta 1 de **fomentar a educação direcionada** e a proposta 3 de **fomentar a criação de cooperativas garimpeiras**, ambas do Capítulo 19, certamente levará a novos conhecimentos que demandarão novas tecnologias para comunidades/microempresas e conseqüente, aumento da produção.

CAPÍTULO 13

A UTILIZAÇÃO DOS MINERAIS NA INDÚSTRIA

13.1 – ARTESANATOS

No Capítulo 8 foram apresentados alguns exemplos de aproveitamento de minerais-gemas para artesanato, mostrando a arte agregada a um mineral-gema, que tanto pode ser rocha portadora de esmeraldas sem valor gemológico, um quartzo hialino ou qualquer outro, o qual, embora portador de defeitos/inclusões, pode ser reaproveitado por artesão.

A Figura 13.1 mostra um trabalho de artesanato da cidade de Cristalina (Goiás), onde, em um quartzo conhecido como lodolita (cristalização defeituosa/leitosa nas bordas), foi esculpida a imagem de São Francisco de Assis, com pássaros, árvores e grama. Podemos visualizar então uma imagem perfeita de sintonia do santo com a natureza. Esta peça nos mostra a visão do artesão no corte perfeito da parte hialina, na imaginação e escolha do quadro a ser esculpido e na perfeita sintonia do ambiente esculpido pelo homem e pela natureza. A criatividade fez de um quartzo defeituoso um valioso objeto de arte.

O investimento necessário consiste em mão de obra qualificada, material de consumo, quartzo abundante no Brasil, barato e às vezes descartado (conforme mostrado no Capítulo 8). O equipamento, também barato, é serra, rebolo, material de polimento e um motor de chicote com caneta e brocas diamantadas para esculpir as figuras.



Figura 13.1 – Imagem de São Francisco de Assis em perfeita sintonia com a natureza, esculpida em uma lodolita (quartzo leitoso). Artesanato da cidade de Cristalina – Goiás.

A Figura 13.2 também apresenta uma imagem de São Francisco de Assis, esculpida em quartzo hialino. A pureza do quartzo, as bordas lapidadas e a beleza da arte agregada ao material, transformam um mineral-gema de baixo valor em uma peça de arte valiosa e de fácil comercialização.



Figura 13.2 – Figura de São Francisco de Assis em quartzo hialino. Peça fabricada pelo artesanato de Cristalina-Goiás.

13.2 – JOALHERIA

Conforme mostrado no Capítulo 6, Histórico – Gemas no Brasil e no Mundo, a história da joalheria se confunde com a história da humanidade. No Egito antigo a máscara de ouro da múmia de Tutankhamon trabalhada com gemas, é uma verdadeira peça de joalheria. Na Índia, a descoberta de diamantes alavancou a fabricação de jóias e os Rajás e Marajás as ostentavam como símbolo de poder e glória. Na China, nas tribos de Israel, em Roma, nas Cruzadas, as jóias exerceram o fascínio que nos legaram assim como as guerras e saques que povoam a história da humanidade.

A Figura 13.3 mostra um retrato de Luís XIV, de 1710, portando as insígnias do poder, jóias da coroa francesa, entre elas o manto com flores de lis forrado de arminho, a coroa, a espada “joyeuse” adornada de pedras preciosas, rubis, safiras, o ceptro, a mão de justiça e um pingente (Louvre 2008).



Figura 13.3 - Retrato de Luís XIV, datada de 1710 - o corpo e as insígnias do poder (Louvre 2008).

Até a descoberta de ouro nos Estados Unidos da América em torno do ano de 1840, e mais tarde na África do Sul com a introdução dos primeiros diamantes Cape nos anos próximos a 1870, muitas peças de joalheria foram desmontadas.

A Revolução Francesa também foi responsável em parte pela destruição de muitas peças importantes para a história da joalheria. Os ideais republicanos dos revolucionários influenciaram profundamente a sociedade, mudando hábitos, estilo de vida, governos, etc. Jóias foram consideradas como uma lembrança do regime antigo, parecendo conflitar com os novos ideais, sendo consideradas como alguma coisa fora de moda. Uma enorme quantidade de jóias provenientes da França foi desmontada ou vendida para sobrevivência.

A mudança da moda levou ao redirecionamento no *design* das jóias da época, tornando-as simples, geométricas e planas.

Por volta dos anos de 1800 houve um novo movimento de volta ao *design* joalheiro e o comércio se voltou mais uma vez para atender a uma nova aristocracia que foi contra o ideal republicano do *design* de jóias, considerando-o de mau gosto. A chegada de Napoleão ao poder mudou drasticamente não apenas a cena política e social, mas também o mundo da moda e da joalheria. Seu interesse, e também o de Josephine, em joalheria era muito bem conhecido, mas a simplicidade e a linearidade das jóias contemporâneas não atendiam a seus anseios de poder e glória.

Por volta de 1803, Napoleão recuperou a maioria das jóias da coroa tomada pelos revolucionários. Durante sua visita oficial à Bélgica como Primeiro Cônsul, as jóias foram usadas pela primeira vez desde a revolução. Logo depois, na coroação de Napoleão como imperador, foram remontadas por Foncier e Nitot. A vontade de Josefine de impor sua vontade aos joalheiros parisienses fez com que as jóias de Bourbon fossem remontadas na forma de tiaras, conjuntos, ornamentos de cabelo e braceletes.

A Figura 13.4 mostra um colar da imperatriz Maria Luiza, parte de um conjunto de colar, brincos, diadema e um pente, confeccionados em ouro e prata, com esmeraldas e diamantes (Louvre 2008).



Figura 13.4 – Colar de esmeraldas e diamantes, de 1810, em ouro e prata, presente de Napoleão I à nova imperatriz Marial Luiza da Áustria. Esta peça pertencia a um conjunto que continha também brincos, diadema e um pente.

A utilização de gemas na indústria tem como principal consumidor o mercado joalheiro.

O mercado consumidor do mundo capitalista é ávido por jóias, as quais são ofertadas como presentes ou compradas como a realização de um sonho, como símbolo de *status* e de

poder, como investimento, como pedido de casamento, como gemas do mês de aniversário, etc.

A seleção mais popular de gemas representativas dos meses de aniversário é ilustrada na Figura 13.5. Esta tradição teve início na 18^o século, na Polônia e daí repercutiu para todo o mundo. Segundo ela, cada pessoa nasce sob a influência de uma determinada gema, a qual lhe traz sorte.



Figura 13.5 – Gemas representativas dos meses de aniversário (Cally Hall 2002).

Desde então muita coisa mudou. Segundo Regina Machado, consultora do IBGM, a jóia atual não tem o mesmo significado de antigamente, quando o seu valor era medido pelo peso de metal nobre ou quilates de gemas incrustados na peça. O mais valioso é o peso da idéia, do desenho, do conceito. O material empregado não é mais a única forma de se aferir o valor, o luxo que ela representa (Regina Machado, in IBGM 2008).

O conceito acima mostra que a cadeia de produção de mineral-gema, lapidação e jóia concebida no estado da arte, com um bom *design*, são elos que nunca devem ser quebrados por um país que tem como estratégia a liderança mundial no setor de gemas e jóias. A criatividade dos especialistas brasileiros em *design* tem mostrado sua competência em diversos concursos internacionais. Por exemplo, podemos citar o concurso de jóias da De Beers, onde o Brasil e a Itália sempre foram destaques.

O importante na indústria de gemas e jóias é a verticalização do produto, a qual agrega valor a um mineral-gema. A Figura 13.6 apresenta as etapas de transformação de um mineral-gema até o produto final, a jóia.

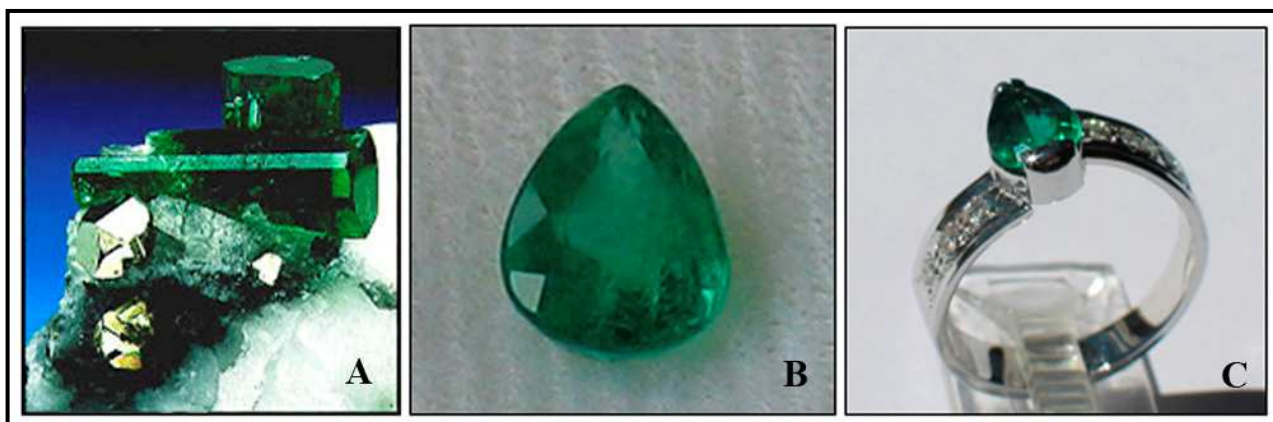


Figura 13.6 - Etapas da verticalização de uma gema. **A** - Esmeralda bruta. **B** – Esmeralda lapidada. **C** – Anel de esmeralda confeccionado em ouro branco com diamantes incrustados.

O SEBRAE, através de seu Diretor Técnico, Luiz Carlos Barbosa, informa na Revista Indústria de Jóias, na matéria, “Lapidando a Imagem da Jóia Brasileira”, que o SEBRAE opera em 10 polos de gemas e jóias sendo que os principais problemas são: gestão deficiente, pouca capacitação de mão de obra, defasagem tecnológica, design inadequado e falta de crédito. Para resolver estes problemas o SEBRAE vem trabalhando no sentido de promover consultoria tecnológica, facilitar o acesso a serviços financeiros e promover ações de associação da jóia ao turismo nacional. Mostra ainda a importância de parcerias para a solução destes problemas. Estes gargalos também foram detetados neste trabalho e no Capítulo 18 foi elaborada uma proposta para encaminhar suas soluções.

O IBGM, através de seu boletim INFORMA, de março de 2008, aponta um recorde na exportação brasileira da cadeia produtiva de gemas e jóias, alcançando o valor de US\$ 1.333 Milhões. Informa ainda que o setor teve um crescimento de 15% em relação a 2006. Pedras em bruto e lapidadas alcançaram US\$ 158 Milhões, referente a um crescimento de 12%, e os produtos de valor agregado – jóias de ouro, folheadas e bijuterias, cresceram 16%, alcançando um valor de US\$ 284 Milhões. Para o ano de 2007 foi previsto um crescimento de 12% e 15% nos setores discriminados anteriormente, devendo alcançar um total de US\$ 1,5 Bilhões.

Como exemplo de um pólo de desenvolvimento neste setor, podemos citar a cidade turística de Pirenópolis, Goiás, situada a 140 km de Brasília, onde muitos profissionais se dedicam a joalheria. A Figura 13.7 mostra uma peça de joalheria fabricada em Pirenópolis. Um conjunto de prata com topázio azul, constando de tiara, colar, brincos, anel e pulseira. Uma excelente peça de joalheria, técnica de filigrana, de origem portuguesa.



Figura 13.7 – Conjunto de prata (tiara, colar, brincos, anel e pulseira) com topázio azul, trabalho joalheiro artesanal, técnica filigrana, fabricado em Pirenópolis, Goiás, centro de joalheria situado a 140 km de Brasília.

Como exemplo da moderna joalheria e da criatividade brasileira, mostramos a Figura 13.8, classificada em 2º lugar no concurso Prêmio IBGM de Design de Jóias de 2006; Destinos do Brasil - Uma Viagem pelas Jóias do País, do designer Emi Kyouho Hirose, categoria Sudeste.



Figura 13.8 – Jóia classificada em 2º lugar no Prêmio IBGM de Design de Jóias de 2006 (IBGM 2007)

Outro exemplo observa-se na Figura 13.9, ou seja, um anel da De Beers denominado *Champagne cocktail Fizz collection*, exposto no site oficial desta empresa.



Figura 13.9 – Exemplo da moderna joalheria, um anel da De Beers denominado *Champagne cocktail Fizz collection*, exposto do site oficial desta empresa (De Beers 2009).

13.3 - INDÚSTRIA CERÂMICA E VIDREIRA

Conforme amplamente mostrado no Capítulo 8, outro aspecto a ser considerado na exploração de minerais pegmatíticos é a presença de minerais industriais de grande interesse para a indústria. Entre esses minerais industriais, um dos mais importantes é o feldspato. O Brasil é o terceiro produtor mundial na indústria cerâmica e o feldspato é o produto básico para esse segmento e para a indústria vidreira. A utilização de feldspato, com o advento da indústria de porcelanato, no mínimo foi duplicada. Um garimpeiro de minerais-gemas persegue seu sonho de *bamburrar* e ao mesmo tira cerca de 01 tonelada de feldspato potássico (pedra-louça) e entre 200 a 300kg de albita por dia. Portanto, o garimpeiro procura seu sonho de *bamburrar* e ao mesmo tempo, tem a sua subsistência garantida durante o período de seca, nessas regiões pobres do Brasil.

CAPÍTULO 14

ASPECTOS AMBIENTAIS

No Brasil, os principais problemas provenientes das atividades mineiras consistem em desmatamento, poluição da água e ar, poluição sonora e subsidência de terreno. De modo geral, a mineração no país está submetida a regulamentações onde os três níveis do poder estatal possuem atribuições em relação à mineração e meio ambiente. Em nível federal os principais órgãos responsáveis pela definição de diretrizes e regulamentações, bem como concessões, fiscalização e cumprimento da legislação mineral e ambiental no aproveitamento de recursos minerais, são o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Ministério de Minas e Energia (MME), responsável pela formulação, coordenação e implementação de políticas do setor mineral. O Departamento Nacional da Produção Nacional (DNPM), órgão do MME, é responsável pelo planejamento e fomento dos recursos minerais, bem como de concessão, controle e fiscalização das atividades de mineração em todo território nacional, de acordo com o Código de Mineração. Também fazem parte a Agência Nacional de Águas (ANA), o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgão responsável em nível federal pelo licenciamento e fiscalização ambiental.

No que se refere à exploração de minerais gemas, o controle mais rigoroso é exatamente sobre as empresas grandes, geralmente aquelas que atuam na exploração de diamante, esmeralda e topázio. Em função de localização e tamanho reduzido de determinados garimpos, o controle destas pequenas lavras não é efetivo.

A maioria da exploração de minerais gemas ocorre em pegmatitos que não ultrapassam algumas centenas de metros, causando, portanto, pouco impacto no meio ambiente. Além do tamanho reduzido da área de lavra não se usam substâncias químicas nocivas ao meio ambiente, como, por exemplo, o mercúrio na concentração do ouro. Da mesma forma, não se identificam produtos tóxicos nos rejeitos como aqueles ricos em arsênio observados naqueles abandonados de minas de ouro.

14.1. IMPACTOS AMBIENTAIS/GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Conforme mencionado na introdução deste item, os impactos ambientais causados na exploração de minerais gemas não são de grande monta como é o caso do ferro, carvão, ouro e metais bases.

A remoção de capeamentos superficiais que antes eram jogados diretamente nos cursos d'água hoje são estocados com critérios até sua reposição posterior, na tentativa de reconstituição do solo.

Durante as operações, as pilhas de material estéril que serão recolocados em seus locais de origem devem ser colocadas a distâncias seguras de drenagens ou fora de taludes mais íngremes. No caso da lavra de pegmatitos o “estéril” consiste em feldspato, um produto básico na indústria cerâmica e vidreira. Para se chegar à zona das pedras preciosas é necessário remover toneladas de feldspato potássico e albita.

Nos garimpos mecanizados o uso da água e seu reaproveitamento devem ser cada vez mais utilizados. Infelizmente nas operações de balsa dentro dos cursos d'água, todos os rejeitos provenientes do trabalho de tratamento do cascalho são jogados diretamente na drenagem, podendo alterar apreciavelmente a biota local.

O manuseio de óleos e graxas deve ser cercado de todo cuidado. Mantas especiais disponíveis no mercado são usadas não só para isolar as áreas onde são estocados estes produtos como também no revestimento dos tanques de decantação onde se faz à floculação dos efluentes, evitando desta forma a contaminação do lençol freático.

Outro ponto importante é o controle de poeiras na atmosfera, principalmente na proximidade de povoados. O problema pode ser minimizado utilizando caminhões pipas ou aspersores.

A recuperação de passivos ambientais causados por operações clandestinas ao longo de vários anos constitui um desafio para os órgãos do governo responsável pelo meio ambiente.

CAPÍTULO 15

ASPECTOS ECONÔMICOS

15.1 – PREÇO DE MERCADO POR TIPO DE GEMA CORADA.

Apresentamos na Tabela 15.1 o preço estimado de mercado para os principais tipos de gemas lapidadas, sem inclusões significativas, as quais foram descritas no Capítulo 8.

GEMA	FAIXA/ VALOR (US\$)		
	MÍNIMO	MÁXIMO	EXCEPCIONAL
Esmeralda	40	3.000	7.000
Alexandrita	70	5.000	30.000
Crisoberilo	4	40	
Olho de gato	10	150	
Turmalina da Paraíba	Até 40.000		70.000
Verdelita	10	60	
Rubelita	20	100	400
Indicolita	20	100	200
Água-marinha	20	400	500
Morganita	6	40	
Heliodoro	20	60	
Kunzita	20	60	120
Hiddenita	5	20	
Brazilianita	5	20	300
Topázio azul	3	10	
Topázio imperial	20	600	1.500
Prasiolita	2	10	
<i>Greengold</i>	3	10	
<i>Beer</i>	3	10	
<i>Champagne</i>	3	10	
Ametista	3	15	20
Citrino	3	15	
Opala nobre	15	250	
Opala de fogo	6	40	

Tabela 15.1 – Preço de mercado das principais gemas coradas produzidas no Brasil.

15.2 – PADRÃO ORGANIZACIONAL DAS EMPRESAS DO SEGMENTO.

No setor de produção de minerais gemas, conforme descrito no Capítulo 8, existem apenas seis (06) empresas oficialmente constituídas. O restante da produção é realizado em áreas de garimpagem legal/garimpos.

No setor joalheiro existem duas (02) empresas brasileiras com projeção internacional e representações em diversos países do mundo. São elas a H. Stern e a Amsterdam Sauer. Outra empresa de grande porte com noventa (90) lojas nas principais cidades brasileiras é a Vivara.

Estas três(03) empresas certamente respondem por mais de 70% do faturamento deste setor.

Quanto ao segmento da indústria da joalheria e bijuteria, estima-se que existam aproximadamente 3.500 empresas, predominantemente de pequeno porte, espalhadas em quase todo o território brasileiro, com concentração especial nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Bahia, Ceará e Amazonas (IBGM 1995).

Conforme descrito no Capítulo 12, A Lapidação no Brasil, no setor de gemas e jóias existe uma tendência de se utilizar serviços de autônomos de lapidação e joalheria, onde a grande maioria está na informalidade, fator que impede maior controle sobre a qualidade destes produtos.

O setor de Gemas, Jóias e Bijuterias são constituídos basicamente por micro e pequenas empresas (93% do total) e estas respondem por quase 70% dos empregos gerados. A indústria joalheira apresenta forte concentração em São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro. A tendência de terceirização neste setor é marcante: 63% das indústrias de jóias de ouro e 71% das de prata e folhados praticam a terceirização (IBGM 2009).

O setor de lapidação ainda é mais deficitário em termos de quantidade, qualidade e informalidade do que o de joalheria. O tempo de formação de um profissional de lapidação, o equipamento utilizado e os conhecimentos gemológicos necessários a esta profissão são bastante complexos. Basta o exemplo de Brasília, capital da República, onde existem apenas cinco (05) profissionais lapidários autônomos e nenhuma empresa oficialmente constituída e conhecida.

CAPÍTULO 16

RECURSOS HUMANOS

Entre o período de 1993 a 2005, um levantamento minucioso de recursos humanos foi efetuado nas áreas de nível superior, técnico, administrativo e outros, tanto nas minas quanto nas usinas. Este estudo é importante para se entender a situação atual.

Um gargalo citado em trabalhos anteriores é a baixa qualidade de mão de obra. A proposta número 1 do Capítulo 19, “Educação direcionada”, sugere definir sedes municipais nas grandes regiões produtoras de minerais-gemas (como descrito no Capítulo 8) e criar escolas profissionalizantes voltadas para o conhecimento do setor mineral. Nesses pólos seriam formados profissionais de nível técnico com conhecimento de mineralogia, gemologia, *design*, artesanato mineral e lapidação.

Em caso da execução dessa proposta, certamente a baixa qualidade da mão de obra no setor deixará de ser um gargalo.

Outra proposta de grande importância para área de recursos humanos é a proposta 5, do Capítulo 19: “Implantação de uma rede de laboratórios credenciados visando emitir certificados gemológicos”. A implantação de uma rede como a proposta exige recursos humanos altamente qualificados. Profissionais desse calibre devem ser graduados em geologia, seguido de especialização em gemologia. No Brasil, somente no Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto existe esse curso, onde anualmente uma turma com cerca de dez (10) profissionais, são habilitados para exercer esta função. Dois outros centros foram criados (um primeiro na Universidade Federal do Ceará e outro na Universidade Federal do Rio Grande do Sul), mas os recursos humanos hoje disponíveis são poucos, incapacitando a formação de novos profissionais. A estrutura existente em Ouro Preto deve ser ampliada e esses outros dois (02) centros gemológicos devem ser reativados plenamente, visando atender as outras duas grandes regiões (nordeste e Rio Grande do Sul) de produção de gemas coradas no Brasil. A criação de um curso similar ao de Ouro Preto em outras instituições brasileiras seria uma alternativa interessante.

Para que o Brasil se torne um grande centro joalheiro, são necessários profissionais altamente capacitados.

No caso da execução dessa proposta, a informalidade e a falta de mão de obra deverá ser reduzida, dando credibilidade e seriedade, e melhorando a imagem deturpada do setor de gemas no Brasil.

Outro fator importantíssimo e agregador de valor à peça final é o *design*. Da mesma forma e de igual importância é a formação de profissionais de especialização (pós-graduação) em *design*. Conforme colocado também no Capítulo 19, trata-se de um setor onde o Brasil está começando a ser reconhecido a nível mundial, onde a Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG) tem um papel fundamental na formação de recursos humanos, em seu Curso de Pós-Graduação em *Design*. Citando apenas um exemplo, especialistas oriundos desse curso, já ganharam prêmios nacionais (como o da criação da coroa da imagem símbolo do Brasil, a de Nossa Senhora da Aparecida, em Aparecida do Norte) e internacionais, e criaram empresas de sucesso. Uma dessas empresas, de Belo Horizonte, já foi vendida para um grupo internacional por quantia astronômica. A oferta destes cursos vem aumentando.

Outras universidades, como o IESB (Instituto de Educação Superior de Brasília), de Brasília, já oferecem cursos de pós-graduação em *design*. Esta disciplina tem sido muito valorizada e incluída em outras universidades. No Núcleo de Desenho Industrial da UNB, professores, alunos e designers formam grupos de pesquisa para aprofundar os estudos a partir

de demandas reais, nas áreas de projeto de produto, mais especificamente em *design* de jóias e bijuterias. O Curso de Desenho de Jóias é promovido pelo Núcleo de Desenvolvimento em *Design* da Universidade de Brasília, por meio da Escola de Extensão da UnB.

É importante estender esta especialização a outras universidades para sedimentar o plano de fomento da educação e fornecer uma base sólida de agregação de valor e reconhecimento internacional à jóia brasileira.

Em pesquisar dados sobre recursos humanos, enfrentamos várias dificuldades que também são compartilhadas por outras entidades que tentaram colher informações similares. Os poucos dados disponíveis ou eram inconsistentes, ou refletiam somente uma pequena parte do segmento organizado e não reportava sobre a maior parte do segmento, que é informal.

Em relação às necessidades de mão de obra para projeções até 2028, uma tentativa de elaborar este cenário está transcrito no Capítulo 20. Esta foi baseada nas considerações de Gilberto Calaes (2009), assinalando a precariedade das estimativas apresentadas e ressaltando se tratar de estimativas de caráter meramente indicativo.

Foi idealizado um modelo simplificado de unidade padrão de extração de gemas, gerando entre 12 e 20 postos de trabalho/unidade e projetando a implantação de 40, 60 ou 100 unidades para os cenários Frágil, Vigoroso e Inovador, respectivamente. Assim sendo, seriam gerados entre 480 e 2.000 novos postos de trabalho que podem vir a ocorrer na hipótese de se empreender a superação dos entraves que dificultam o setor.

CAPÍTULO 17

ARCABOUÇO LEGAL

Arcabouço Legal, Tributação e Incentivos Financeiros e Fiscais

A Legislação Mineral Brasileira tem como arcabouço legal a Constituição Federal, o Código de Mineração e seu Regulamento, e diversos Decretos e Portarias que regulamentam as atividades de mineração. Toda a legislação pode ser encontrada na íntegra no site do DNPM (<http://www.dnpm.gov.br>).

Legislação Relacionada

No Brasil, a responsabilidade de definir as diretrizes e regulamentações, bem como atuar na concessão, fiscalização e cumprimento da legislação mineral e ambiental para o aproveitamento dos recursos minerais (PROMIN) é atribuída aos três níveis de poder estatal:

- Ministério de Minas e Energia - MME: responsável por formular e coordenar as políticas dos setores mineral, elétrico e de petróleo/gás;
- Ministério do Meio Ambiente - MMA: responsável por formular e coordenar as políticas ambientais, assim como acompanhar e superintender sua execução;
- Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - SGM/MME: responsável por formular e coordenar a implementação das políticas do setor mineral;
- Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM: responsável pelo planejamento e fomento do aproveitamento dos recursos minerais, preservação e estudo do patrimônio paleontológico, cabendo-lhe também superintender as pesquisas geológicas e minerais, bem como conceder, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional, de acordo o Código de Mineração;
- Serviço Geológico do Brasil - CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais): responsável por gerar e difundir conhecimento geológico e hidrológico básico, além de disponibilizar informações e conhecimento sobre o meio físico para a gestão territorial;
- Agência Nacional de Águas (ANA): Responsável pela execução da Política Nacional de Recursos Hídricos, sua principal competência é a de implementar o gerenciamento dos recursos hídricos no país. Responsável também pela outorga de água superficial e subterrânea, inclusive aquelas que são utilizadas na mineração;
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA): responsável por formular as políticas ambientais, cujas Resoluções têm poder normativo, com força de lei, desde que, o Poder Legislativo não tenha aprovada legislação específica;
- Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH): responsável por formular as políticas de recursos hídricos; promover a articulação do planejamento de recursos hídricos; estabelecer critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos e para a cobrança pelo seu uso;
- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA): responsável, em nível federal, pelo licenciamento e fiscalização ambiental;

A arrecadação gerada pelo comércio de gemas está definida pela alíquota de 0,2% da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). Este imposto foi estabelecido pela Constituição de 1988 como compensação pela utilização econômica dos recursos minerais no território brasileiro.

Quem exerce atividade de exploração ou extração de bens minerais (fato gerador da CFEM) venda do produto mineral, ou sua utilização por parte do minerador é responsável por este imposto.

O valor da CFEM é calculado sobre o faturamento líquido da produção, excluídos os tributos (ICMS, PIS, COFINS) que incidem na comercialização e despesas com transporte e seguro. Quando não ocorre a venda, porque o produto mineral é consumido, transformado ou utilizado pelo próprio minerador, o valor para cálculo passa a ser a soma das despesas diretas e indiretas ocorridas até o momento da utilização do produto mineral.

As alíquotas aplicadas sobre o faturamento líquido variam de acordo com a 0,2% a 3%, de acordo com a substância mineral extraída.

No caso da gema esta alíquota é de 0,2%. O valor arrecadado pela CFEM é distribuído entre estados (23%), municípios (65%) e órgãos da administração federal como DNPM, IBAMA, MCT (12%). É de competência do DNPM a normatização e fiscalização sobre a arrecadação da CFEM.

De acordo com o site do PROMIN (MME 2009) existem no Brasil vários bancos de fomento que, apesar de não possuírem linhas de crédito específicas para a mineração, possibilitam uma adequação às necessidades do setor.

CAPÍTULO 18

COMÉRCIO INTERNACIONAL

18.1 – EXPORTAÇÃO

O IBGM, em seu site oficial, informa os principais exportadores de pedras preciosas lapidadas, conforme discriminado na Tabela 18.1.

Tabela 18.1 – Exportação de outras pedras preciosas lapidadas

Outras Pedras Preciosas Lapidadas - 71.03.99

US\$ Mil

Países	2002	2003	2004	2004/03%
Hong Kong	173.491.852	185.192.327	231.304.468	24.90
Índia	148.854.889	146.695.210	*	
Alemanha	89.663.899	102.652.436	*	
Estados Unidos	54.894.991	66.981.052	77.408.947	15.57
Tailândia	64.791.457	59.371.779	74.754.932	25.91
Brasil	32.487.472	33.610.980	47.391.259	41.00
Suíça	15.635.026	13.512.049	18.452.479	36.56
China	9.461.470	10.552.982	12.448.200	17.96
Reino Unido	18.430.587	4.576.478	8.109.227	77.19
Suécia	7.024.315	7.541.714	*	
Itália	3.305.618	4.726.285	*	
França	4.021.836	4.044.941	3.638.443	-10.05
Canadá	3.802.429	3.096.125	3.187.316	2.95
África do Sul	969.951	1.231.343	2.293.779	86.28
Japão	383.685	2.111.270	1.923.243	-8.91
Taiwan	1.380.504	866.007	924.463	6.75
Bélgica	640.271	912.959	*	
Espanha	254.756	404.957	*	
Áustria	210.296	234.766	*	
Coreia do Sul	808.992	393.381	*	
Grécia	48.466	62.415	*	
Países Baixos	1.644.961	99.428	*	
Malásia	68.136	250.103	*	
Dinamarca	87.749	227.910	*	
Argentina	2.391	11.899	26.014	118.62
Chile	-	2.135	15.313	617.18
Portugal	35.284	19.283	*	
Finlândia	5.811	12.407	*	
Venezuela	-	-	*	
Luxemburgo	2.890.647	35.472	*	
Total	635.297.741	649.430.093		

Fonte: GTI - Global Trade Information System

(*) Dados não disponíveis no momento

Podemos notar que, pelos dados de 2003, os principais exportadores de pedras preciosas lapidadas foram Hong Kong, Índia, Alemanha e Estados Unidos. É importante salientar a posição de liderança da China e da Índia, cujos compradores de minerais-gemas brasileiros estão por todos os garimpos brasileiros, comprando diretamente das fontes de produção de material bruto, sem beneficiamento.

Uma vez que estes países são grandes importadores de minerais-gemas em estado bruto, está explicada, em parte, esta liderança marcante como exportadores de pedras lapidadas. A China definiu um plano estratégico de ser o maior centro lapidário do mundo: Compram material bruto, principalmente do Brasil e da África, e lapidam em grandes centros. *Free zones* foram criadas para facilitar a exportação e máquinas de lapidação foram importadas da Bélgica e utilizaram destas facilidades para beneficiar seus minerais-gemas. O Brasil ocupa a sexta posição.

A Tabela 18.2 aponta o Brasil como o principal exportador de pedras preciosas em bruto.

Conforme já descrito em diversos capítulos, podemos considerar este fato como uma evasão de renda, uma vez que o país poderia agregar valor a este material e ter um lucro significativamente maior.

Tabela 18.2 – Exportação de pedras preciosas em bruto.

Pedras Preciosas em Bruto - 71.03.10				
Países	2002	2003	2004	US\$ Mil
				2004/03%
Brasil	30.271.312	35.042.146	39.466.865	12.63
Hong Kong	23.999.103	23.922.584	31.129.108	30.12
Estados Unidos	21.980.158	24.570.824	27.842.878	13.32
Tailândia	13.506.624	21.192.406	21.950.665	3.58
China	6.400.850	10.241.875	18.109.180	76.82
Alemanha	6.855.913	8.389.823	*	
África do Sul	5.066.485	7.590.350	6.505.862	-14.29
Índia	13.603.348	16.453.635	*	
Suiça	907.861	680.161	1.803.955	165.22
Reino Unido	988.575	2.396.850	1.748.245	-27.06
Áustria	2.477.934	3.061.840	*	
Itália	786.487	1.003.175	*	
França	694.435	610.567	823.455	34.87
Canadá	223.879	1.302.019	722.196	-44.53
Argentina	151.268	413.974	672.618	62.48
Bélgica	603.526	707.369	*	
Malásia	87.449	13.008	*	
Taiwan	812.726	274.884	212.845	-22.57
Grécia	1.192	10.387		
Chile	102.038	82.537	176.265	113.56
Japão	285.686	88.569	110.783	25.08
Irlanda	-	-	*	
Suécia	3.155	24.585	*	
Coréia do Sul	108.573	150.774	*	
Países Baixos	150.265	8.267	*	
Dinamarca	29.774	30.398	*	
Luxemburgo	33.049	1.502.053	*	
Espanha	53.381	146.276	*	
Portugal	35	-	*	
Finlândia	-	5.855	*	
Total	130.185.081	159.917.191		

Fonte: GTI - Global Trade Information System

(*) Dados não disponíveis no momento

A Tabela 18.3 mostra a exportação das gemas de maior valor, onde nota-se a importância da indústria de lapidação por países não produtores de minerais-gemas como a Suíça, França, etc. Tailândia, Índia, Hong Kong e Bélgica estão novamente presentes, bem à frente do Brasil, um dos maiores produtores mundiais de esmeraldas.

Tabela 18.3 – Exportação de rubis, safiras e esmeraldas lapidadas.

Rubis, Safiras e Esmeraldas Lapidadas - 71.03.91				
Países	US\$ Mil			
	2002	2003	2004	2004/03%
Suiça	102.288.589	131.129.988	236.248.940	80.16
Estados Unidos	109.812.809	126.469.579	163.050.769	28.92
Tailândia	129.779.696	108.667.683	126.465.678	16.38
França	22.354.922	30.455.841	75.137.286	146.71
Hong Kong	51.957.849	49.870.868	66.991.836	34.33
Índia	40.383.465	34.110.847	*	
Reino Unido	45.335.152	38.352.421	38.497.319	0.38
Alemanha	20.433.598	27.792.805	*	
Bélgica	17.151.722	25.913.400	*	
Itália	4.941.508	10.924.081	*	
Áustria	5.592.423	5.672.282	*	
Japão	3.237.394	3.731.705	6.577.341	76.26
Brasil	18.548.208	4.197.149	6.235.431	48.56
Canadá	1.485.217	1.489.779	4.049.473	171.82
China	1.523.498	1.471.774	1.680.989	14.22
Espanha	2.382.845	653.603	*	
África do Sul	844.389	320.990	566.591	76.51
Luxemburgo	393.369	165.277	*	
Coreia do Sul	115.282	220.089	*	
Malásia	12.490	-	*	
Dinamarca	21.987	47.137	*	
Países Baixos	373.940	54.673	*	
Grécia	-	30.819	*	
Venezuela	-	-	*	
Finlândia	9.956	17.418	*	
Portugal	3.576	-	*	
Suécia	2.485	18.157	*	
Taiwan	253.573	144.510	-	-100.00
Total	579.239.942	601.922.875		

Fonte: GTI - Global Trade Information System

(*) Dados não disponíveis no momento

18.2 – IMPORTAÇÃO

Podemos notar pelas Tabelas 18.4 e 18.5 que os grandes exportadores, importadores e consumidores são os mesmos, o que indica a importância deste setor na economia destes países, onde certamente a agregação de valores gira a economia trazendo grandes dividendos. A Tabela 18.4 mostra especificamente um nicho de mercado muito importante, o do artesanato, muito valorizado em nossas descrições no Capítulo 8 e nas propostas do Capítulo 20.

A Tabela 18.4 aponta um valor de importação efetuado pelos Estados Unidos de US\$ 277.418.862,00 referente a obras e artesanato de pedras preciosas, enquanto que as Tabelas 18.1, 18.2 e 18.3, indicam para o Brasil uma somatória das exportações de Outras Pedras Preciosas Lapidadas, Pedras Preciosas em Bruto e Rubis, Safiras e Esmeraldas Lapidadas, no valor de US\$ 93.099.655,00, ano base 2004. **Isto é, o Estados Unidos importam 03 vezes mais material de artesanato do que o Brasil exporta em todos setores identificados anteriormente. Encontra-se aí uma grande oportunidade para as exportações brasileiras.**

Tabela 18.4 – Importação de obras e artefatos de pedras preciosas.

Importação Mundial - Obras e Artefatos de Pedras Preciosas - 71.16.20

Países	US\$ Mil			
	2002	2003	2004	2004/03%
Estados Unidos	179.149.109	226.721.539	277.418.862	22.36
Suiça	35.850.658	36.384.013	44.743.629	22.98
Japão	43.913.901	33.762.721	42.633.403	26.27
Alemanha	37.286.495	21.046.687	*	
França	14.707.497	16.276.078	14.814.163	-8.98
Hong Kong	14.826.265	13.598.025	14.567.923	7.13
Taiwan	7.786.349	8.275.253	12.989.336	56.97
Itália	9.942.045	12.242.884	*	
Reino Unido	6.825.271	14.457.208	9.733.079	-32.68
Espanha	3.983.473	6.474.721	*	
Canadá	4.885.197	4.758.348	5.541.451	16.46
Irlanda	3.463.511	5.111.327	*	
Áustria	3.369.529	5.185.203	*	
Coreia do Sul	5.446.026	3.945.210	*	
Grécia	1.017.660	3.459.256	*	
China	3.205.300	1.954.174	2.324.346	18.94
Tailândia	416.953	813.970	1.888.178	131.97
Malásia	403.323	384.041	*	
Portugal	529.710	723.785	*	
Bélgica	1.210.113	697.515	*	
Suécia	244.689	392.742	*	
Dinamarca	602.645	508.085	*	
África do Sul	249.734	283.574	508.023	79.15
Países Baixos	390.099	5.871.687	*	
Brasil	488.310	251.994	415.688	64.96
Luxemburgo	247.019	372.255	*	
Índia	78.874	33.934	*	
Venezuela	184.328	49.321	*	
Finlândia	26.189	91.985	*	
Chile	58.688	44.020	15.491	-64.81
Argentina	2.262	34.813	14.467	-58.44
Total	380.791.222	424.206.368		

Fonte: GTI - Global Trade Information System

(*) Dados não disponíveis no momento

Tabela 18.5 – Importação de outras pedras lapidadas.

Importação Mundial - Outras Pedras Preciosas Lapidadas - 71.03.99

Países	US\$ Mil			
	2002	2003	2004	2004/03%
Estados Unidos	235.147.692	246.156.831	283.090.889	15.00
Hong Kong	76.491.329	83.240.323	101.606.847	22.06
Japão	93.962.939	86.549.956	82.617.230	-4.54
Tailândia	50.083.625	52.938.458	69.703.906	31.67
China	22.754.429	27.547.751	37.515.532	36.18
Alemanha	21.603.146	25.263.333	*	
Itália	22.254.685	25.432.939	*	
Suiça	19.490.963	20.208.012	25.657.413	26.97
Reino Unido	30.874.877	15.962.759	16.088.458	0.79
Taiwan	6.059.504	8.213.607	11.891.790	44.78
França	11.174.016	9.270.876	11.661.524	25.79
Canadá	11.645.420	9.342.987	10.287.792	10.11
África do Sul	1.578.115	3.673.802	9.830.713	167.59
Espanha	3.948.748	5.078.072	*	
Áustria	5.779.551	4.762.378	*	
Índia	2.598.261	11.660.821	*	
Suécia	3.649.980	2.182.379	*	
Portugal	1.002.466	1.411.533	*	
Coreia do Sul	2.960.466	1.776.186	*	
Grécia	724.771	954.100	*	
Malásia	607.003	901.633	*	
Bélgica	1.209.256	996.210	*	
Países Baixos	2.455.178	1.787.258	*	
Dinamarca	338.429	844.824	*	
Brasil	349.346	220.848	270.981	22.70
Finlândia	169.779	245.829	*	
Irlanda	294.922	268.503	*	
Luxemburgo	118.611	143.273	*	
Chile	20.800	6.819	25.686	276.68
Venezuela	15.584	2.173	*	
Argentina	1.295	6.783	7.499	10.56
Total	629.365.186	647.051.256		

Fonte: GTI - Global Trade Information System

(*) Dados não disponíveis no momento

CAPÍTULO 19

PROPOSTA DE FOMENTO DAS ÁREAS DE EXPLOTAÇÃO DE MINERAIS-GEMAS E INDÚSTRIA DE LAPIDAÇÃO, ARTESANATO E COMERCIALIZAÇÃO

Antes de iniciar esse capítulo, deve-se informar que foi feito um levantamento bibliográfico (elaborado por várias entidades do setor e de mineração, como o IBGM, CETEC, CETEM e outros) sobre os problemas e desafios encontrados e as várias propostas feitas visando adequar e fomentar esse segmento.

Com a descrição no Capítulo 8 dos aspectos geológicos e genéticos, a localização e a possibilidade de produção nas principais áreas onde são encontrados minerais-gemas e minerais onde se é possível agregar valor, verifica-se que é exequível a apresentação de uma proposta visando fomentar as áreas de exploração de minerais-gemas e minerais passíveis de serem trabalhados visando uma agregação de valor e, claro, que essa proposta não terá sucesso se não for levado em conta as etapas de fomento à industrialização e da comercialização.

Essas etapas já estão presentes em alguns locais de produção desses minerais de grande importância para a sociedade brasileira. Dois exemplos são dignos de nota no Brasil.

Um seria aquele executado pelo Governo do Estado da Bahia há cerca de 10 anos atrás. Foram escolhidas dez sedes municipais, em regiões pobres do semi-árido baiano, escolhida uma sede, de preferência em imóvel antigo, visando sua preservação, onde foi instalado museu, escola de artesanato mineral, auditório onde todas as crianças da região poderiam assistir palestras e visitar o museu de minerais e rochas da região.

Finalizando, foram contratados os recursos humanos necessários para esse empreendimento, ou seja, um geólogo ou engenheiro de minas (de preferência com especialização em gemologia), professores de artesanato mineral e lapidação, bem como outros funcionários de apoio.

Em cerca de dez locais escolhidos para esse empreendimento fomentador, as informações que se tem notícia são de que apenas um cresceu, fortaleceu, criando recursos humanos sustentáveis que hoje são reconhecidos, inclusive internacionalmente. Esse centro é o de Campo Formoso, onde há grande disponibilidade de materiais minerais de baixo valor no estado bruto e que na lapidação e artesanato mineral, podem se constituir fonte de renda, *semente* de agregação social, possibilitando que as pessoas vivam de forma digna nas suas comunidades.

Apesar de julgar que entre dez núcleos apenas um deu certo, isto mostra a viabilidade de um empreendimento social, sustentável desse tipo, onde se formam lapidários, artesões e outras profissionais. Isto faz com que famílias que não necessitem migrar para os grandes centros urbanos, melhorando suas condições de vida no local. Sabe-se muito bem que o problema da sobrevivência causa as grandes migrações do interior do Brasil para grandes centros urbanos São Paulo e Rio de Janeiro e, atualmente, para Brasília.

Outro exemplo seria o da região produtora de opala, em Pedro II (Estado do Piauí). O Globo Reporter (programa exibido pela Rede Globo), apresentou recentemente casos de regiões produtoras de minerais, um deles sendo o de Pedro II. É bem sabido que essa cidade está localizada no semi-árido, em uma das áreas mais pobres do Estado do Piauí. Foram mostrados garimpeiros minerando opala, em área da Cooperativa dos Garimpeiros de Pedro II, com toda segurança, executando trabalho sustentável, bem como suprimindo todas as necessidades de sua família. Também foi mostrada outra pessoa que trabalha com lapidação de opala, que durante a entrevista com o repórter da Rede Globo disse que vive numa casa

bastante confortável, de sua propriedade e que está muito satisfeito com a condição atual de vida de sua família.

A Figura 19.1 apresenta as etapas de aproveitamento de pequenos pedaços descartados na etapa de lapidação de cabochões de opala nobre. Antes de polir, essa opala nobre é serrada, dando origem a pequenas fatias de opala sem jogo de cores que eram descartadas. Quando coladas sobre uma lâmina de diabásio preto, utilizando uma cola preta e recoberta por fragmentos de vidro de parabrisa quebrado de carro, o jogo de cores volta a aparecer intensamente. Esse conjunto denominado mosaico após o polimento final pode dar origem a peças de artesanato de alto valor, dependendo da qualidade do artesão. Portanto, se associar um *design* com qualidade e um bom artesão, tais peças alcançam valores de obras de arte.

Os dois exemplos, onde um é sucesso parcial e o outro considerado como grande sucesso, permitem os órgãos governamentais considerar como fomentar tais atividades, no setor de minerais e mineração (normalmente feito por garimpeiro, figura marginalizada e esquecida pela sociedade brasileira). Apesar do sucesso parcial, considera-se como sucesso, pois o conceito foi implantado na sociedade baiana local.



Figura 19.1 -As etapas de aproveitamento artesanal da opala de Pedro II. Fragmentos de opala sem nenhum jogo de cores, após colada numa rocha preta e recoberta por vidro comum passa a se constituir numa peça de alto valor.

Essas propostas não serão factíveis de sucesso se não existir esforço de fomento por parte dos órgãos governamentais. Portanto, o item a seguir terá como primeira palavra - FOMENTO. Cerca de dois meses atrás, um político de renome no Brasil afirmou que:

CONSIDERO QUE NÃO EXISTE REGIÃO POBRE NO BRASIL, EXISTEM SIM, REGIÕES SEM A PRESENÇA DE GOVERNO.

A presença de governo deve ser feita fomentando educação, segurança e saúde em regiões carentes de desenvolvimento. Com esses três pilares o poder criador das pessoas e a melhoria das condições de suas vidas em qualquer segmento será consequência natural.

Dentro desse contexto será apresentada uma proposta, onde sugere-se fomentar a exploração (retirada com lucro) de mineral para pedra preciosa, aproveitamento industrial (como no caso do feldspato para vários segmentos industriais) e artesanato, bem como fomento à industrialização de artesanato e lapidação e, fator importantíssimo, estrutura maximizada de comercialização.

FOMENTO ÀS ÁREAS DE EXPLOTAÇÃO, INDUSTRIALIZAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO NO SETOR DE MINERAIS-GEMAS.

Quanto ao fomento na **área de exploração** de minerais-gemas, utilização no segmento artesanal e na indústria, vários aspectos devem ser discutidos.

O **garimpeiro** é uma pessoa marginalizada e esquecida pela sociedade brasileira. A maioria trabalha na clandestinidade e na informalidade, sem possibilidade de legalizar sua área de produção, agregação de valor e venda final do produto obtido. Embora produzam menores quantidades de minerais que poderiam ser posicionados nesse trabalho, pequenos mineradores e cooperativas de garimpeiro trabalham de uma maneira mais formal, viabilizando a sustentabilidade do empreendimento e produção formal com emissão de notas fiscais. Além disso, essas cooperativas, de maneira geral, agregam valores comercializando os recursos naturais retirados de sua área legal. Um exemplo seria a cooperativa dos produtores de variedades de quartzo de Ametista do Sul (Rio Grande do Sul), onde existe a produção sustentável de geodos de ametista, lapidação e a confecção de artesanato com esse mineral, chegando à comercialização.

Deve ficar claro que o garimpeiro procura minerais-gemas, porém em pegmatito há vários outros minerais de interesse econômico. Entre eles, cita-se o feldspato, que é um produto básico na indústria cerâmica e vidreira. O garimpeiro cava o túnel visando encontrar pedras preciosas, contudo, precisa remover toneladas de feldspato potássico (pedra-louça, na linguagem garimpeira) e albita. O feldspato potássico e albita de primeira qualidade industrial é vendido, respectivamente, por cerca de R\$100,00 e R\$150,00 a tonelada. Portanto, o garimpeiro, ao procurar a pedra preciosa, retira em média 1 tonelada de feldspato potássico entre 200 e 300 quilogramas de albita por dia. Com a remuneração do feldspato, sua subsistência já está garantida.

Estoques reguladores é uma utopia para garimpeiros e pequenos mineradores, uma vez que recebem seus recursos para pagar dividendos, ou seja, para subsistência diária. Algumas empresas pequenas (caminhando para médias) podem regular sua produção. Essas pequenas e médias mineradoras mantêm estoques visando regular preço. Exemplo deste fato é um grande produtor de kunzita e hiddenita em Minas Gerais, a qual encontrou caldeirões com até 6 toneladas desses minerais-gemas associados a cristais de quartzo, sendo alguns com mais de 5 toneladas. No caso de disponibilizada de uma única vez, toda a kunzita e hiddenita para o mercado mundial seguramente fará o preço cair abruptamente. Isto regula o mercado, disponibilizando o material raro, mas que tem consumo pequeno a nível mundial. A mesma coisa foi feita pelos proprietários da Turmalina da Paraíba. Após a descoberta tornou objeto de desejo no mundo, aumentando consideravelmente a produção e subsequente queda de preço. A partir deste fato, os mineradores começaram a colocá-la em *conta gota*, sendo hoje uma pedra preciosa que alcança valores mais elevados que diamante de alta qualidade (César-Mendes, informação verbal).

Quanto à **produção** de minerais-gemas encontrar-se **em declínio** realmente é um fato quando se leva em conta apenas o trabalho garimpeiro. Devido ao desestímulo e crescimento da economia brasileira vários garimpeiros tradicionais estão procurando outras formas de subsistência. Com as várias crises mundiais nos últimos dez a quinze anos, os valores de

algumas pedras preciosas declinaram sensivelmente. Contudo, isso não é uma verdade para todas as pedras preciosas. A Turmalina da Paraíba, alexandrita, rubelita e o cristal rutilado de Ibitiaria (Bahia) continuam com os mesmos valores ou até aumentaram nos últimos anos. O caso da esmeralda é outro, pois o suprimento em grande quantidade dessa gema oriunda da Colômbia e grandes descobertas no Brasil, causou queda de mais ou menos 30% no seu valor nos últimos dez anos.

Quanto ao não **dimensionamento de reservas**, realmente é fato para aquelas pequenas minas, onde o garimpeiro e sua família trabalham com pá e picareta. Contudo, essa não é uma realidade na maioria dos garimpos e pequenas mineradoras brasileiros. Quando se caminha para mineração de tamanho médio a realidade é bem diferente. Exemplos como das minerações Belmont ou da Canaã (ambas de esmeralda, em Itabira, Minas Gerais) podem ser citadas. Suas reservas são perfeitamente conhecidas, sabendo-se quanto de esmeralda contém a encaixante e qual é a duração de suas reservas. Mesmo em Área Legal de Garimpagem acontecem casos bastante peculiares, como no Garimpo de Esmeralda de Capoeirana (em Nova Era, Minas Gerais). Sabe-se que em região como essa somente a cooperativa delimita área para trabalhos garimpeiros, porém, o garimpeiro, dono da área pode vendê-la para quem quiser. Grande parte da superfície desse garimpo foi comprada, feita pesquisa de detalhe e cubada grande jazida de esmeralda.

A **insegurança para as empresas de mineração** na área de minerais-gemas é um fato passado. Outro caso peculiar é da mineração de esmeralda Canaã (Itabira, Minas Gerais). Devido a problemas (a autorização ambiental não foi concedida em tempo hábil, após vencer os dois anos para Lavra com Guia de Utilização), houve uma invasão de garimpeiros na mina, sendo porém retirados em tempo bastante rápido.

Geralmente o que acontece é que o garimpeiro, ao descobrir um local com mineralização com alto valor agregado (ouro ou pedras preciosas), nunca se preocupa em legalizar a área, aparecendo oportunistas que fazem o requerimento. Embora exista lei que deve ser seguida, como aquela relativa a pedido de pesquisa e concessão de alvará, as autoridades governamentais devem ser sensíveis a tais fatos, pois isso gera o fator de insegurança nas áreas garimpeiras.

Quanto à **industrialização**, que será considerado como iniciando na escolha de um mineral-gema, passando pela lapidação e finalizando no *design*, indústria artesanal e na de montagem da jóia, sabe-se que existem grandes empresas no Brasil que tem renome internacional (H. Stern, Amsterdam Sauer e outras). Mas, uma grande parte dessas etapas é feita por pessoas leigas e com conhecimento rudimentar.

Na escolha e martelamento de um mineral-gema, o profissional deve ter bom conhecimento do hábito, clivagem, pleocroísmo e outras propriedades mineralógicas exigidas para a obtenção de uma peça lapidada perfeitamente.

A lapidação de pedras preciosas é uma atividade economicamente muito importante em várias regiões brasileiras, destacando-se as cidades de Teófilo Otoni, Governador Valadares, Cristalina, Ametista do Sul, Pedro II e outras. Nessas cidades é feita lapidação artesanal, onde o pai passa para o filho o conhecimento adquirido, porém sempre sem aprendizado formal em escola. A lapidação artesanal e a criatividade do lapidário brasileiro é bastante respeitada no mercado mundial, mas que poderia ser muito melhor reconhecida se existisse formação formal desses profissionais. Destaca-se, que na etapa de escolha de mineral-gema e na lapidação o profissional deve ter um conhecimento de mineralogia aguçado, além de *design* e técnicas perfeitas de lapidação.

Numa interface entre indústria de lapidação e de artesanato mineral, vários outros minerais podem ser aproveitados. Um exemplo seria aqueles cristais que portam pequenos defeitos e inclusões. Normalmente esses materiais são descartados. Um bom *design* visando

definir seu campo de aplicação agregaria valor ao produto final, tanto na lapidação (especialmente em cabochões), quanto no artesanato mineral.

Na indústria de artesanato mineral o raciocínio é o mesmo da etapa de lapidação, diferenciando-se apenas no produto a ser obtido. Além do conhecimento de mineralogia, o de *design* é básico para se obter peças de alto valor agregado. Com um bom *design*, bastam artesão capaz, e especialista no setor mineral.

A Figura 19.2 apresenta o caso de uma comunidade onde determinada pessoa quis ajudar a população local montando escola de artesanato mineral. O rejeito de ametista existente na região é de qualidade excepcional para a indústria artesanal (ver a chapa de ametista, à esquerda), pois mesmo depois de serrada continuou sendo um material muito bom para utilização nesse setor (observar a peça serrada, no centro da fotografia). As duas peças obtidas (as do lado direito da fotografia), apresentam uma qualidade sofrível, onde existia um artesão bem intencionado, porém sem formação adequada. Na etapa final do processo faltou um profissional com o conhecimento mínimo de *design*. Tudo isso reforça a necessidade de fomentar a educação profissionalizante básica.



Figura 19.2 -As etapas de aproveitamento artesanal de ametista. Um bloco de ametista de excelente qualidade, serrada de maneira correta e peças artesanais de baixa qualidade, gerando um produto de baixo valor agregado.

A confecção de jóias é outro fator importantíssimo e agregador de valor à peça final. Trata-se de um setor onde o Brasil começa ser reconhecido a nível mundial, onde a Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG) tem um papel fundamental na formação de recursos humanos, como se observa no Curso de Pós-Graduação em *Design*. Citando apenas um exemplo, especialistas oriundos desse curso ganharam prêmios nacionais (como o da criação da coroa da imagem símbolo do Brasil, Nossa Senhora da Aparecida, em Aparecida do Norte) e internacionais, bem como criaram empresas de sucesso. Uma dessas empresas em Belo Horizonte foi vendida para grupo internacional por quantia astronômica.

Quanto a materiais de menor valor, como no caso do feldspato que o garimpeiro necessita retirar para chegar ao mineral-gema, algumas considerações devem ser feitas. Trata-se de recurso natural que pode ser melhor aproveitado, quando amparado por um bom

conhecimento de geociências. O feldspato pode ser mais valorizado quando é produzido material de primeira qualidade, ou seja, quando o mineral apresenta especificação adequada exigida pela indústria, principalmente o setor cerâmico e vidreiro. Hoje, uma parte da produção cerâmica é de porcelanato, produto que demanda uma maior quantidade de feldspato. Em função disso há carência de feldspato para o mercado cerâmico brasileiro. Uma formação adequada do garimpeiro e pequenos mineradores pode viabilizar materiais que hoje são descartados.

A **comercialização**, é um aspecto de extrema importância para o produtor de minerais-gemas e todo o restante da cadeia produtiva.

O garimpeiro que retira amostra de coleção, mineral-gema ou algumas toneladas de feldspato e que pode ajudar na sua subsistência diária, só pode vender seu produto para o atravessador. No caso do garimpeiro, ele trabalha e vive geralmente em região rural, o que dificulta ainda mais o seu acesso ao mercado.

Quanto ao lapidário e o produtor de artesanato mineral, apesar de trabalhar em meio urbano, também enfrenta problemas na comercialização, especialmente, quando tenta alcançar o mercado internacional.

Nas cidades onde funciona cooperativa, existe bastante facilidade dos seus filiados comercializarem seus produtos.

Como foi informado no início deste capítulo, nos trabalhos do IBGM, CETEC, CETEM e outras entidades são feitas grande número de propostas visando adequar e fomentar este segmento. Após análise minuciosa dessas propostas, conclui-se que grande se engloba em sete (7) macropropostas, as quais visam adequar e fomentar o setor produtivo de minerais, e visando obter gemas coradas, artesanato mineral e, até, produtos para a indústria brasileira.

Após discutir alguns aspectos do setor de fomento às áreas de exploração de minerais-gemas, de industrialização e comercialização, serão apresentadas propostas de condução da política governamental para este plano.

1- Educação direcionada - definir sedes municipais nas grandes regiões produtoras de minerais-gemas (como descrito no Capítulo 8), e criando nessas cidades criar escolas profissionalizantes, voltadas para o conhecimento do setor mineral. Nesses pólos seriam formados profissionais de nível técnico com conhecimento em mineralogia, gemologia, *design*, artesanato mineral e lapidação.

Em caso da execução dessa proposta, certamente a baixa qualidade da mão de obra no setor deixará de ser um gargalo.

2- Criação de um setor do Ministério das Minas e Energia, direcionado a pequena e média mineração - esse grupo de trabalho teria a função de executar o que se definiu e foi identificado como necessidade desse segmento.

No caso da execução dessa proposta, o Estado estará presente junto a um segmento marginalizado pela sociedade brasileira, valendo a frase básica desse trabalho: **CONSIDERO QUE NÃO EXISTE REGIÃO POBRE NO BRASIL, EXISTEM SIM, REGIÕES SEM A PRESENÇA DE GOVERNO.**

3- Fomentar a criação de cooperativas garimpeiras - a formação de cooperativas tem mostrado um potencial fomentador para esse segmento, uma vez que nelas podem existir escolas de formação de mão de obra, atendimento ao garimpeiro, criação de Área Legal de Garimpagem e, até, a intermediação de negócios com o mercado nacional e internacional.

No caso da execução dessa proposta, seguramente a informalidade será sensivelmente reduzida e poderá deixar de ser mais um gargalo no setor.

4- Implantação de centros de artesanato mineral e lapidação - essa proposta poderá ser fomentada dentro da proposta 3 (cooperativas garimpeiras) ou independente das

cooperativas. Deve ficar claro que a proposta 1 criaria as condições para a implementação da proposta 4. O básico seria a escolha de cidades, preferencialmente onde serão instalados os pólos de educação direcionados ou em regiões onde a presença de minerais passíveis de serem trabalhados.

No caso da execução dessa proposta, a informalidade também deverá ser sensivelmente reduzida.

5- Implantação de uma rede de laboratórios credenciados visando emitir certificados gemológicos - a implantação de uma rede, como desta proposta, exige recursos humanos altamente qualificados. Profissionais desse calibre primeiramente devem ser graduados em geologia, seguido de especialização em gemologia. No Brasil, somente no Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto existe tal curso, onde anualmente uma turma com cerca de 10 (dez) profissionais, são habilitados para exercer esta função. Dois outros centros foram criados (um primeiro na Universidade Federal do Ceará e outro na Universidade Federal do Rio Grande do Sul), porém os recursos humanos hoje disponíveis são poucos, incapacitando a formação de novos profissionais. A estrutura existente em Ouro Preto deve ser ampliada e esses outros 02 (dois) centros gemológicos devem ser reativados plenamente, visando atender as outras duas grandes regiões (nordeste e Rio Grande do Sul) produtoras de gemas coradas no Brasil. Seria muito interessante se além desses três (03) centros, fosse fomentada em outras instituições o surgimento de curso similar ao de Ouro Preto.

No caso de frutificar a idéia do Brasil se tornar um grande centro joalheiro, faz-se necessário profissionais capacitados para dar autenticidade ao material gemológico utilizado nesse segmento.

No caso da execução dessa proposta, a informalidade e a falta de mão de obra deverá ser sensivelmente reduzida, bem como a seriedade e a credibilidade serão reconhecida, melhorando a imagem deturpada do setor de gemas no Brasil.

6 - Adequação fiscal e tributária - é de domínio público que, em todas as feiras de gemas e de jóias no Brasil, existe reclamação generalizada sobre a pesada carga tributária brasileira para esse setor. Também é citado esse gargalo pelo IBGM, CETEC, CETEM e outros trabalhos elaborados sobre o setor. Sem contar os valores referentes ao imposto de renda, é estimada em 53% a carga incidente sobre as vendas de jóias no mercado interno. Isso causa a informalidade, evasão fiscal, falta de incentivo e de competitividade para a criação de uma indústria joalheira e de lapidação no Brasil. Esse fato causa a saída legal e ilegal de material em estado bruto (minerais-gemas) e de produtos industrializados no Brasil. A verticalização da produção de minerais-gemas pretendida pelos vários órgãos brasileiros é seriamente prejudicada por esse gargalo. O valor que pode ser agregado nessa verticalização é aproveitado em países como Índia, China, Itália, Alemanha e outros. Deve ser feita adequação fiscal e tributária associada a formação de recurso humano.

No caso da execução dessa proposta, o gargalo do excesso de tributação no setor será sensivelmente reduzido e, certamente, o Brasil será muito competitivo no mercado internacional de gemas e de jóias.

7- Financiamento visando a aquisição de equipamento – é sabido que a maioria dos produtores (garimpeiros e pequenos mineradores) necessita de financiamento para ter equipamento adequado ao exercício de sua atividade e aumentar a produtividade. O segmento de lapidação e de criação de jóias também é carente de equipamentos modernos, para produção em larga escala e obtenção de lapidação de qualidade internacional. Exemplo seria a produção de pedras preciosas calibradas, que é muito exigida pelo setor joalheiro internacional.

No caso da execução dessa proposta, sugere-se a criação de linhas de financiamento, via órgãos governamentais, para atender as necessidades desse segmento.

Uma vez definido o planejamento acima, está traçado no Capítulo 20, a seguir, a nossa visão temporal para as etapas definidas no mesmo, conforme demonstrada na Tabela 20.2, Cronograma das Atividades de Implantação do Plano Duodecenal de Gemas Coradas.

CAPÍTULO 20

PROJEÇÕES ATÉ 2028

Conforme divulgado no boletim do IBGM, ano XVI, número 54, de março de 2008, o crescimento das exportações de pedras em bruto, lapidadas e artefatos de pedras, alcançaram o valor de US\$ 158 Milhões de 2006 para 2007. Partindo deste dado, um aumento de 5% foi previsto até 2014, como demonstra a Tabela 20.1 (uma média aceitável de crescimento para o Brasil), quando se prevê o término de implantação das propostas de fomento das áreas de exploração de minerais-gemas e indústria de artesanato, lapidação e comercialização, descritas no Capítulo 19. A partir disto, os seguintes aumentos percentuais foram previstos: 10% entre 2015 e 2017; 15% entre 2018, 2020; 12% entre 2021 e 2023 e 10% entre 2024 e 2028, quando então seria alcançada uma meta de US\$ 1 Bilhão. Com crescimento desta ordem de grandeza, acima de 10%, aliado ao decréscimo das reservas, prevê-se que o aumento anual após 2024 não superará 10%.

Tabela 20.1 – Previsão do crescimento das exportações de pedras em bruto, lapidadas e artefatos de pedras.

ANO	CRESCIMENTO (%)	VALOR (US\$ Milhões)
2007		158
2008	5	166
2009	5	174
2010	5	182
2011	5	191
2012	5	200
2013	5	210
2014	5	220
2015	10	242
2016	10	266
2017	10	292
2018	15	336
2019	15	386
2020	15	444
2021	12	497
2022	12	556
2023	12	623
2024	10	685
2025	10	753
2026	10	828
2027	10	911
2028	10	1.021

A Figura 20.1 mostra em gráfico o crescimento de valor das exportações do Brasil de pedras em bruto, lapidadas e artefatos de pedras, onde observa-se aumento considerável, bem acima da média nos últimos anos do período. Este crescimento é praticamente exponencial e previsto a partir de 2014, quando a proposta 1 de fomento estiver concretizada.

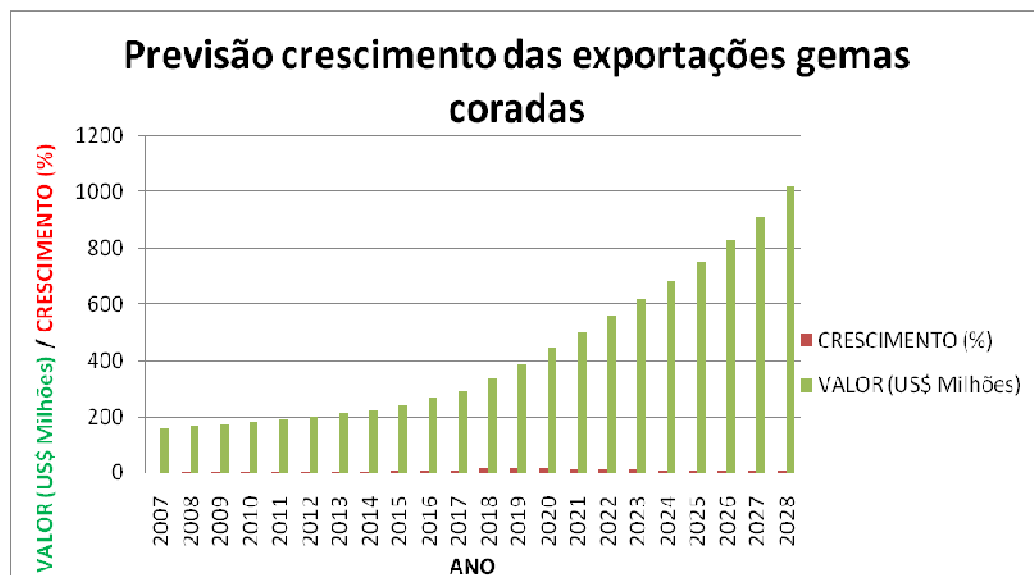


Figura 20.1 – Gráfico de previsão do crescimento de exportação de gemas coradas.

Na pagina a seguir está apresentada na Tabela 20.2, a previsão e cronograma de implantação do plano de fomento para gemas coradas que foi detalhado no Capítulo 19

Cronograma das Atividades de Implantação do Plano Duodecenal de Gemas Coradas

Atividade / Ano	2009		2010		2011		2012		2013	
	1º sem.	2º sem.	1º sem.	2º sem.	1º sem.	2º sem.	1º sem.	2º sem.	1º sem.	2º sem.
Criação de um grupo de trabalho no Ministério das Minas e Energia, direcionado a pequena e média mineração										
Definição dos Centros Polos de Minerais-gemas										
Contratação de Infraestrutura										
Contratação de Mão de Obra (geólogos/gemólogos/lapidários gemas e artesanato/apoio)										
Implantação dos Centros polos de minerais-gemas										
Criação de cooperativas garimpeiras										
Criação de centros de artesanato mineral e de lapidação										
Implantação de uma rede de laboratórios credenciados										
Adequação fiscal e tributária										
Criação de linhas de financiamento										
									Projeto	
									Em implantação	
									Concluído	

Tabela 20.2 - Cronograma das Atividades de Implantação do Plano Duodecenal de Gemas Coradas

É importante frisar que encontramos diversas dificuldades durante a pesquisa de dados para elaborar projeções até o ano de 2028 devido a ausência de dados oficiais sobre mão de obra e investimentos. Os poucos dados disponíveis ou eram inconsistentes, ou refletiam somente uma pequena parte do segmento organizado e não reportava sobre a maior parte do segmento, que é informal.

Entretanto, conforme considerações de Gilberto Calaes (2009), cujos parâmetros e cenários são apresentados a seguir, assinalando a precariedade das estimativas apresentadas e ressaltando se tratar de estimativas de caráter meramente indicativo, formulamos as seguintes projeções:

Parâmetros e cenários:

Primeiramente, foi concebido um modelo simplificado de unidade padrão de extração de gemas, buscando idealizar suas características e necessidades de investimento e de mão-de-obra requerida. O modelo que foi idealizado reflete uma unidade de pequeno/médio porte, semi-mecanizada e que possa representar um estágio tecnológico e sócio-econômico de transição do garimpo irregular e predatório para um sistema de aproveitamento formalizado, sustentável e competitivo.

Uma reflexão sobre alguns casos envolvendo esmeraldas, ametistas e água marinha levou à constatação que uma unidade padrão de extração de gemas (apesar da diversidade) possui na média um volume de extração situado entre 5.000 e 25.000 t de ROM/ano, (ROM, *Run Of Mine* ou minério produzida pela mina) exigindo investimentos da ordem de R\$ 500 mil e R\$ 1.500 mil por unidade e gerando entre 12 e 20 postos de trabalho/unidade.

Em segundo lugar, foi estimado quantas unidades padrão de extração de gemas coradas poderiam ser implementadas no país entre o período de 2008 a 2028, sendo suposta uma política bem definida e adequadamente esclarecida de estímulos à estruturação do setor. Após uma cuidadosa reflexão foi decidido por 40, 60 ou 100 unidades para os cenários Frágil, Vigoroso e Inovador, respectivamente.

Como resultado das duas etapas anteriores, é apresentada uma visão tentativa de três cenários para o setor de gemas coradas do país, indicando necessidades de investimento e de postos de trabalho que podem vir a ocorrer na hipótese de se empreender a superação dos entraves que dificultam o setor.

- Extração - 5.000 a 25.000 ton ROM/ano
- Investimento - R\$ 500.000,00 a R\$ 1.500.000,00/unidade
- Geração de empregos – 12 a 20 postos de trabalho/unidade

Tabela 20.3: Projeções de cenários até o ano de 2028

Cenário	Unidades de produção	Geração postos de trabalho	Investimento total (R\$ Mi)	Produção mineral (Mil/ton ROM/ano)
Frágil	40	480 – 800	20 – 60	200 – 1.000
Vigoroso	60	720 – 1.200	30 – 90	300 – 1.500
Inovador	100	1.200 – 2.000	50 - 150	500 – 2.500

CAPÍTULO 21

CONCLUSÕES

Lembramos que a Tailândia, após um planejamento executado para o setor de minerais-gemas, na década de 1990 (período de 10 anos) teve o valor de exportação destes bens incrementado de US\$ 150 Milhões para US\$ 1 Bilhão. Uma vez que o Brasil é um país privilegiado em termos de recursos minerais, de criatividade na área de design e com as propostas de alavancagem do fomento ao conhecimento, criação de cooperativas, laboratórios, adequação tributária e a ação governamental de ajuda específica a este setor, entendemos que podemos também cumprir esta meta até 2028.

Para alcançar a meta de exportação de US\$ 1Bilhão em 2028 e melhorar as condições e qualidade da indústria, a verticalização do mineral-gema e da mão de obra deste setor brasileiro, é certo que uma vez trilhado o caminho das 7 propostas do Capítulo 18, ou seja, educação direcionada, criação de um setor no Ministério das Minas e Energia, direcionado a pequena e média empresa, a criação de cooperativas garimpeiras, implantação de centros de artesanato mineral e lapidação, implantação de uma rede de laboratórios credenciados a emitir certificados gemológicos, adequação fiscal e tributária e financiamento visando a aquisição de equipamentos, teremos um novo caso mundial de sucesso, a exemplo da China, Tailândia, etc.

CAPÍTULO 22

BIBLIOGRAFIA

- Anuário Mineral Brasileiro – Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM)
Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM).
- ADDAD, J.E., LICCARDO, A. - 2001 - Correlação cromo - intensidade de cor em topázio imperial, Ouro Preto, Minas Gerais. In: *XI Simpósio de Geologia de Minas Gerais*, SBG - Núcleo MG, Belo Horizonte, resumo 33, CD-ROM.
- ALKMIM, F. F. & ENDO, I. - 1998 - An outline of the geology of the southern São Francisco craton region. In: Alkmim, F. F. & Endo, I. (editores). Guide to the geology of the southern São Francisco Craton region, Minas Gerais, Brazil. INTERNATIONAL CONFERENCE ON BASEMENT TECTONICS, 14, Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. 1 - 23.
- ALKMIM, F. F. & MARSHAK, S. - 1998 - Transamazonian orogeny in the southern São Francisco craton region, Minas Gerais, Brazil: evidence for paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, 90: 29-58.
- ALMEIDA, F. F. M. - 1977 - O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, 7: 285-295.
- ALMEIDA, F. F. M. - 1981 - O cráton do Paramirim e suas relações com o do São Francisco. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, Salvador, 1981. *Anais...* Salvador, SBG. 1-10.
- AMERICAN GEM TRADE ASSOCIATION 2004. The Gemstone Information Manual – Eighth Edition, December. 8: 104-105. Disponível em: www.agta.org/agta-gim.pdf. Acessado em 22 ago 2009.
- ANGELIM, L. A. A. - 1997 - Petrolina, folha SC.24-V-C: Estados da Bahia, Pernambuco e Piauí. Brasília: Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais - CPRM. Escala 1:250.000. 102p.
- ARAÚJO, J. O. & LEONARDOS, O. H. - 1986 - A esmeralda do município de Pirenópolis, Goiás: um exemplo de greisenização do talco xisto. In: CONG. BRAS. GEOL., 34, Goiânia, *Anais ... Goiânia*, 1986, SBG, v. 4, p. 1835-45.
- AREM J. 1975. Gems and Jewelry. Batmam Books, New York, 159p.
- BAIÃO, G. & COUTO, P. A. - 2002 - Gemas do garimpo Pedra Azul / Água Fria, Bahia e suas inclusões. In: CONG. BRAS. GEOL., 41, 2002, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa; SBG. p. 588.
- BANK, F. H., BANK H., GÜBELIN E., HENN, U. - 1987 - Alexandrite von einen neuen vorkommern bei Hematita in Minas Gerais, Brasilien. *Zeitschrift der deutschen Gemmologischen Gesellschaft*, 36:121-131.
- BANK, H.; HENN, U.; BANK, F. H.; VON PLATEN, H.; HOLFMEISTER, W. - 1990 - Leuchtendblau Cu-führende turmaline aus Paraíba, Brasilien. *Zeitschrift der Deutschen Gemmologischen Gesellschaft*, 39(1): 3-11.
- BARROS, J. G. C. - 1985 - The chemistry of emerald and associated beryls in Porangatu deposit, Brazil. In: CONG. LATINOAMERICANO GEOL., 6, 1985, Bogotá. *Anais...* Bogotá, v. 1, p. 495-504.
- BARROS, M. 2005. Histórico da Gemologia e Técnicas de Lapidação de Gemas de Cor. 45p. Minas Gemas.
- BASÍLIO M. S., Pedrosa.Souares A. C., Jordt.Evangelista H.. Depósitos de alexandrita de Malacacheta. *Geonomos* 8(1): 47-54.

- BASÍLIO M.S. 1999. *A Alexandrita de Malacacheta, Nordeste de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Ouro Preto, 111p.
- BASÍLIO M.S., Dussin I.A., Pedrosa-Soares A.C., Jordt-Evangelista H., Macambira M., Voll E., Pimenta V.B. 1998a. Gênese dos depósitos de alexandrita de Malacacheta, Minas Gerais: evidências geológicas e geocronológicas. In: SBG. Congresso Brasileiro de Geologia, 40, Belo Horizonte, *Anais...* 281.
- BASÍLIO M.S., Jordt-Evangelista H., Pedrosa-Soares A.C. 1998b. Alexandrite aus Malacacheta, Minas Gerais, Brasilien. In: Terra Nostra - Geowissenschaftlicher Latinamerika-Kolloquium, 16, *Zusammenfassungem der Tagungsbeiträge*, 10.
- BASÍLIO M.S., Pedrosa-Soares A.C., Jordt-Evangelista H. 2000. Depósitos de Alexandrita de Malacacheta, Minas Gerais. *Geonomos*, **8**(1,2):47-54.
- Basílio M.S., Pinheiro M.V.B, Jordt-Evangelista H., Pedrosa-Soares A.C., Assunção A.L, Guedes K.J., Krambrock K., Dantas M.M.S. 1998c. Aspectos gemológicos das alexandritas de Malacacheta, MG. In: SBG. Congresso Brasileiro de Geologia, 40, Belo Horizonte, *Anais*, 267.
- BASÍLIO, M. S.; CÉSAR-MENDES, J.; LICCARDO, A. - 2001 - Crisoberilo. In: Gemas de Minas Gerais (Organ: Castañeda, C.; Addad, J. E.; Liccardo, A.). Editado por Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) - Minas Gerais, Belo Horizonte. 196-219.
- BAUER M. 1968. *Precious Stones*. London, Dover Publications Inc., V.II, 627p.
- BAUER, M. - 1968 - *Precious Stones*. London, Dover Publications Inc., V.II, 627p.
- BERNSTEIN L.R. 1982. Monazite from North Carolina having the alexandrite effect. *American Mineralogist*, **67**(3):356-359.
- BEUS A.A. 1966. *Geochemistry of beryllium and genetic types of beryllium deposits*. San Francisco and London. W.H. Freeman and Company, 401 p.
- BILAL, E.; MARCIANO, V. R. P. R. O.; FUZIKAWA, K.; CORREIA NEVES, J. M.; GIRET, A. - 1995 - Datação de monazitas do Distrito Pegmatítico de Santa Maria de Itabira, MG. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 8, Diamantina, SBG, 13: 46-47.
- BLAK, A . R. O.; ISOTANI, S.O.; WATANABE, S. - 1982 - Optical Absorption and Electron Spin Resonance in Blue and Green Beryl. *Physics and Chemistry of Minerals*. 8: 161-166.
- BOSSHART G., Frank E., Hänni H.A., Barot N. 1982. Blue colour changing kyanite from East Africa. *Journal of Gemmology*, **18**(3):205-212.
- BRANCO, P. M. - 1984 - Glossário gemológico. Editora Universitária, Porto Alegre (Brasil). 203p.
- CALACHE S. C. 2007. Aspectos Técnicos e Princípios Básicos da Lapidação de Gemas. UFOP, Departamento de Geologia, 73p.
- Cally Hall 2002. *Gemstones, Birthstones, second american edition*. Smithsonian Handbooks, New York, 160p.
- CASSEDANE, J. P. & CASSEDANE, J. O. - 1976 - Descrição da primeira jazida brasileira de turquesa. In: CONG. BRAS. GEOL., 29. 1976, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto, SBG, v. 3, p. 133-140.
- CASSEDANNE, J. P. - 1970 - L'euclase au Bresil. *Bulletin Association Française de Gemmologie*, 24: 10-12.
- CASSEDANNE, J. P. - 1983 - Famous minerals localities: The Córrego Frio mine and vicinity, Minas Gerais, Brazil. *Mineralogical Record*, 14(4): 227-237.
- CASSEDANNE, J. P. - 1986 - La kunzite au Brésil. *Revue de Gemmologie AFH*, 87: 05-08.
- CASSEDANNE, J. P. - 1989 - Famous minerals localities: The Ouro Preto Topaz Mines. *The Mineralogical Record*, 20: 221-233.
- CASSEDANNE, J. P. - 1991 - Tipologia das jazidas brasileiras de gemas. In: Principais Depósitos Minerais do Brasil, volume IV - Parte A (Coord.: Schobbenhaus, C.; Queiroz,

- E. T.; Coelho, C. E. S.). Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Brasília. 09-52.
- CASSEDANNE, J. P. - 1991 - Tipologia das jazidas brasileiras de gemas. *In: Principais Depósitos Minerais do Brasil*, volume IV - Parte A (Coord.: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E. T.; Coelho, C. E. S.). Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Brasília. 17-49.
- CASSEDANNE, J. P.; ALVES, J. N.; CASSEDANNE, J. O. - 1992 - Gisements alluvionnaires brésiliens d'aigue-marine. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 64(1): 43-62.
- CASSEDANNE, J. P.; CASSEDANNE, J. O.; MELLO, Z. F. - 1979 - As esmeraldas de Tauá e Pilão Arcado. *Mineração & Metalurgia*, 43(410): 50-58.
- CASTAÑEDA, C.; CÉSAR-MENDES, J.; PEDROSA-SOARES, A. C. - 2001 - Turmalinas. *In: Gemas de Minas Gerais* (Organ.: Castañeda, C.; Addad, J. E.; Liccardo, A.). Editado por Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) - Minas Gerais, Belo Horizonte. 152-179.
- CASTELO BRANCO, R. M. G.; SCHWARZ, D.; SVISERO, D. P.; CÉSAR-MENDES, J. - 1984 - Dados mineralógicos da esmeralda da Fazenda Boa Esperança, Município de Tauá, Ceará. *In: CONG. BRAS. GEOL.* Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, SBG, v. 10, p. 4986-4994.
- CÉSAR-MENDES J., Liccardo A. 2000. The alexandrite mine of Antônio Dias. *In: 31st International Geological Congress - post-congress field trip, 31, Rio de Janeiro, Brazil, 2000, field trip Aft 20:18-21.*
- CÉSAR-MENDES, J. - 1989 - Aspectos mineralógicos, geológicos e econômicos da esmeralda de Santa Terezinha de Goiás. *Dissertação de Mestrado Universidade de São Paulo*, 163p.
- CÉSAR-MENDES, J. - 1995 - Mineralogia e gênese dos pegmatitos turmaliníferos da Mina do Cruzeiro, São José da Safira, Minas Gerais. São Paulo, Tese de Doutorado Universidade de São Paulo, 260p.
- CÉSAR-MENDES, J. & BARBOSA, M. S. C. - 2001 - Esmeralda. *In: Gemas de Minas Gerais* (Organizadores: Castañeda, C.; Addad, J. E.; Liccardo, A.). Editado pela Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) - núcleo Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 129-151.
- CÉSAR-MENDES, J. & FERREIRA Jr, P. D. - 1998 - Os Garimpos de Monte Santo, TO: uma nova descoberta de esmeralda no Brasil. *REM - Revista Escola de Minas*, 51(2): 30-35.
- CÉSAR-MENDES, J. & GANDINI, A. L. - 2000 - Guide to major colored gemstone deposits in the vicinity of Belo Horizonte, Minas Gerais state, Brazil. *In: Field trip guide, 31 International Geological Congress*, 58p.
- CÉSAR-MENDES, J. & LICCARDO A. - 2000 - The alexandrite mine of Antônio Dias. *In: 31st International Geological Congress - post-congress Field Trip, 31, Rio de Janeiro, Brazil, 2000, field trip Aft 20:18-21.*
- CÉSAR-MENDES, J. & SVISERO, D. P. - 1988 - As inclusões cristalinas e fluidas da esmeralda de Santa Terezinha de Goiás e seu significado geológico. *In: CONG. BRAS. GEOL.*, 35, Belém. *Anais...* Belém, SBG, v. 1, p. 384-412.
- CÉSAR-MENDES, J.; BELLO, R. M. S.; SOUZA, M. M.; GANDINI, A. L.; FUZIKAWA, K.; SVISERO, D. P. - 1992 - Dados mineralógicos e microtermométricos preliminares dos berilos gemológicos da Vila de Água-Marinha, Município de Teixeira de Freitas, Bahia. *In: CONG. BRAS. GEOL.*, 37, 1992, São Paulo. *Boletim de Resumos Expandidos...* São Paulo; SBG. p. 113-114.
- CÉSAR-MENDES, J.; BILAL, E.; CORREIA-NEVES, J. M.; GIRET, A. - 1994 - As turmalinas de pegmatitos da região de São José da Safira, Estado de Minas Gerais. *In:*

- CONG. BRAS. GEOL., 38, 1994, Balneário Camboriú. *Bol. Res. Expand...* Balneário Camboriú, SBG, v. 1, p. 204-205.
- CÉSAR-MENDES, J.; LICCARDO, A.; ADDAD, J. E.; GANDINI, A. L. - 2001 - Topázio. In: Gemas de Minas Gerais (Organ: Castañeda, C.; Addad, J. E.; Liccardo, A.). Editado por Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) - Minas Gerais, Belo Horizonte. 180-195.
- CÉSAR-MENDES, J.; LICCARDO, A.; FERREIRA, E. L. - 2002 - As inclusões das esmeraldas de Monte Santo - Tocantins. In: CONG. BRAS. GEOL. João Pessoa. *Anais...* João Pessoa, SBG, v. 1, p. 591.
- CÉSAR-MENDES, J.; LOPES, P. H. S.; INNOCENTINI, M. D. M. - 1997 - Uma nova ocorrência de esmeraldas no Garimpo do Toco, Município de Nova Era, Estado de Minas Gerais. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 9, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto, SBG, 14: 130-131.
- CHAVES, M. L. S. C.; KARFUNKEL, J.; HOOVER, D. B. - 1998 - Rare gem minerals from Brazil. Part 1: Euclase and phenakite. *Australian Gemmologist*, 20: 80-86.
- CHEMALE JR., F.; ROSIÉRE, C. A.; ENDO, I. - 1991 - Evolução tectônica do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Revista Pesquisa*, 18 (2): 104-127.
- CONCEIÇÃO, H. & OTERO, O. M. F. - 1996 - Magmatismos granítico e alcalino no Estado da Bahia: uma epítome do tema. Salvador: SGM/Governo da Bahia,. 133p.
- CORREIA NEVES, J. M.; SOARES, A. C. P.; MARCIANO, V. R. P. R. O. - 1986 - A província pegmatítica do Brasil à luz dos conhecimentos atuais. *Revista Brasileira de Geociências*, 16: 106-118.
- COSTA, G. M.; SABIONI, A. C. S.; DEREPEPE, J. M.; MOREAUX, C.; FERREIRA, C. M. - 2000 - Influência da temperatura nas propriedades físicas e químicas do topázio imperial. In: Simpósio Brasileiro de Tratamento e Caracterização de Gemas, 1, Ouro Preto, 2000. *Boletim de Resumos...* Ouro Preto, v. 1, p. 53.
- COUTO, P. A. - 1985 - Garimpo de Esmeralda de Socotó. MME/DNPM, 14p.
- COUTO, P. A. - 2000 - Mapa Gemológico do Estado da Bahia. Escala 1:1.250.000. *Texto explicativo*. Salvador: CPRM/Convênio SMM/DNPM/SICM, 76 p.
- COUTO, P. A. & ALMEIDA, J. T. - 1982 - Geologia e mineralizações na área do Garimpo de Carnaíba, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, Salvador, *Anais...* Salvador, SBG, 3: 850-861.
- COUTO, P. A.; SAMPAIO, A. R.; GIL, C. A. A. - 1978 - Projeto Serra de Jacobina: geologia e prospecção geoquímica. *Relatório final*. Salvador: CPRM,. Convênio CPRM/DNPM. (Inédito).
- COUTO, P. A.; SILVA, E. A.; LIMA, R. - 1991 - Garimpos de esmeralda de Carnaíba e Socotó, Bahia. In: SCHOBENHAUS, C., QUEIROZ, E. T.; COELHO, C. E. (coord.) Principais depósitos minerais do Brasil: gemas e rochas ornamentais. Brasília: Convênio DNPM/CPRM, v. 4, p.259-269.
- CURVELLO, W. S. - 1962 - O maior cristal de kunzita do mundo. *Mineração e Metalurgia*, XXXVI(212): 76.
- DE BEERS 2009. *Champagne cocktail Fizz collection*. Disponível em: <http://www.debeers.com/page/ccfcollection>. Acesso em 08set 2009.
- DEER, W. A.; HOWIE, R. A.; ZUSSMAN, J. - 1982 - *Rock-forming minerals: orthosilicates*. 2.ed. London, Longman. 919p. (v. 1A).
- DIETRICH, R. V. - 1985. - *The Tourmaline Group*. 1 ed. New York, Van Nostrand Reinhol., 300p.
- DORR II, J. V. N. - 1959 - Esboço geológico do Quadrilátero Ferrífero de Minas - Brasil. Boletim do DNPM, 1: 7-8.
- DORR II, J. V. N. - 1969 - Physiographic, stratigraphic and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. USGS Professional Paper, 641A: 1-109.

- DOSSIN, I. A.; DOSSIN, T. M.; CHARVET, J.; COCHERIE, A.; ROSSI, P. - 1993 - Single-zircon dating by step-wise Pb-evaporation of Middle Proterozoic magmatism in the Espinhaço Range, southeastern São Francisco Craton (Minas Gerais, Brazil). In: SIMPÓSIO DO CRÁTON DO SÃO FRANCISCO, 2, Salvador, SBG, 39-42.
- DRUMMOND, N. F. - 2009 - Caracterização de quartzo visando a obtenção de variedades gemológicas, a partir da irradiação gama e/ou tratamento térmico. Dissertação de mestrado apresentada no Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, 147p.
- EGYPTIAN MUSEUM 2009. The Gold Mask of Tutankhamon. Disponível em: <http://www.egyptianmuseum.gov.eg>. Acesso em 24 ago 2009.
- ENCICLOPÉDIA BRITÂNICA DO BRASIL 1987. Dias, Fernão. São Paulo, Vol. 7, p.: 3315.
- FERREL E.F., Fang J.H., Newnham R.E. 1963. Refinement of the chrysoberyl structure. *American Mineralogist*, **48**:804-810.
- FARREL E.F., Newnham R.E. 1965. Crystal-field spectra of chrysoberyl, alexandrite, peridot, and sinhalite. *American Mineralogist*, **50**:1972-1981.
- FAVACHO M. 2009. O subsequente tratamento térmico de gemas irradiadas por cobalto-60 (radiação gama). Disponível em: www.joiabr.com.br/trat_gemas/trg09.html.
- FERREIRA, A. C. M.; FERREIRA, J. A. M.; TAVARES, J. F. - 2000 - As espessartitas do Alto Mirador, Rio Grande do Norte. In: SIMP. BRAS. DE TRATAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE GEMAS. Ouro Preto, 2000. *Resumos...* Ouro Preto, UFOP, v. 1, p. 26.
- FERREIRA, C. M. - 1983 - Vulcanismo ácido no Quadrilátero Ferrífero e sua relação com algumas ocorrências e/ou depósitos minerais. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 2., Belo Horizonte, 1983. *Anais...* Belo Horizonte, SBG. v. 3, p. 128-133.
- FERREIRA, C. M. - 1991 - Topázio de Ouro Preto, Minas Gerais. In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E. T.; Coelho, C. E. S. Principais Depósitos Minerais do Brasil. Brasília, DNPM/CPRM. 4: 303-308.
- FLEISCHER, R. - 1972 - Origin of topaz deposits near Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. *Discussions. Economic Geology*, **67** (1): 119-120.
- FRANZ G., Gilg H.A., Grundmann G., Morteani G. 1996. Metassomatism at a granitic pegmatite - dunit contact in Galicia: the Franqueira occurrence of chrysoberyl (alexandrite), emerald, and phenakite: discussion. *Canadian Mineralogist*, **34**:1329-1331.
- FRANZ G., Morteani G. 1984. The formation of chrysoberyl in metamorphosed pegmatites. *Journal of Petrology*, **25**(1):27-52.
- FRANZ, G. & MORTEANI, G. - 1984 - The formation of chrysoberyl in metamorphosed pegmatites. *Journal of Petrology*, **25**(1):27-52.
- FRITSCH E.; Rossman G.R. 1987. An update on color in gems. Part 1: introduction and colors caused by dispersed metal ions. *Gems e Gemology*, **23**(3):126-139.
- FRITSCH, E.; SHIGLEY, J. E.; ROSSMAN, G. R.; MERCER, M. E.; MUHLMEISTER, S. M.; MOON, M. - 1990 - Gem - quality cuprian - elbaite tourmalines from São José da Batalha, Paraíba, Brazil. *Gems & Gemology*, **26**(3): 189-205.
- FUJIMORI, S. - 1978 - Rochas alcalinas da Fazenda Hiassu, Itaju do Colônia, Bahia. Publicação Especial da SBG. Núcleo Bahia (Inédito).
- GAINES, R. V.; SKINNER, H. C. W.; FOOR, E. E.; MASON, B.; ROSENZWEIG, A. - 1997 - Dana's new mineralogy. 8ed. New York, John Wiley & Sons, 1819p.
- GANDINI A. L. 1994. *Mineralogia, inclusões fluidas e aspectos genéticos do topázio imperial da região e Ouro Preto*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 212 p.

- GANDINI, A. L.. - 1999 - Aspectos da Mineralogia, Geoquímica, Gênese e Potencialidade Econômica do Campo Pegmatítico de Marilac, Minas Gerais. São Paulo, Tese de Doutorado Universidade de São Paulo, 261p.
- GANDINI, A. L.; ACHTSHIN, A. B.; MARCIANO, V. R. P. R. O.; BELLO, R. M. S.; PEDROSA-SOARES, A. C. - 2001 - Berilo. *In: Gemas de Minas Gerais* (Organ.: Castañeda, C.; Addad, J. E.; Liccardo, A.). Editado por Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) - Minas Gerais, Belo Horizonte. 100-127.
- GEM & GEMOLOGY RESOURCES 2009. Blue Quartz. Disponível em: www.nordskip.com/resources.html. Acessado em 22 ago 2009.
- GEMCAD 2009. Gemcad tutorial lesson 3. Disponível em: <http://www.gemcad.com/lesson3.htm>. Acesso em 23/08/2009.
- GIULIANI, G.; COUTO, P. A. - 1988 - Emerald deposits of Brazil and its genetic link with infiltration metasomatic processes. *In: INTERNAT. CONFERENCE ON GEOCHEMICAL EVOLUTION OF THE CONTINENTAL CRUST*, 1988. Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas, p.236-347.
- GLENN & MARTHA VARGAS 1989. *Faceting for Amateurs*, 3a edição. Desert Printing Co. Thermal, California, 340 p.
- GOLDMAN, D. S.; ROSSMAN, G. R.; PARKIN, K. M. - 1978 - Channel constituents in beryls. *Physics and Chemistry of Minerals*, 3: 225-235.
- GOMES, E. R. - 2002 - Mineralogia e gemologia da opala laranja de Buriti dos Montes (Piauí, Brasil). Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Pará, 89p.
- GÜBELIN, E & SCHMETZER, K. - 1982 - Gemstones with alexandrite effect. *Gems & Gemology*, 18(4): 197-203.
- GÜBELIN, E. & KOIVULA, J. I. - 1986 - Inclusions in opals. *Journal of Gemmology*, 20(8): 139-144.
- GÜBELIN, E., Schmetzer K. 1982. Gemstones with alexandrite effect. *Gems & Gemology*, 18(4):197-203.
- HALL C. 1995. *Gemstones*, 2 a edição. *Gems through the ages*. Dorling Kindersley Limited, London, 160 p.
- HASSAN F., El-Rakhawy A. 1974. Chromium III centers in synthetic alexandrite. *American Mineralogist*, 59:159-165.
- HAWTHORNE, F. C. & HENRY, D. J. - 1997 - Classification of the minerals of the tourmaline group. *European Journal of Mineralogy*, 11: 201-215.
- HEINRICH E.W., Buchi S.H. 1969. Beryl-chrysoberyl-sillimanite paragenesis in pegmatites. *Indian Mineralogist*, 10:1-7.
- HENN U. 1987. Inclusions in yellow chrysoberyl and alexandrite. *Australian Gemmologist*, 16(6):217-220.
- HENN U. 1995. Edelsteinkundliches Praktikum. *Zeitschrift der Deutschen Gemmologischen Gesellschaft*, 44(4):3-112.
- IBGM 2008. Recorde na exportação brasileira da cadeia produtiva de gemas e jóias. Boletim INFORMA, do Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos, ano xvi, número 54. março 2008, Brasília, 12p.
- IBGM 2009. Mapa – Gemológico. Disponível em: <http://www.ibgm.com.br>. Acesso em 20 ago 2009.
- IBGM, DNPM 2005 Boletim Referencial de Preços de Diamantes E Gemas de Cor. 5a Edição, 121 p.
- IWATA S.A. 2000. *Aspectos Genéticos e características mineralógicas do crisoberilo das lavras de Esmeraldas de Ferros e Hematita*. Tese de doutorado Instituto de Geociências, USP. São Paulo. 131p.

- JARDIM DE SÁ, E. F. & MARTINS SÁ, J. - 1987 - Proterozoic granitoids in a polycyclic setting: a held excursion in the Seridó region, NE Brazil. *In: International Symposium Granites Associated Mineralizations*, Salvador - Bahia, 1987. *excursion guides...* Salvador, p. 33-45.
- JARDIM DE SÁ, E. F.; FONSECA, V. P.; SOUZA, Z. S. - 1990 - O complexo de embasamento da faixa Seridó, estratigrafia e evolução tectônica. *In: CONG. BRAS. GEOL. Natal*, 1990. *Anais...* Natal, SBG, v. 04, p. 98-103.
- JOHNSTON Jr, W. D. - 1945a - Os pegmatitos berilo-tantalíferos da Paraíba e Rio Grande do Norte, no nordeste do Brasil. *Boletim 72, DNPM/DFPM - Rio de Janeiro*, 83p.
- JOHNSTON Jr, W. D. - 1945b - Pegmatitos amblygonita-berilo-tantalíferos do Ceará, nordeste do Brasil. *Boletim 66, DNPM/DFPM - Rio de Janeiro*, 44p.
- JÓIABR 2009. Robot Gems - Máquina de lapidação promete revolucionar o mercado de gemas e joias no Brasil
- JULIANA LINHARES 2008. Turmalina Paraíba, o azul mais lindo do mundo. *Revista Veja*, ed. 2086.
- KAHWAGE, M. A.; LICCARDO, A.; CÉSAR-MENDES, J.; PIRSON, A. - 2001 - Geoquímica comparada de berilos do Campo Pegmatítico de Itinga e região de Medina, Minas Gerais - Brasil. *In: CONG. LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA*, Montevideu (Uruguai). cd-rom: pdf
- KAMMERLING R.C., Johnson M.L.; Liu Y. 1996. An examination of colour change sapphires from Tanzania. *The Australian Gemmologist*, **19**(6):255-258.
- KLEIN C. & Dana J. D. 2002. *Manual of Mineral Science*. The 22nd Edition. John Wiley & Sons, USA, 641 p.
- KLEIN C., Hurlbut Jr. C.S. 1993. *Manual of Mineralogy* (after James D. Dana) 21st ed. John Wiley & Sons, 681p.
- KOIVULA, J. I. & KAMMERLING, R. C. - 1989 - Gems news: Paraíba tourmaline up date. *Gems & Gemology*, **25**(4): 248.
- KOIVULA, J. I. & KAMMERLING, R. C. - 1990 - Gems news: The discovery of the Paraíba tourmaline mine. *Gems & Gemology*, **26**(2): 164-165.
- KUHN, Hanni. 1992. Review of: TANAKH: a new translation of the Holy Scriptures according to the traditional Hebrew text, by Author unknown. *Notes on Translation*, **6**(2): 37-43.
- LAPIDART 2009. Disponível em: www.lapidart.com.br. Acesso em 22/08/2009
- LASKOVENKOV A.F., Zhernakov V.I. 1995. An update on the Ural emerald mines. *Gems & Gemology*, **31**(2):106-113.
- LICCARDO, A. & JORDT-EVANGELISTA, H. - 2001 - Coríndon. *In: Gemas de Minas Gerais* (Organizadores: Castañeda, C.; Addad, J. E.; Liccardo, A.). Editado pela Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) - núcleo Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 234-259.
- LICCARDO, A.; JORDT-EVANGELISTA, H.; CÉSAR-MENDES, J. - 2000 - Coríndon de Catingal, BA - Caracterização preliminar e potencial para tratamento térmico. *In: SIMP. BRAS. DE TRATAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE GEMAS*. Ouro Preto, 2000. *Resumos...* Ouro Preto, UFOP, v. 1, p. 34.
- LINS F. A. F. 2000. Brasil 500 anos – a construção do Brasil da América Latina: histórico, atualidades e perspectivas. CETEM/MCT, Rio de Janeiro, 254 p.
- LIU Y., Shigley J.E., Halvorsen A. 1999. Colour hue change of a gem tourmaline from the Umba Valley, Tanzania. *Journal of Gemmology*, **26**(6):386-396.
- Louvre 2008. Obras primas do Louvre . Colar e brincos da imperatriz Maria Luiza. *Société française de promotion artistique*, Paris, 116 p.

- LOUVRE 2008. Obras primas do Louvre . *Luis XIV société française de promotion artistique*, Paris, 116 p.
- MACHADO, G. A. A. - 1998 - Jazida de esmeralda de Capoeirana e Belmont - MG: geologia, petrogênese e metalogênese. Tese de Doutorado Universidade de São Paulo, 294p.
- MARCIANO V. R. P. R. O., Javier Rios F., Achtschin A. B., Correia Neves J. M., Svisero D.P. 1994. Berilos de pegmatitos de Santa Maria de Itabira, Minas Gerais – Brasil. *Geonomos*, 2:41-50.
- MARCIANO, V. R. P. R. O. - 1995 - O Distrito Pegmatítico de Santa Maria de Itabira, MG: mineralogia, geoquímica e zoneografia. Tese de Doutorado Universidade de São Paulo, 216p.
- MARCIANO, V. R. P. R. O.; JAVIER RIOS, F.; ACHTSCHIN, A. B.; CORREIA NEVES, J. M.; SVISERO, D. P. - 1994 - Berilos de pegmatitos de Santa Maria de Itabira, Minas Gerais – Brasil. *Geonomos*, 2: 41-50.
- MARTIN-IZARD A., Paniagua A., Moreiras D., Acevedo R.D., Marcos-Pascual C. 1996. Metassomatism at a granitic pegmatite - dunit contact in Galicia: the Franqueira occurrence of chrysoberyl (alexandrite), emerald, and phenakite: replay. *Canadian Mineralogist*, 34:1332-1336.
- MARTINS DE SÁ, J. & LEGRAND, J. M. - 1983 - Superposição de fases metamórficas na região da serra do Chico - Lajes / RN. *Revista Ciências da Terra*, 7: 12-15.
- MARTINS JUNIOR, F. L. - 1983 - Aspectos genéticos das opalas de Pedro II, Piauí, Brasil. *MBL - Mineração Brasileira Ltda.* 7p.
- MASCARENHAS, J. F.; SILVA, E. F. A. - 1994 - "Greenstones Belt" de Mundo Novo: caracterização e implicações metalogenéticas e geotectônicas no Cráton de São Francisco. Salvador: CBPM, 1994. (Série Arquivos Abertos, 5).
- MATHEW, R. V.; KARANTH, T. K.; GUNDU, R.; DESPHANDE, R. S. - 1998 - Maxixe type colour center in natural colourless beryl from Orissa, Índia: an ESR and OA investigation. *Journal of Gemmology*, 26(4): 238-251.
- MENEZES FILHO, N. R. - 1998 - Geologia da Sinclinal de Ituaçu: escala 1:100.000. Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, 192p.
- MENEZES L. A. D., Chaves M. L. S. C. 2007. Minerais de Coleção: Ciência, Estética e Mercado. *Geonomos*, 15(2): 65-73.
- MIRANDA, L. L. F.; MONTEIRO, M. D.; CAVALCANTI, J. C. C. - 1976 - Projeto fluorita da Serra do Ramalho: geologia. Salvador: CBPM - Convênio SME/CBPM. v. 1, 98 p.
- MUNASINGHE T., Dissanayake C.B. 1981. The origin of gemstones of Sri Lanka. *Econ. Geol.*, 76:1216 - 1225.
- MUSÉE DU LOVRE 2005. O florescente reino de Mari. Musée Du Louvre Editions, Paris, 480 p.
- MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, 2002, Exposition Diamants, Rome. Disponível em: <http://www.mnhn.fr/expo/diamants/index/data/default.htm>. Acessado em 04 mar 2009.
- NASSAU K. 1983. *The physics and the chemistry of color*. New York. John Wiley e Sons, 454p.
- NASSAU K. 1994. Gemstone Enhancement: History, Science and State of the Art. 2nd ed. Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford, 252 p.
- NETTO, C. ; ARAUJO, M. C.; PINTO, C. P.; DRUMOND, J. B. V. - 2001 - Projeto Leste: Pegmatitos. CPRM - Serviço Geológico do Brasil e COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais. Belo Horizonte, cd-rom.
- OLSEN, D. R. - 1971 - Origin of topaz deposits near Ouro Preto, Minas Gerais, Brazil. *Economic Geology*, 66 (4): 627-631.
- PAGEL V. & G. G. Theisen 1993. Grading ABC, 11a ed.. Rubin & Son, Belgium, 305p.

- PAIVA, G. - 1946 - Províncias Pegmatíticas do Brasil. Boletim. DNPM/DFPM, 78: 13-21.
- PALACHE C., Berman, H., Frondel C. 1944. *Dana's System of Mineralogy: Vol 1: elements, sulfides, sulfosalts., oxides.* John Wiley & Sons, New York, 7th ed., 834p.
- PECORA, W. T. & FAHYE, J. J. - 1949 - The Córrego Frio pegmatite, Minas Gerais: scorzalite and souzalite, two new phosphate minerals. *American Mineralogist*, 34: 83-93.
- PEDROSA-SOARES A.C., Dardene M.A.; Hasui Y., Castro F.D.C., Carvalho M.V.A. 1994. *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais.* Companhia Mineradora de Minas Gerais (COMIG), Belo Horizonte, Escala 1:1.000.000.
- PEDROSA-SOARES, A. C.; DARDENE, M. A.; HASUI, Y.; CASTRO, F. D. C.; CARVALHO, M. V. A. - 1994 - Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais. Companhia (COMIG), Belo Horizonte, Escala 1:1.000.000.
- PEDROSA-SOARES, A. C.; DARDENNE, M. A.; HASUI, Y.; CASTRO, F. D. C.; CARVALHO, M. V. A. - 1994 - Nota explicativa do mapa geológico, metalogenético e de ocorrências minerais do estado de Minas Gerais. Escala 1:1.000.000. Companhia Mineradora de Minas Gerais (COMIG), 97p.
- PINHEIRO M.V.B., Basílio M.S., Krambrock K., Dantas M.S.S., Paniago R., Assunção A.L., Pedrosa-Soares A.C. 2000. The cause of color of the blue alexandrites from Malacacheta, Minas Gerais, Brazil. *Journal of Gemmology*, 27(3):161-170
- PIRES, A. O. S. - 1902 - A mineração, riquezas minerais. In: Livro do Centenário (1500-1900) - edição comemorativa do IV centenário do descobrimento do Brasil. Imprensa Nacional (reedição do original de 1711), Rio de Janeiro, 163p.
- PIRES, F. R. M.; FREITAS, C. O.; PALERMO, N.; SARCIÁ, M. N. G. - 1983 - Geologia e gênese dos depósitos de topázio do Distrito de Ouro Preto - Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, 2, Belo Horizonte, 1983. *Anais...* Belo Horizonte, SBG. v. 3, p. 283-296.
- POLLI G. O., Sabioni A. C. S., Ferreira A. C. M., Dereppe J. M., Roeser H. M. P. 2006. Revista Brasileira de Geociências, Comportamento Físico-químico do berilo a altas temperaturas, 36(4):593-602.
- POOLE C.P.Jr. 1964. The optical spectra and color of chromium containing solids. *Journal of Physic and Chememistry of Solids*, 25:1169-1182.
- POUGH, F. H. & HENDERSON, E. P. - 1945a - Brazilianite, a new phosphate mineral. *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, XVII: 13-14.
- POUGH, F. H. & HENDERSON, E. P. - 1945b - Brazilianite, a new phosphate mineral. *American Mineralogist*, 30: 572-582.
- PROCTOR K. 1988. Chrisoberyl and alexandrite from pegmatite districts of Minas Gerais, Brazil. *Gems & Gemology*, 24(1):16-32.
- PROCTOR, K. - 1988 - Chrisoberyl and alexandrite from pegmatite districts of Minas Gerais, Brazil. *Gems & Gemology*, 24(1):16-32.
- PROCTOR, K. - 1988 - Chrisoberyl and alexandrite from pegmatite districts of Minas Gerais, Brazil. *Gems & Gemology*, 24(1):16-32.
- REGINA MACHADO 2007. Lapidando a imagem da jóia brasileira, Mistura de Luxo. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), 47p.
- RÊGO, J. M - 1984 - Pegmatitos mineralizados em água-marinha na região de Tenente Ananias - RN. In: CONG. BRAS. GEOL., Rio de Janeiro, 1984. *Anais...* Rio de Janeiro, p. 5040-5048.
- RÊGO, J. M. - 1991 - Depósitos de água-marinha da região de Tenente Ananias, Rio Grande do Norte. In: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E. T.; Coelho, C. E. S. (coord.) - Principais depósitos minerais do Brasil, DNPM, Brasília, v. 4, parte A. 327-336.

- ROBERT E. KANE, Robert C. Kammerling, John I. Koivula, James E. Shigley, Emmanuel Fritsch 1990. *Gems & Gemology*. Identification of Blue Diffusion-Treated Sapphires, 26(2): 115-133.
- ROBERTO, F. A. C. & SOUZA, V. C. - 1991 - Depósitos de opala de Pedro II, Piauí. In: Principais Depósitos Minerais do Brasil, volume IV - Parte A (Coord.: Schobbenhaus, C.; Queiroz, E. T.; Coelho, C. E. S.). Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Brasília. 337-346.
- ROCHA, A. M. R. - 1993 - Ocorrências de minerais-gemas em pegmatitos da Paraíba. Monografia do Curso de Especialização em Gemologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. 98p.
- ROLFF, P. A. M. A. - 1946 - Reservas minerais do município de Picuí (RN). DNPM/DFPM, Rio de Janeiro, 55p (Boletim nº 80).
- ROSA, D. B. - 1988 - Les gisements d'opales nobles de la region de Pedro II dans l'état de Piauí, region nord-est du Bresil. Tese de doutorado - Universidade de Nancy. 230p.
- ROSENBERG, P. E. - 1967 - Variation in the unit-cell dimensions of topaz and their significance. *The American Mineralogist*, 52 (11/12): 1890-1895.
- RUDOWISKY, L. - 1989 - Pétrologie et géochimie des granites transamazoniens de Campo Formoso e Carnaíba (Bahia, Brésil), e les phlogopitites à émeraude associées. Tese de Doutorado Université de Paris, 232p.
- SAMAMA, J.; MEYER, R.; BARTOLI, F.; MOURA, F. - 1983 - Caractérisation chimico mineralogique de l'opale noble des gisements du nordeste du Bresil. *C. R. Acad. Sc., Paris*, 296(2):625-630.
- SANTANA A. J.; MOREIRA M. D. - 1980 - Projeto Esmeralda. Textos e mapa geológico integrado. Salvador, CBPM, Convênio SME/CBPM (Inédito).
- SANTANA A. J.; MOREIRA, M. D.; COUTO, P. A. - 1995 - Esmeralda de Carnaíba e Socotó, Bahia: geologia e potencialidade econômica. Salvador: CBPM,. 26p. (Série Arquivos Abertos, 9).
- SAUER, D. A. - 1982 - Emerald from Brazil. In: INTERNATIONAL GEMOLOGICAL SYMPOSIUM, Santa Monica (EUA), proceedings, p. 357-377.
- SCHMETZER K., Bank H., Gübelin E. 1980. The alexandrite effect in minerals: chrysoberyl, garnet, corundum, fluorite. *N. Jb. Miner. Abh.*, **138**(2):147-164.
- SCHMETZER, Gübelin E. 1980. Alexandrite-like natural spinel from Sri Lanka. *N. Jb. Miner. Abh.*, **9**:428-432.
- SCHOBHENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; ASMUS, H. E. - 1984 - Mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente. Brasília: MME/DNPM.
- SCHORSCHER, H. D.; SANTANA, F. C.; POLONIA, J. C.; MOREIRA, J. M. P. - 1982 - Quadrilátero Ferrífero - Minas Gerais State: Rio das Velhas greenstone belt and proterozoic rocks. Excursions anex, ISAP, Brazil, 44p.
- Schultz-Güttler, R. & Kohigashi, H. C. 2006. Treated violetish blue to violet quartz from Brazil. *Gems & Gemology*, 42(4):285-286.
- SCHUMAN M. 1985. Gemas do Mundo, 3a ed. Ao Livro Técnico S. A., Rio de Janeiro, 254p.
- SCHWARZ, D. - 1987 - Esmeraldas: inclusões em gemas. Imprensa Universitária da Universidade Federal de Ouro Peto, 437p.
- SCHWARZ, D. & GIULIANI, G.- 2001 - Emerald deposits - a review. *Australian Gemologist*, 21: 17-23.
- SCORZA, E. P. - 1944 - Kunzita e hiddenita de Cuité, Município de Conselheiro Pena, Minas Gerais. *Mineração e Metalurgia*, VII(41): 333-334.
- SCORZA, E. P. - 1944 - Província pegmatítica da Borborema. DNPM/Divisão de Geologia e Mineralogia, Rio de Janeiro, Boletim 112, 58p.

- SEBRAE 2007. Estruturação do Núcleo Estadual dos APL's do Distrito Federal. Disponível em: <http://www.df.sebrae.com.br>. Acessado em 26 ago 2009.
- SECHOS B. 1994. Fracture filled diamonds. *Australian Gemmologist*, 18(12): 379-385.
- SEIXAS, S. R.; MARINHO, M. M.; MORAES FILHO, O. - 1975 - Projeto Bahia II: relatório final. Geologia das folhas de Itaberaba e Serrinha. Salvador: CPRM - Convênio DNPM/CPRM. v.1.
- SILVA, M. R. R. - 1991 - Efeito exomórfico dos pegmatitos sobre as rochas encaixantes na Província Pegmatítica da Borborema. . In: Simpósio de Geologia do Nordeste, Recife, Pernambuco, Sociedade Brasileira de Geologia (SBG), 1991. *Atas...* Recife, p. 203-206.
- SILVEIRA L. A. G. 2008. Alguns célebres diamante brasileiros. Disponível em: <http://www.joiabr.com.br>. Acessado em 25 ago 2009.
- SINKANKAS J. 1984. *Gem Cutting, A Lapidary's Manual*, Third Edition. Chapman & Hall, New York, 365 p.
- SOMAN K., Nair N.G.K. 1985. Genesis of chrysoberyl in the pegmatites of southern Kerala, India. *Mineralogical Magazine*, 49(5):733-738.
- SOMAN, K. & NAIR, N. G. K. - 1985 - Genesis of chrysoberyl in the pegmatites of southern Kerala, India. *Mineralogical Magazine*, 49(5):733-738.
- SOUSA, J. B. M. - 1993 - Aspectos gemológicos da turmalina elbaíta de São José da Batalha. Monografia do Curso de Especialização em Gemologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. 48p.
- SOUZA, J. L. - 1988 - Mineralogia e geologia da esmeralda da Jazida de Itabira, MG. Dissertação de mestrado Universidade de São Paulo, 192p.
- SOUZA, J. L. - 1991 - A jazida de Itabira, Minas Gerais. In: Principais depósitos minerais do Brasil, v. 4, parte A, p. 223-242.
- SOUZA, J. L.; CÉSAR-MENDES, J.; BELLO, R. M. S.; SVISERO, D. P.; VALARELLI, J. V. - 1992 - Petrographic and microthermometrical studies of emeralds in the 'Garimpo' of Capoeirana, Nova Era, Minas Gerais State, Brazil. *Mineralium Deposita*, 27: 161-168.
- SOUZA, J. L.; CÉSAR-MENDES, J.; SVISERO, D. P. - 1987 - Aspectos mineralógicos e geológicos das esmeraldas brasileiras. *Revista Escola de Minas*, 40(3): 18-26.
- SOUZA, V. C. - 1985 - Perfil analítico da opala. Ministério das Minas e Energia / Departamento Nacional da Produção Mineral - Brasília. Boletim 58, 49p.
- STALDER H.A.; Embrey P., Graeser S., Nowacki I.W. 1978. *Die Mineralien des Binntales*. Naturhistorisches Museum, Bern.
- TRÖGUER W.E. 1971. *Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 1 Bestimmungstabellen*. E. Scheizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, 188p.
- ULTRATEC 2009. The ULTRA TEC V2 Faceting Machine. Disponível em: <http://www.ultratec-facet.com/V2Main.htm>. acesso em 20 ago 2009.
- USTINOVV.I., Chizhik O.Ye. 1994. Sequential nature of the formation of emerald and alexandrite in micaite-type deposits. *Geochemistry International*, 31(7):115-118.
- VEIGA, P. & COUTO, P. A. - 1971 - Projeto Apatita; relatório final. Salvador: CPRM - Convênio DNPM/CPRM. Relatório interno (Inédito).
- VOLL E., Pimenta V.B. 1997. *Mapeamento geológico da área garimpeira de alexandrita entre Setubinha e Malacacheta - MG*. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Trabalho Geológico de Graduação, Belo Horizonte, 52 p.
- WALLING J.C., Jenssen H.P., Morris R.C., O'Dell E.W., Peterson O.G. 1979. Tunable-laser performance in $\text{BeAl}_2\text{O}_4:\text{Cr}^{3+}$. *Opt. Lett.* 4:182-183.
- WEBSTER R.F.C.A. 1975. *Gems - their sources, descriptions and identification*. 3^{ed} Edition, London, London Newnes, Butterworths. 1026 p.

WEBSTER, R. - 1980 - Gems; their sources, description and identification. London, Butterworths. 938p.

WHITE W.B., Roy R.R., Crichton J.M. 1967. The "alexandrite effect": an optical study.

WHITE, W. B., Roy R. R.Crichton J. M. 1987. *The "alexandrite effect": an optical study. American Mineralogist*, 52: 861-871.

CAPÍTULO 23

ANEXOS

Anexo 23.1 - Reservas

ANO	MEDIDA		INDICADA		INFERIDA	
	Minério (kg)	Contida (kg)	Minério (kg)	Contida (kg)	Minério (kg)	Contida (kg)
2.005	2.351.453		3.444.050		1.720.696	
2.004	2.299.605		3.342.197		390.890	
2.003	506.159		129.316		388.806	
2.002	41.394		20.699		96.745	
2.001	370.877		134.556		295.675	
2.000	3.472.115.095		2.113.618.516		1.802.270.233	
1.999	4.025.477.661		2.309.697.907		2.142.377.427	
1.998	3.842.820.033		2.309.697.407		2.142.376.977	
1.997	2.508.739.267		1.647.385.777		2.030.093.595	
1.996	1.297.285.219		813.533.615		1.034.450.486	
1.995						
1.994						
1.993						
1.992						
1.991						
1.990						
1.989						
1.988						
1.987						
1.986						
1.985	61.650.169	1.220.510	40.750.737		613.837	
1.984	falta					
1.983	dados somente de berilo (?)					
1.982	idem					
1.981	idem					
1.980	idem					
1.979	idem					
1.978	idem					
1.977	idem					
1.976	idem + corindon					
1.975	nada sobre reserva l início folha 31)					
1.974	nada sobre reserva					
1.973	nada sobre reserva					
1.972	nada sobre reserva					

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Anexo 23.2 – Quantidade e valor da produção mineral

ANO	QUANTIDADE PRODUZIDA (kg)		Valor em R\$	Valor em US\$
	Bruta	Beneficiada / Lapidada		
2.005	6.147.538 (g)	95.978	27.467.600	
2.004		604.399	17.294.674	
2.003		1.423.697	15.421.905	
2.002		634.726	19.654.016	
2.001		50.811	61.931.871	
2.000		17.567.000	195.520.266	106.830.002
1.999		13.593.477	158.228.070	87.177.997
1.998		9.642.000	72.745.009	62.695.000
1.997		8.347.000	32.968.000	30.585.197
1.996		10.005.000	27.313.650	27.204.811
1.995		8.179.030	22.328.768	24.376.385
1.994		6.017.702	13.359.298	20.776.514
1.993		6.351.619	1.564.467 (Cr\$ 1.000)	17.304.197
1.992		3.404.885	54.035.968 (Cr\$ 1.000)	11.872.832
1.991		5.909.486	19.593.784 (Cr\$ 1.000)	47.945 (?)
1.990		4.530.000	4.032.318 (CR\$ 1.000)	59.587 (US\$ 1.000)
1.989		5.340.000	138.860 (NCZ 1.000)	49.346 (US\$ 1.000)
1.988	6.374.581	423.425	11.004.332 (CZ 1.000)	41.643 (US\$ 1.000)
1.987	11.662.123	90.978	2.824.312 (CZ 1.000)	71.819 (US\$ 1.000)
1.986	5.557.156	501.055	555.326 (CZ\$ 1.000)	41.610 (US\$ 1.000)
1.985	3.279.612	383.120	149.020 (CZ\$ 1.000)	24.055 (US\$ 1.000)
1.984	2.605.968	506.426	111.687.865 (Cr\$ 1.000)	61.062 (US\$ 1.000)
1.983	1.888.000	362.000	14.505.688 (Cr\$ 1.000)	25.124 (US\$ 1.000)
1.982	1.490.710	323.837	7.295.323.259 (Cr\$)	40.649 (US\$)
1.981	1.985.000	60.000	4.867.500.000 (Cr\$)	52.402.945 (US\$)
1.980	2.434.352	5.420	2.002.249.696 (Cr\$)	38.061.965 (US\$)
1.979	2.412.571	7.220	1.061.293.896 (Cr\$)	39.573.939 (US\$)
1.978	2.689.998	2.759	6.393.51.470 (Cr\$)	35.562.992 (US\$)
1.977	2.115.604	321	274.255.634 (Cr\$)	19.390.246 (US\$)
1.976	2.889.666	354	232.772.932 (Cr\$)	21.809.513 (US\$)
1.975	3.182.555	608	19.678.720 (Cr\$)	23.929.418 (US\$)
1.974	173.000	—	—	—
1.973	36.352.000	—	—	—

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Anexo 23.3 – Exportação

ANO	Bens Primários		Beneficiados	
	Quantidade (t)	Valor FOB (US\$ 1.000)	Quantidade (t)	Valor FOB (US\$ 1.000)
2.005	14.926	42.380	10.072	73.279
2.004	17.066	40.052	9.383	74.198
2.003	19.081	35.140	7.834	54.874
2.002	16.290	31.503	7.364	67.804
2.001	9.932	26.028	5.450	70.736
2.000	11.756	30.186	5.811	76.644
1.999	8.710	26.450	4.888	60.729
1.998	5.674	24.085	3.968	38.611
1.997	8.349	33.782	4.700	55.636
1.996	10.125	27.595	5.129	71.675
1.995	8.179	24.356	5.776	70.925
1.994	6.018	20.739	5.058	51.260
1.993	6.235	17.130	4.662	39.016
1.992	3.323	11.725	1.872	25.628
1.991	4.414	15.178	2.347	36.902
1.990	3.689	13.953	2.381	41.238
1.989	4.284	12.347.434 (US\$?)	2.353 (t ?)	33.960.028 (US\$?)
1.988				
1.987				
1.986	5.550 (t)	14.806.564 (US\$)	359 (t)	21.079.726 (US\$)
1.985	3.276 (t)	8.467.903 (US\$)	379 (t)	15.554.300 (US\$)
1.984	2.602 (t)	6.864.733 (US\$)	500 (t)	52.546.895 (US\$)
1.983	1.888 (t)	5.617.689 (US\$)	362 (t)	19.509.865 (US\$)
1.982	1.486 (t)	5.495.075 (US\$)	321 (t)	35.180.024 (US\$)
1.981	1.980 (t)	8.706.058 (US\$)	1.010 (t)	53.700.839 (US\$)
1.980	2.429 (t)	10.328.224 (US\$)	267 (t)	30.399.043 (US\$)
1.979	2.408 (t)	10.109.484 (US\$)	278 (t)	31.610.293 (US\$)
1.978	2.684 (t)	11.275.932 (US\$)	343 (t)	26.749.067 (US\$)
1.977	2.115 (t)	19.105.254 (US\$)	—	—
1.976	—	—	—	—
1.975	—	—	—	—
1.974	—	—	—	—
1.973	—	—	—	—
1.972	751.300 (kg)	12.834.483 (US\$)	1.868 (kg)	9.245.346 (US\$)
1.971	1072673 (kg)	6.814.973 (US\$)	7585 (kg)	5.191.210 (US\$)

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Anexo 23.4 – Importação

ANO	Bens Primários		Beneficiados	
	Quantidade (t)	Valor FOB (US\$ 1.000)	Quantidade (t)	Valor FOB (US\$ 1.000)
2005	906	1.269	169	2.890
2004	1328	1.135	85	1.983
2003	1853	1.078	63	1.517
2002	1325	833	102	1.449
2001	530	5.190	84	1.597
2.000	372	5.558	204	1.729
1.999	393	251	144	994
1.998	236	168	63	492
1.997	284	208	70	976
1.996	594	354	36	582
1.995	551	293	49	658
1.994	441	218	32	344
1.993	615	501	18)	286
1.992	140	205	8	187
1.991	102	199	6	262
1.990	45	37	19	1.654
1.989			23	1.418.210 (US\$) ?
1.988				
1.987				
1.986	—	—	5 (t)	496.714
1.985	—	10.000 (US\$)	2 (t)	273.684 (US\$)
1.984	—	413.950 (US\$)	2 (t)	167.420 (US\$)
1.983	—	—	1 (t)	286.076 (US\$)
1.982	—	287.165 (US\$)	—	120.601 (US\$)
1.981	—	44.620 (US\$)	—	256.887 (US\$)
1.980	—	199.630 (US\$)	—	356.536 (US\$)
1.979	—	674.243 (US\$)	—	625.907 (US\$)
1.978	—	183.345 (US\$)	—	117.899 (US\$)
1.977	—	48.099 (US\$)	—	167.255 (US\$)
1.976	—	—	—	—
1.975	—	—	—	—
1.974	—	—	—	—
1.973	—	—	—	—
1.972	225	68.007 (US\$)	727 (kg)	239.452 (US\$)
1.971	173	84.334 (US\$)	127 (kg)	96.995 (US\$)

Obs.: entre os anos de 1.990 e 2.000 consideramos 1.000 t como t; entre

1.990 e 1.993 consideramos US\$ como US\$ 1.000.

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Anexo 23.5 - INVESTIMENTOS CONCESSÕES DE LAVRA

ANO	Realizadas no ano (R\$)				TOTAL	Previstos para o ano seguinte (R\$)				TOTAL
	Nas Minas		Nas Usinas			Nas Minas		Nas Usinas		
	Pesq. Geológicas	Nas Minas	Pesq. Técnicas	Nas Usinas		Pesq. Geológicas	Nas Minas	Pesq. Técnicas	Nas Usinas	
2.005		6.364.461		445.534	6.809.995		17.095.696		1.367.000	18.462.696*
2.004		2.245.844		810.866	3.056.710		7.221.907		1.486.000	9.207.907*
2.003		3.236.095		373.142	3.609.237		10.207.766		2.700.400	12.908.166*
2.002		2.490.248		486.307	2.976.555		9.609.553		1.533.100	11.142.651*
2.001		1.584.764		497.504	2.082.268		8.452.532		1.424.000	9.876.532*
2.000	23.000	76.000			99.000	375.000	1.235.000		100.000	1.710.000
1.999	130.000	470.000		102.000	701.000	465.000	1.778.000		1.000.000	3.243.000
1.998	43.000	53.000		150.000	245.000	300.000	286.000		220.000	806.000
1.997	90.000	87.000		150.000	327.000	291.000	806.000	20.000	950.000	2.067.000
1.996	126.000	318.000			444.000	31.000	73.000			104.000
1.995										
1.994	74.000	41.000			114.000	268.000	247.000		85.000	600.000
1.993	10.000	43.000			53.000	25.000	143.000		35.000	203.000
1.992										
1.991										
1.990										
1.989										
1.988										
1.987										
1.986	—									
1.985	—									
1.984	—									
1.983	—									
1.982	—									
1.981	—									
1.980	—									
1.979	—									
1.978										
1.977	1.621 (Cr\$ 1.000)	4.476 (Cr\$ 1.000)			97 (Cr 1.0		7.820			7.820
1.976	76 (Cr\$ 1.000)	1.847 (Cr\$ 1.000)			23 (Cr 1.0	52 (Cr 1.000)	574 (Cr\$ 1.000)			626
1.975										
1.974										
1.973	748.423 (Cr\$)				8.423 (Cr\$)		480.000 (Cr\$)			480.000 (Cr\$)
1.972	160.000 (Cr\$)	191.344 (Cr\$)		20.000 (Cr\$)	71.344 (Cr\$)	415.000 (Cr\$)	200.000 (Cr\$)	11.550.000 (* ?)	12.000.000 (* ?)	615.600 (* ?)

* Previstos para os próximos 3 anos

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Anexo 23.6 – Arrecadação do IUM

ANO	Valor (CR\$ 1.000)	%	
2.000			
1.999			
1.998			
1.997			
1.996			
1.995			
1.994			
1.993			
1.992			
1.991			
1.990			
1.989			
1.988			
1.987	10.107	0,10	Dados Anuário 1988
1.986	5.585	0,20	Dados Anuário 1987
1.985	1.374	0,10	Dados Anuário 1987
1.984	621	0,20	Dados Anuário 1987
1.983	160	0,20	Dados Anuário 1986
1.982	4.027	0,01	Dados Anuário 1984
1.981	10.260	0,06	Dados Anuário 1983
1.980	13.941	0,15	Dados Anuário 1983
1.979	88.942	1,83	Dados Anuário 1982
1.978	7.889	0,28	Dados Anuário 1981
1.977	123		Dados Anuário 1978
1.976	64		Dados Anuário 1977
1.975	2		Dados Anuário 1977
1.974	487	0,1	Dados Anuário 1977
1.973	212.828 (CR\$)		IUM Geral Dados Anuário 1974
1.972	82.053 (CR\$)		IUM Geral Dados Anuário 1973
1.971			

Obs.: Valor Anuário 1988 foi de R\$ 2.332.441,43. Goiás contribuiu com R\$ 2.276.490,99.
Consideramos o valor cortado de 3 casas decimais, por inconsistência e

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Anexo 23.7 – Relatórios de pesquisa aprovados

ANO	AC	AL	AM	AP	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MG	MS	MT	PA	PB	PE	PI	PR	RJ	RN	RO	RR	RS	SC	SE	SP	TO	TOTAL
2.000						1																						1
1.999											4				2					1								7
1.998					1						4																	5
1.997																												
1.996											4															2		6
1.995																												
1.994											5																	5
1.993											4																	4
1.992											4																	4
1.991											1															4		5
1.990						1					4																	5
1.989									1		11																	12
1.988											10									2			2					14
1.987								1			1												1					3
1.986											3																	3
1.985						1					5										1							7
1.984						1																						
1.983																												
1.982																												
1.981																												
1.980																1												1
1.979									1										1									2
1.978																												
1.977																	1						12					13
1.976											2					1												3
1.975											1																	1
TOTAL UF	0	0	0	0	1	4	0	1	2	0	63	0	0	0	2	1	2	0	1	3	1	0	15	0	0	6	0	

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Anexo 23.8 - Alvarás de autorizações de pesquisa outorgados / publicados.

ANO	AC	AL	AM	AP	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MG	MS	MT	PA	PB	PE	PI	PR	RJ	RN	RO	RR	RS	SC	SE	SP	TO	TOTAL
2.000																												
1.999																												
1.998																												
1.997																												
1.996																												
1.995																												
1.994																												
1.993																												
1.992																												
1.991																												
1.990																												
1.989																												
1.988																												
1.987																												
1.986																												
1.985					60	12			51	1	53		6	38	5	2	1			15	4	3			10	8		269
1.984																												320
1.983					5	10		2	5		25	11	1	34	3		3									6		105
1.982					6	11		4	17	2	35		5	1	3	1	8			2	6					2		103
1.981					4	1		2	14		31		13		5		4		1	4	1							80
1.980	1		3		25	6		1	39		46		1	23		1			1	7	17							171
1.979					43	3	2		5		18				2		3		2	2	3	1				1		85
1.978					4	1			2		25		3				5						5	2				45
1.977					8	4		1	12		22		1		1	15			4		7		1	3				79
1.976					13	3					39		19		2				1	2	2		1			1		101
1.975					1	5		3	6	3	11		2									3						34
1.974					12	10		1	5		24						1			8			1					62
1.973					21	13		1	5		46						8		2	1			10			3		110
1.972																												43
TOTAL UF	1	0	3	0	202	79	2	15	161	6	375	11	51	96	21	4	48	0	11	41	40	7	18	5	10	21	0	

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Anexo 23.9 - Manifestos de minas.

ANO	AC	AL	AM	AP	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MG	MS	MT	PA	PB	PE	PI	PR	RJ	RN	RO	RR	RS	SC	SE	SP	TO	TOTAL
2.000											12																	12
1.999											12																	12
1.998											12																	12
1.997											12																	12
1.996											12																	12
1.995											12																	12
1.994											12																	12
1.993											12																	12
1.992											12																	12
1.991											12																	12
1.990											12																	12
1.989											12																	12
1.988											12																	12
1.987											12																	12
1.986									5		16															3		24
1.985					5			1			24								1							3		34
1.984											13															3		16
1.983					1						13																	14
1.982					1						15															1		17
1.981					1						15															1		17
1.980					1						15																	16
1.979					1						26															1		28
1.978					1						16															1		18
1.977					2						16															1		19
1.976					2						15																	17
1.975					2						20															1		23
1.974					2						20															1		23
1.973					2						20															1		23
1.972																												24

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Anexo 23.10 - Concessões de lavras existentes.

ANO	AC	AL	AM	AP	BA	CE	DF	ES	GO	MA	MG	MS	MT	PA	PB	PE	PI	PR	RJ	RN	RO	RR	RS	SC	SE	SP	TO	TOTAL
2.000					5				2		32												1					40
1.999											32												1					33
1.998											12												1					13
1.997					5	2		1	1		21				4				2	1			1					38
1.996					4	8			2		24												1					38
1.995					4	8			3		28												1					44
1.994					4	8			3		27												1					43
1.993					4	8			3		26																	41
1.992					5	8			3		28												1					45
1.991					5	8			3		23																	39
1.990					5	8		1	2		26				1													43
1.989					4	8	1	2	4		37				1				17					7				81
1.988					7	8	1	1	2		27													3				49
1.987					6	8	1		2		23				1									3	1			45
1.986			1		7	20	1	6	2		30				1			1								1		70
1.985			1		6	19	1	6	2		34				2		4	1								1		77
1.984					12	7			1		21	3			1													45
1.983					10	10		5	1		17		2				4		1	1		2	3					56
1.982					10	11		4	1		17				2		3		3				3					54
1.981					11	11		2	1		15				2		3		3									48
1.980					12	11		4	1		15				2		3		3									51
TOTAL UF	0	0	2	0	126	171	5	32	39	0	515	3	2	6	7	4	17	2	27	3	1	2	13	13	1	2	0	

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Anexo 23.11 - Mão de obra utilizada na mineração.

ANO	Pessoal Ocupado nas Minas							Pessoal Ocupado nas Usinas							
	Nível Sup.			Outros			Total Pessoal nas minas	Nível Sup.			Outros			Total Pessoal nas usinas	Total Geral
	Eng. Minas	Geól.	Outros	Téc. Nível Médio	Oper.	Adm.		Eng. Minas	Geól.	Outros	Téc. Nível Médio	Oper.	Adm.		
2005	30	22	9	21	2394	74	2550	7		5	6	215	29	262	2812
2004	26	10	9	6	435	60	546	9		2	22	163	22	218	764
2003	43	12	10	5	364	56	490	6			3	143	31	183	673
2002	25	12	7	6	350	56	456	6			2	167	12	187	643
2001	16	8	6	7	325	49	411	5		5	6	299	22	337	748
2.000	6	8	10	14	238	28	304	2		2	4	82	8	98	402
1.999	7	7	4	154	374	41	587	2	1	1	2	102	3	111	698
1.998	7	3	2	5	219	34	270				2	66		68	338
1.997	13	6	5	11	337	51	423				4	94	10	108	531
1.996	7	3	2	9	167	31	219					49	5	54	273
1.995	9	4	2	5	225	30	275	1			2	89	9	101	376
1.994	7	3	1	3	212	33	259				2	64	7	73	332
1.993	8	4	2	6	317	38	375			1	2	56	3	62	437
1.992					16	2	18					1		1	19
1.991															
1.990															
1.989															
1.988															
1.987															
1.986															
1.985															
1.984															
1.983															
1.982															
1.981															
1.980															
1.979															
1.978															
1.977															
1.976															
1.975															
1.974															
1.973															
1.972															

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.

Anexo 23.12 - Compensação financeira pela exploração de recursos minerais (CFEM).

ANO	CFEM recolhida	
	R\$	US\$
2.005	109.781,54	
2.004	825.378,33	
2.003	632.383,00	
2.002	56.235,36	
2.001	406.071,12	
2.000	65.838,26	35.973,26
1.999	51.580,08	28.418,78
1.998	29.032,11	25.021,21
1.997	2.332.441,43 (?)	2.156.270,52 (?)
1.996	8.529,00	8.495,00
1.995		
1.994		
1.993		
1.992		
1.991		
1.990		
1.989		
1.988		
1.987		

Fonte: DNPM - Anuário Mineral Brasileiro.