



# PANORAMA DA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DO OURO NO BRASIL

---

Claudio Gerheim Porto - UFRJ

Nely Palermo - UERJ

Fernando Roberto Mendes Pires - UFRJ

## 1. HISTÓRICO DA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DO OURO NO BRASIL

O Brasil tem tradicionalmente ocupado uma posição de destaque na produção mundial de ouro. Durante o ciclo do ouro, entre 1700 e 1850, o Brasil foi o maior produtor mundial chegando a produzir 16 t anuais (**Figura 1**) provenientes principalmente de aluviões e outros depósitos superficiais explorados pelos Bandeirantes na região do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Foi também nesta região que se instalou a primeira mina subterrânea do Brasil - Mina de Morro Velho - operada pela St John D'El Rey Mining Co. Desde o início de sua operação em 1834, até hoje produziu 470 t. de ouro representando aproximadamente 25% da produção brasileira acumulada no mesmo período (Vieira e Oliveira, 1988, Lobato et al., 2001).

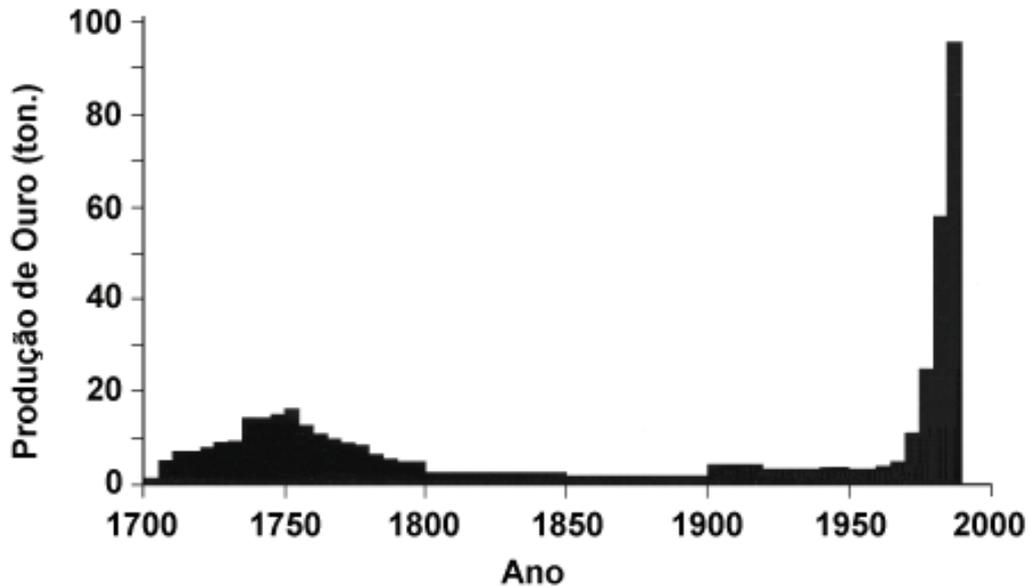


Figura 1 – Produção histórica do ouro no Brasil (Mackenzie & Doggett, 1991).

Foi somente a partir dos anos 80, com a descoberta do garimpo de Serra Pelada, que a produção brasileira saltou de cerca de 20 t para mais de 100 t anuais no final da década de 80 (**Figura 2**). Este crescimento foi fomentado pela forte tendência de aumento do preço do ouro no mundo que chegou a atingir mais de US\$ 1000,00 a onça troy em 1980 (**Figura 3**).

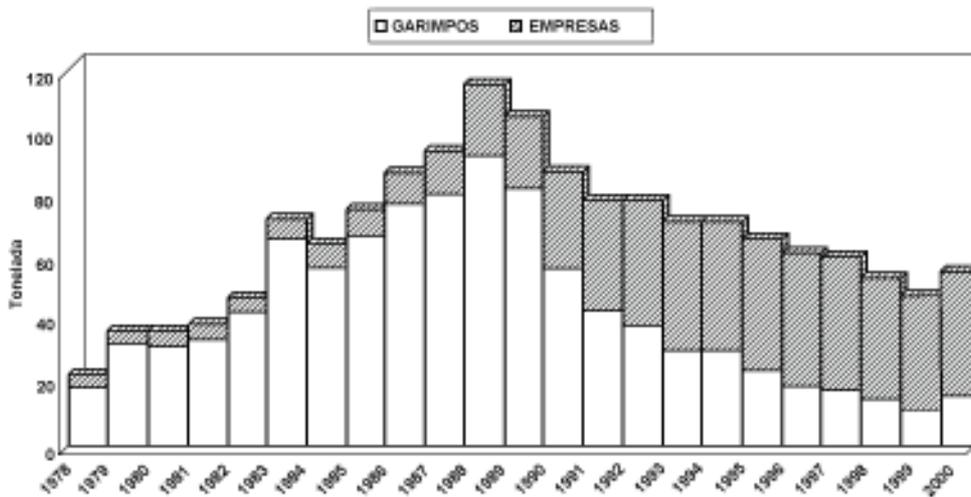


Figura 2 – Produção de ouro proveniente dos garimpos e das empresas de mineração. Fonte: DNPM. (produção dos garimpos estimada com base no recolhimento de tributos).

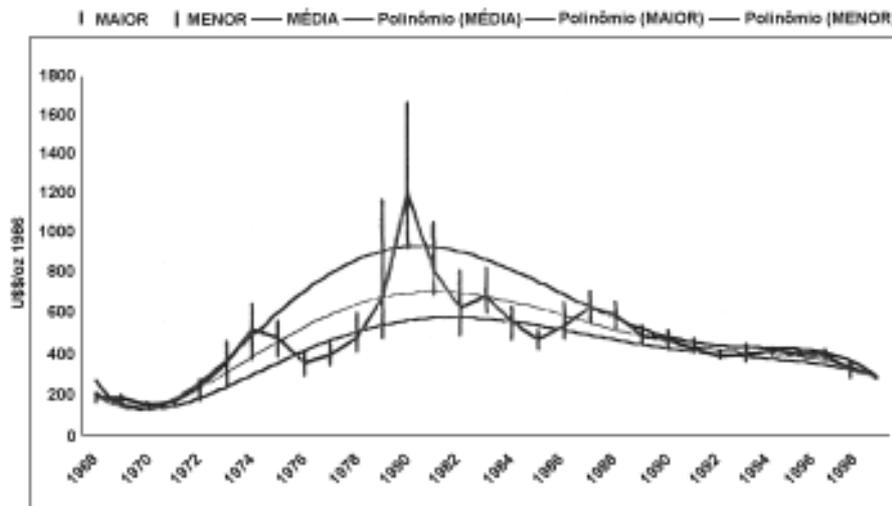


Figura 3 – Tendência do preço internacional do ouro (fonte: GFMS-Gold 1988).

Estima-se que a produção de ouro acumulada a partir de 1980, proveniente de garimpos e minas tenha atingido mais de 1.250 t, o que representa mais da metade da produção histórica do país estimada em aproximadamente 2.000 t. Neste período, o Brasil experimentou a maior taxa de crescimento (12%) na produção de ouro no mundo (Mackenzie & Doggett, 1991).

Este crescimento, no entanto, é atribuído quase que exclusivamente ao aumento da produção garimpeira, principalmente na região amazônica. Ao final da década de 80 a produção oficial dos garimpos chegou a quase 90% da produção total (**Figura 2**). A partir de 1988 esta produção começa a decair em decorrência da diminuição do preço do ouro, que passou a beirar US\$ 300,00 a onça troy, e da exaustão das reservas superficiais onde o ouro encontra-se geralmente enriquecido e com granulação grosseira permitindo sua extração por métodos rudimentares.

Paralelamente, a partir do final da década de 70, os investimentos em exploração de ouro por parte das empresas propiciaram um aumento progressivo na produção das minas que atualmente representa mais de 80% da produção brasileira a qual, nos últimos anos, tem variado em torno de 50 t anuais. Esta produção de ouro representa cerca de 5% do Produto Mineral Bruto brasileiro colocando-o como o quinto que mais contribuiu atrás do Petróleo, Ferro, Gás e Brita (**Figura 4**). Apesar da posição privilegiada do ouro no cenário nacional, a posição do Brasil como produtor mundial tem declinado nos últimos anos passando de 5º lugar em 1985 para o 10º em 97.

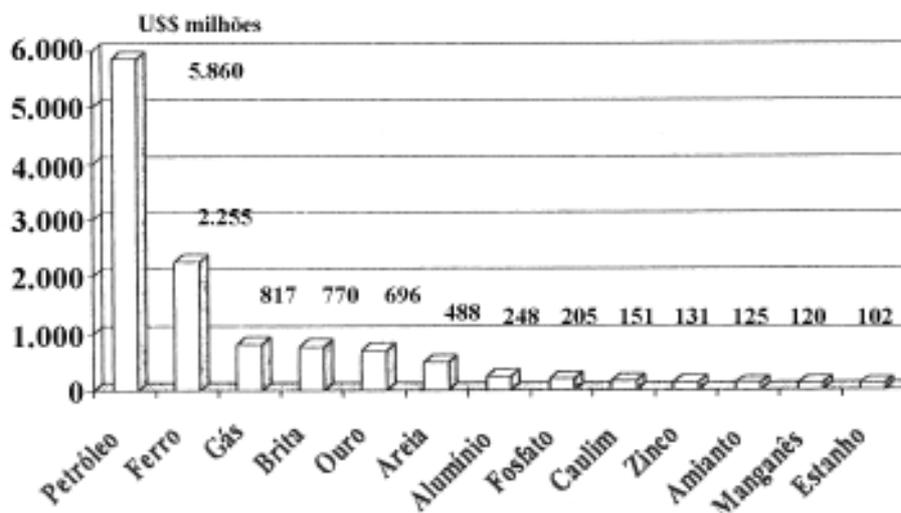


Figura 4 - Valor da produção primária das principais substâncias em 1997 (fonte DNPM).

A **Tabela 1** sintetiza os estudos realizados por Arantes & Mackenzie (1995) e mostra que os terrenos com potencial geológico para ouro no Brasil, concentrados nos escudos de idade Arqueana ou Paleoproterozóica (mais antigos que 1.800 milhões de anos), são vastos (2,57 milhões km<sup>2</sup>) se comparados com terrenos de características semelhantes encontrados no Canadá e Austrália, tradicionais produtores de ouro no mundo. Apesar disso, no Brasil a produção de ouro por unidade de área ainda é baixa (0,9 kg/km<sup>2</sup>). O valor relativamente baixo (US\$ 685 milhões) dos investimentos alocados para exploração de ouro no Brasil entre 1970 e 1990, comparado com os outros países produtores, pode facilmente explicar este quadro desfavorável ao Brasil. Estes dados mostram ainda que o Brasil apresenta o melhor retorno dos investimentos em termos de produção de ouro, o que confirma o excelente potencial geológico do país. A razão para este descompasso certamente repousa na falta de levantamentos geológicos básicos e de uma política mineral adequada que venham a incentivar investimentos em exploração mineral.

Tabela 1: Comparação da produção do ouro no Brasil, Canadá e Austrália

PARAMETRO	Brasil	Austrália	Canadá
Área dos escudos (milhões km <sup>2</sup> )	2.57	1.20	2.20
Produção Au até 1990 (t)	2.359	6.886	7.585
Investimento em exploração (1970-90) US\$ milhões	685	2.963	4.968
Produção / área dos escudos (kg de Au/km <sup>2</sup> )	0.9	5.7	3.4
Produção / investimento em exploração (t/US\$ milhões)	3.4	2.3	1.5

Fonte: Arantes & Mackenzie, 1995

## 2. RESERVAS E PRODUÇÃO DE OURO NO BRASIL

Uma estimativa das reservas brasileiras de ouro é difícil já que a maioria dos depósitos conhecidos não tem suas reservas convenientemente avaliadas exceto aqueles que estão em produção ou de posse de empresas de mineração. As reservas conhecidas em 2000, segundo dados do Anuário Mineral Brasileiro de 2001 estão sumarizadas na **Tabela 2**.

Tabela 2: Reservas brasileiras de ouro (toneladas)

Medidas		Indicadas	Inferidas	Total
Minério	Ouro contido	Minério	Minério	Minério
1.478.532.174	1.246	241.710.076	685.699.385	2.405.941.635

*Fonte: anuário mineral brasileiro, 2001*

Apesar de estarem reportadas reservas medidas de 1.246 t de ouro contido, estimativas levantadas pelo projeto Programa Nacional de Prospeção de Ouro (PNPO) (CPRM, 1998) indicam que em 1997 as reservas totais brasileiras eram de 2.283 t de ouro. Estes dados são provenientes de um extenso levantamento que cadastrou 260 minas, jazidas e depósitos no Brasil. Ainda segundo este levantamento, a produção acumulada de 1965 a 1996 foi de 878 t o que resulta num potencial geológico de 3.161 t de ouro, excluindo-se o que foi minerado pré 1965, principalmente no período colonial.

Apesar da crescente produção do ouro no Brasil por parte das minas, esta produção ainda se concentra em um número relativamente pequeno delas. Os dados levantados por Thorman et al. (2001) mostra que entre 1982 e 1999 mais de 90 % da produção das minas se concentra em 17 minas principais segundo mostra a Tabela 3. Dentro deste universo pode-se distinguir um grupo de 7 pequenas minas que produziram entre 3 a 8 t de ouro nesse período e um grupo de 10 minas maiores que produziram mais de 20 t no mesmo período. Os dados constantes na Tabela 3 mostram ainda que das 10 maiores minas, 4 encontram-se no Quadrilátero Ferrífero e concentram cerca de 40 % da produção. No entanto, considerando a produção dessas minas a partir de 1982, nota-se que as minas do Quadrilátero Ferrífero tem sua produção estabilizada enquanto que a produção das minas fora do Quadrilátero Ferrífero foi crescente (**Figura 5**). Isto reflete a importância das novas descobertas em áreas férteis menos tradicionais situadas em terrenos de idade Arqueana ou Paleoproterozóica. O gráfico da **Figura 6** mostra a produção anual das oito maiores minas em operação atualmente com destaque para as minas de Igarapé Bahia, Morro do Ouro; Faz Brasileiro e Cuiabá apenas a última situada no Quadrilátero Ferrífero.

Tabela 3: Lista das 17 maiores minas brasileiras segundo a produção acumulada no período 1982-1999 (qf): Quadrilátero Ferrífero (Thorman et al., 2001).

Mina	Produção (T) (1982-1999)	% da produção brasileira (1982-1999)	Ano de abertura	Ano de fechamento ou status atual	Idade das encaixantes
1. Igarapé Bahia (PA)	71.9	15.2	1990	Operando	Arqueano
2. Morro do Ouro (MG)	60.9	12.8	1987	Operando	Neoprot.
3. Fazenda Brasileiro (BA)	49.9	10.5	1984	Operando	Paleoprot.
4. Cuiabá (MG, qf)	44.0	9.3	1986	Operando	Arqueano
5. Mina Nova (GO)	38.4	8.1	1989	Operando	Arqueano
6. Morro Velho (MG, qf)	37.7	7.9	1834	Operando	Arqueano
7. São Bento (MG, qf)	36.1	7.6	1987	Operando	Arqueano
8. Raposos (MG, qf)	23.6	5.0	1910	Operando	Arqueano
9. Jacobina (BA)	19.6	4.1	1983	1998	Paleoprot.
10. Salamangone (AM)	19.4	4.1	1985	1995	Paleoprot.
11. Itabira (MG)	7.9	1.7	1984	Operando	Paleoprot.
12. São Vicente (MT)	5.5	1.2	1985	1997	Neoprot.
13. Córrego do Sítio (MG)	4.9	1.0	1990	1998	Arqueano
14. Riacho dos Machados (MG)	4.8	1.0	1990	1998	Paleoprot.
15. Maria Preta (BA)	3.6	0.8	1990	1996	Paleoprot.
16. Mara Rosa (GO)	3.1	0.7	1987	1995	Neoprot.
17. Jenipapo (GO)	2.9	0.6	1989	1989	Arqueano

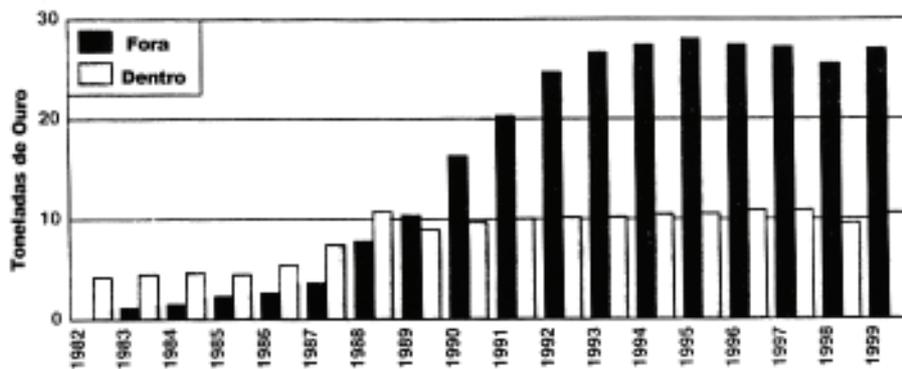


Figura 5 - Histórico da produção das minas dentro e fora do Quadrilátero Ferrífero (Thorman et al., 2001).

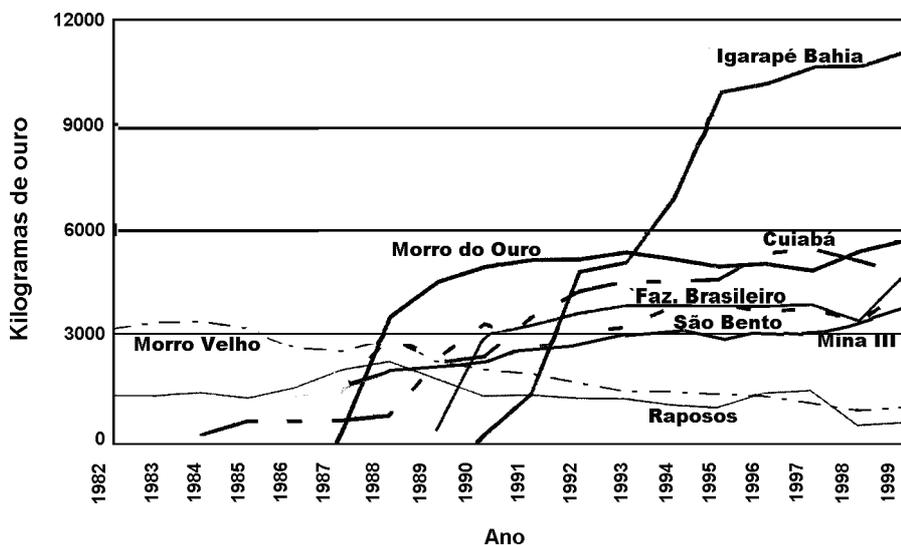


Figura 6 - Produção das oito maiores minas brasileiras no período 1982-1999 (Thorman et al., 2001).

### 3. REGIÕES AURÍFERAS DO BRASIL

Distritos auríferos são definidos pela presença de uma ou mais jazidas, além de ocorrências e depósitos de menor importância que podem apresentar tipologias diferentes mas encontram-se concentradas em determinadas áreas. Neste capítulo adotaram-se como base as principais regiões auríferas do país já definidas por Martini (1998) chegando-se a um total de 26 regiões contendo diferentes tipos de depósito, segundo mostra a **Tabela 4**. Estas regiões estão plotadas no mapa da **Figura 7** juntamente com o esboço geológico do território brasileiro. Nota-se que o ouro no Brasil está encaixado principalmente nas áreas cratônicas e cinturões móveis associados, cujas idades mais recentes são de 450 milhões de anos, relacionados ao ciclo tectônico Brasileiro.

Tabela 4: Principais regiões auríferas do Brasil

Regiões auríferas	Tipos de depósito	Exemplos
1 Quadrilátero Ferrífero	Tipo greenstone belt Itabiritos Paleoplacer	Morro Velho; São Bento Cauê, Congo Soco Gandarela
2 Itapicuru	Tipo greenstone belt	Faz. Brasileiro
3 Carajás	Tipo greenstone belt Metassedimentos	Salobo, Bahia Serra Pelada; Aguas Claras
4 Crixás	Tipo greenstone belt	Mina Nova; Mina III; Pompex
5 Mara Rosa	Vulcano-sedimentar	Posse, Zacarias
6 Gurupi	Tipo greenstone belt	Chega tudo
7 Ipitanga	Tipo greenstone belt Aluvião	Ocorrências Garimpos
8 Vila Nova	Tipo greenstone belt	Salamangone
9 Jauru	Tipo greenstone belt	Cabaçal
10 Cuibá	Metassedimentar	Poconé
11 Jacobina	Paleoplacer	Joao Belo, Canavieiras
12 Dianópolis	Tipo greenstone belt	Paio
13 Goiás Velho	Tipo greenstone belt	Ocorrências
14 Tapajós	Tipo greenstone belt Granitos Aluviões	Ocorrências Cuiú-Cuiú Garimpos
15 Peixoto Azevedo	Granitos Aluviões	Ocorrências Garimpos
16 Redenção	Aluviões	Garimpos
17 Uraricoera	Aluviões	Periquitos
18 Bacajá	Tipo greenstone belt Aluviões	Ocorrências Garimpos
19 Rio Madeira	Aluviões	Garimpos
20 Brusque	Metassedimentos Granitos	Canelinha Ocorrências
21 Lavras do Sul	Tipo greenstone belt Granitos Metassedimentos	Cerrito do ouro Cerrito do Pires; Camaquã
22 Guaporé	Metassedimentos Aluvião	São Vicente Apiacas
23 Paracatu	Metassedimentos	Morro do ouro
24 Riacho dos Machados	Tipo greenstone belt	Riacho dos Machados
25 Pitangui	Tipo greenstone belt	Pitangui
26 Serro	Aluvião	Rio Jequitinhonha

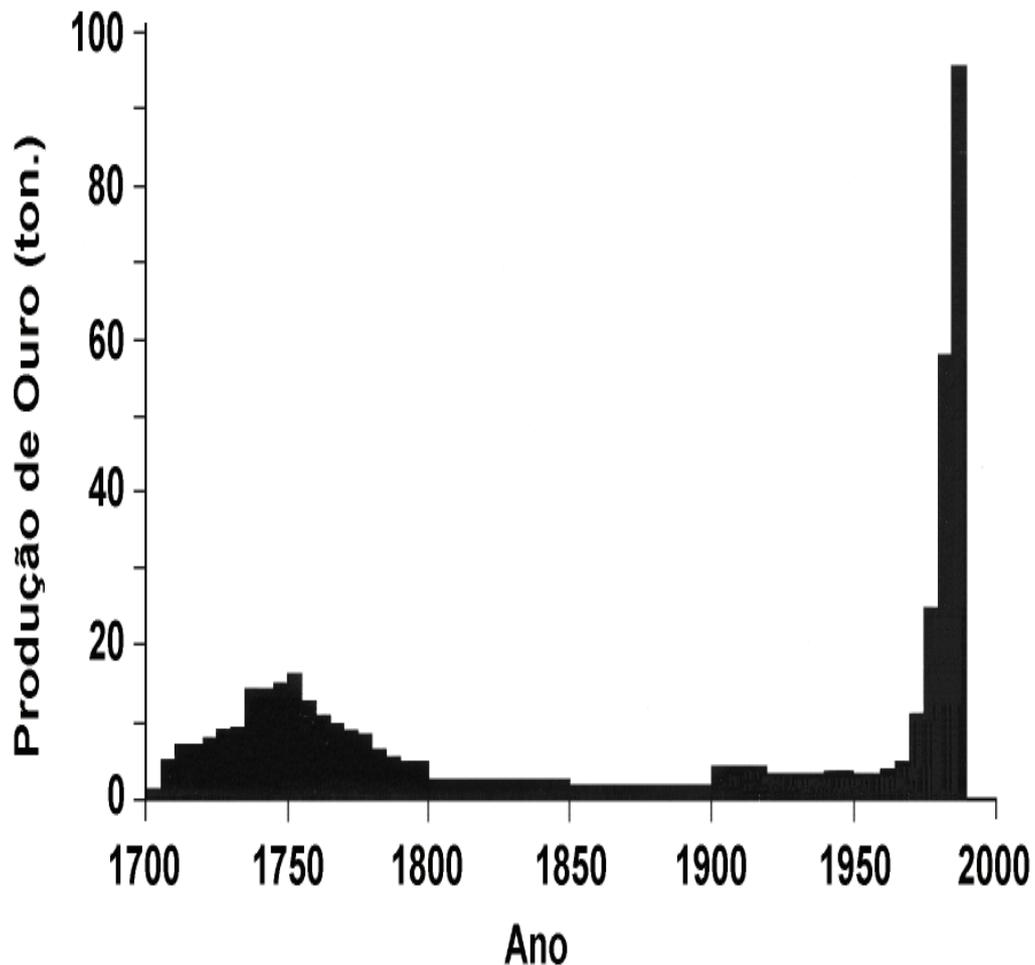


Figura 7 - Localização das principais Regiões Auríferas do Brasil com as 17 principais minas produtoras no período 1982-1999 segundo dados tabela 4 (modificado de Martini, 1988).

Os vários tipos de minas, jazidas e depósitos brasileiros ainda não são bem estudados, apesar do aumento significativo de publicações científicas sobre os diversos aspectos da geologia dos depósitos auríferos brasileiros a partir da década de 80.

O estudo em detalhe de cada depósito tem como objetivo definir as características da mineralização para classificá-la segundo modelos metalogenéticos. No entanto, estudos mais aprofundados são escassos ou com resultados ainda contraditórios devido à complexidade e variedade dos tipos de depósito de ouro existentes no Brasil, no que se refere à sua idade de formação em relação às rochas encaixantes, e possíveis remobilizações posteriores, podendo os depósitos serem classificados como epigenéticos, singenéticos, ou singenéticos remobilizados.

Hartmann e Delgado (2001) apresentam uma classificação baseada na idade de formação e ambiência geológica. A classe que contém a maioria dos depósitos e reservas é de idade

Arqueana e Paleoproterozóica, sendo responsável por mais de 80 % da produção das minas no Brasil (Thorman, et al., 2001). Os depósitos considerados de idade Meso e Neoproterozóico são em geral menores e menos numerosos representando menos de 15 % da produção das minas. Os depósitos de idade Cenozóica também são expressivos considerando-se as reservas contidas nos aluviões e nas porções supergênicas que freqüentemente se encontram enriquecidas pelos processos intempéricos, principalmente na região amazônica. A produção garimpeira provém quase que inteiramente desse tipo de depósito.

No presente capítulo optou-se por classificar os depósitos em tipos bastante abrangentes e reconhecidos em várias partes do mundo. A classificação é baseada principalmente no ambiente geológico no qual se inserem os depósitos, evitando-se assim controversas quanto à gênese ou idade absoluta da mineralização. Esta classificação abrange 6 tipos principais conforme descrito a seguir.

#### DEPÓSITOS ASSOCIADOS A AMBIENTES VULCANO-SEDIMENTARES DO TIPO GREENSTONE BELT.

O ambiente "greenstone belt" constitui seqüências de rochas vulcânicas e sedimentares afetadas por metamorfismo de baixo grau, e em geral de idade arqueana ou paleoproterozóica, distribuídas nos escudos pré-cambrianos do globo. Os "greenstone belts" do escudo de Yilgarn, no oeste da Austrália e do cinturão Abitibi no Canadá são os principais exemplos e também os principais produtores de ouro no mundo conforme citado acima. No Brasil também representam o principal ambiente geológico para ouro. Mais de 60% do território brasileiro é constituído por escudos Pré-cambrianos que contém Sequências do tipo "greenstone belt" com depósitos cujas reservas somam quase 1.000 t de ouro. Vale ressaltar que neste trabalho estaremos incluindo neste tipo de depósito aqueles associados à seqüências vulcano-sedimentares Pré-cambrianas cujo caráter é ainda pouco definido e também aqueles que, apesar de fazerem parte da seqüência vulcano-sedimentar, podem apresentar uma origem relacionada a eventos geológicos posteriores à formação dessas seqüências, tais como zonas de cisalhamento ou rochas ígneas intrusivas nessas seqüências.

O principal e mais tradicional "greenstone belt" produtor de ouro no Brasil é o do Rio das Velhas no Quadrilátero Ferrífero contendo as importantes minas de Morro Velho, Raposos, Cuiabá etc.

No "greenstone belt" do Rio Itapicuru, Bahia, a principal jazida em operação é a de Fazenda Brasileiro encaixada em xistos máficos dentro de zonas de cisalhamento preenchidas por veios quartzo-carbonáticos. Situação semelhante se dá na jazida Mina III no "greenstone belt" de Crixás em Goiás

Ambientes do tipo "greenstone belt" também foram identificados na província Carajás e

praticamente todos apresentam mineralizações de ouro. No entanto o principal produtor é o Grupo Itacaiúnas (Docegeo, 1988) de grau metamórfico mais elevado. As principais jazidas são a do Igarapé Bahia e Salobo onde o ouro ocorre associado a sulfetos de Cu.

O Grupo Vila Nova no Amapá também foi identificado como uma possível sequência do tipo "greenstone belt" (Jorge João et al., 1979) onde se localiza a jazida de Salamangone.

Sequências vulcano-sedimentares foram identificados na região Centro-oeste e definidas por Pimentel & Fuck (1992) como arcos magmáticos mais recentes, do Neoproterozoico, com características bastante diversas dos "greenstone belts" mais típicos arqueanos. No entanto, estas são também produtoras de ouro tendo como exemplo as jazidas do Posse, Zacarias e Chapada na região de Mara Rosa (Palermo et al., 2000).

Diversos outros ambientes do tipo "greenstone belt" com potencial aurífero foram identificadas nos escudos brasileiros, podendo-se citar os de Gurupi, no Maranhão; Cumaru, Andorinhas e Inajá ao sul da província Carajás no Pará; Bacajá no norte do Pará; Pitinga próximo à fronteira com o Amapá; Parima em Roraima, Goiás Velho em Goiás; Pitangui e Riacho dos Machados nas proximidades do Quadrilátero Ferrífero, Dianópolis, em Tocantins (Martini, 1998).

#### DEPÓSITOS ASSOCIADOS A META-CONGLOMERADOS DE IDADE PALEOPROTEROZOICA

Trata-se de um tipo de depósito clássico no mundo tendo como padrão os tradicionais depósitos de ouro associado a urânio e pirita nos membros basais da bacia de Witwatersrand na África do Sul, responsáveis por aproximadamente 1/3 da produção de ouro anual no mundo. A mineralização é do tipo stratabound e estratiforme já que se relaciona a horizontes sedimentares específicos. Os meta-conglomerados são caracteristicamente do Paleoproterozóico e repousam sobre embasamento Arqueano, geralmente em proximidade com ambientes do tipo "greenstone belt", que supostamente serviram como fonte do ouro depositado nos meta-conglomerados.

No Brasil este tipo de depósito ocorre associado aos meta-conglomerados da Formação Córrego do Sítio na região de Jacobina, Bahia, e Formação Moeda, no Quadrilátero Ferrífero. No entanto os depósitos econômicos situam-se apenas em Jacobina, representados pelas minas de Canavieiras e João Belo que conjuntamente apresentam reservas da ordem de mais de 300 t de ouro e uma produção acumulada da ordem de 20 t.

#### DEPÓSITOS ASSOCIADOS A ITABIRITOS

Este tipo de depósito, genericamente denominados de Jacutingas, tem um caráter regionalizado já que ocorrem exclusivamente associados às formações ferríferas do Supergrupo Minas na região do Quadrilátero Ferrífero e adjacências. São depósitos em geral de pequena tonelagem

podendo no entanto atingir altos teores que no caso da mina de Congo Soco pode variar de 20 a 34gAu/t (Ladeira, 1988). Este ouro é por vezes extraído como subproduto do minério de Ferro e tem como característica peculiar a ocorrência de paládio formando uma liga com ouro.

#### DEPÓSITOS ASSOCIADOS A SEQUÊNCIAS METASSEDIMENTARES DE NATUREZAS DIVERSAS

Depósitos deste tipo estão aqui definidos como aqueles associados a um ambiente predominantemente metassedimentar cuja contribuição vulcânica, quando presente, é subordinada. Essas sequências são principalmente de idade Proterozóica.

Em Paracatu, Minas Gerais, o depósito do Morro do Ouro apresenta um dos mais baixos teores do mundo, da ordem de 0.6 gAu/t, porém com reservas originais de mais de 100 t de ouro. O depósito está encaixado em metassedimentos plataformais de idade Neoproterozóica e é composto de filitos grafitosos ritmicamente intercalados com sedimentos clásticos e químicos onde o ouro ocorre em finas vênulas de quartzo. Depósitos com características semelhantes ocorrem na região do Rio Guaporé, Mato Grosso do Sul como o depósito de São Vicente, associado ao Grupo Aguapeí do Mesoproterozóico (Martini, 1998).

Na região dos Carajás os depósitos de Águas Claras, com aproximadamente 20 t de ouro e o depósito de Serra Pelada encaixam-se em formações metassedimentares

Há também os depósitos associados às sequências turbidíticas da região de Cuiabá, Mato Grosso, de idade Neoproterozóica, e na região de Brusque, no Rio Grande do Sul, de idade Mesoproterozóica.

O tradicional depósito de sulfetos de Cu sedimentar de Camaquã, Rio Grande do Sul, também foi produtor de ouro como subproduto, embora as reservas tenham sido de apenas cerca de 3 t. O depósito ocorre associado a meta arenitos e conglomerados do Eopaleozóico e a mineralização ocorre em veios ou disseminada no pacote sedimentar.

#### DEPÓSITOS ASSOCIADOS A INTRUSÕES GRANÍTIAS E VULCÂNICAS ÁCIDAS ASSOCIADAS

A principal área onde foi identificado este tipo de depósito, encontra-se na região do Rio Tapajós e na região de Peixoto de Azevedo, Mato Grosso. Estas duas regiões são tradicionais produtoras de ouro aluvionar em garimpos. No entanto, mais recentemente uma série de depósitos primários tem sido identificados em associação com rochas graníticas intrusivas anorogênicas do Mesoproterozóico, como a Suite Maloquinha, na região do Tapajós e Suite Teles Pires, na região de Peixoto Azevedo. O vulcanismo ácido que acompanhou estas intrusões também são mineralizados e caracterizam um ambiente de vulcanismo continental. Estes depósitos geralmente

ocorrem na forma de stockworks ou veios de quartzo. Na região do Tapajós ocorrem também depósitos associados a intrusões graníticas do Paleoproterozóico assim como mineralizações associadas a sequências vulcano-sedimentares, no entanto as reservas mais significativas até o momento reportadas referem-se apenas aos depósitos aluvionares (Faraco et al. 1996).

Toniolo e Kirchner (1994) também reconheceram na região sul do Brasil ambiente de vulcanismo ácido continental associado a intrusões graníticas com mineralizações de ouro associadas. Ocorrências são conhecidas nas regiões de Lavras do Sul (RS), Itajaí (SC) e Castro (PR).

#### DEPÓSITOS ALUVIONARES

As jazidas aluvionares são as mais numerosas tendo sido cadastradas quase uma centena segundo dados do PNPO (CPRM, 1998). As reservas conhecidas em cada depósito são, no entanto, em geral pequenas. Algumas exceções se restringem à áreas em que a mineração é conduzida por empresas organizadas como no Rio Jequitinhonha (MG), onde são reportadas cerca de 15,6 t de ouro como subproduto do diamante; Apiacas (MT) com 33 t e Periquitos (RO) com 21,1 t. As jazidas aluvionares foram as que mais produziram ouro no Brasil entre 1965 e 1996 com um total de aproximadamente 371 t seguida pelos depósitos em ambiente tipo "greenstone belt" com 257 t. Deve-se ainda considerar que em muitos casos o ouro em aluviões tem sua fonte primária relacionada às sequências do tipo "greenstone belt".

As principais regiões produtoras em aluviões estão concentradas na Amazônia e são trabalhadas por garimpeiros. A produção oficial apresentada entre 1965 e 1996 na região do Rio Tapajós é de 110 t; na região de Peixoto de Azevedo (Mato Grosso) 44,4 t; Alta Floresta (Mato Grosso) 49,3 t; e nos aluviões do Rio Madeira (fronteira Amazonas Rondônia) alcançou 44,7 t. A natureza das fontes primárias do ouro em algumas destas áreas é ainda desconhecida.

#### 4. DESCRIÇÃO DAS PRINCIPAIS JAZIDAS BRASILEIRAS

A produção de ouro no Brasil concentrou-se nos últimos 20 anos principalmente em cinco regiões: Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, Região dos Carajás no sul do Pará, Itapicuru e Jacobina na Bahia e Crixás em Goiás.

##### REGIÃO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

A região do Quadrilátero Ferrífero destaca-se como a maior produtora de ouro no período de 1982 e 1999 com uma produção em torno de 140 t de ouro (Thorman et al., 2001), provenientes das minas de Morro Velho, Cuiaba, Sao Bento, Raposos e Itabira que apresentam-se atualmente em operação.

Os depósitos auríferos que ocorrem no Quadrilátero Ferrífero (**Figura 8**) podem ser divididos em três tipos principais:

1° - Depósitos no greenstone belt Rio das Velhas. Estes depósitos podem ser subdivididos em quatro categorias:

(a) Jazidas Hidrotermais em veios de Quartzo-pirita-Au em clorita xistos máficos e ultramáficos. Essas jazidas são de pequeno porte, porém largamente distribuídas nas proximidades de Morro Velho, numa faixa a oeste de São Bartolomeu, a oeste de Caeté e a sudeste de Conselheiro Lafaiete. São reservas pequenas raramente ultrapassando 5 t de Au e os teores variando entre 0.5 e 3 g/t Au.

(b) Formação ferrífera bandada (BIF) fortemente sulfetadas com magnetita-pirita±pirrotita±calcopirita-Au e sulfetos menores tipo Raposos, Cuiabá e São Bento. São jazidas de maior porte, com reservas podendo ultrapassar 15 t e teores entre 5 e 10g/t Au

(c) "Lapa seca", ou quartzo-ankerita-albita-clorita xisto com quartzo-pirita+arsenopirita+pirrotita-calcopirita-Au associado com metavulcanicas ácidas ou sedimentos carbonatados tipo Morro Velho. São depósitos longos, ramificados e relativamente delgados, fortemente controlados pelo plunge das dobras, podendo apresentar reservas de até 40 t Au, chegando em 100 t. Seus teores oscilam entre 7 e 12 g/t Au

(d) Turmalinito em quartzo-biotita-carbonato xistos em depósitos concordantes tipo "Lode" com fracos mergulhos, com pirita-arsenopirita-pirrotita-Au-teluretos-Bi minerais, tipo Mina da Passagem, com reservas de até 15 t e teores variando entre 3 e 7 g/t Au. Vários depósitos ao longo da faixa de Passagem representam pequenas mineralizações. Aparentemente não restam mais que 5 t Au em Passagem.

2° - Mineralizações em Itabiritos (Jacutinga): Trata-se de itabirito pulverulento, estruturado, com caolinita, quartzo, hematita, talco, sendo caracterizada pela ausência de sulfetos. A presença de goethita e óxidos de Mn é relativamente frequente. A mineralização segue uma zona específica, concordante nos itabiritos da Formação Ferrífera Itabira. O Au é paladiado, e seus teores variam entre 2 e 5 g/t. Concentrações erráticas e menores de Pt, Sb, Bi, Cu e As podem ser encontradas. Os depósitos de jacutinga aurífera no QF correspondem aos seguintes depósitos conhecidos desde os tempos do Império com suas produções cumulativas: Gongo Soco - 12.887kg; Maquiné - 5.277 kg; Água Quente - 350 kg; Pitangui - 285 kg; Cocais - 207 kg; Cata Preta - 93 kg. Anteriormente a 1900, oriunda de Itabira foi reportada a produção total estimada de 1300 kg de Au. De outros depósitos tais como Boa Vista, Brucutu, Córrego São Miguel, Morro das Almas, Taquaril, não existe produção registrada. Aparentemente desde que a CVRD retomou a produção de Au em Itabira em 1988, a produção média pode ser estimada em 4t/ano, o que permite estabelecer em 15 anos uma produção cumulativa de 60 t.

3° - Mineralizações em lentes de meta-conglomerado da Formação Moeda. São inúmeros pequenos corpos explorados pelos escravos durante o período imperial do Brasil. A dificuldade de acesso, teores baixos e escassez de água não incentivaram aos antigos mineradores a trabalhar esses depósitos. Essas mineralizações estão concentradas nos conglomerados Moeda, particularmente junto aos contatos com os greenstones. São conhecidas as mineralizações de Cata Branca, Joaquina.

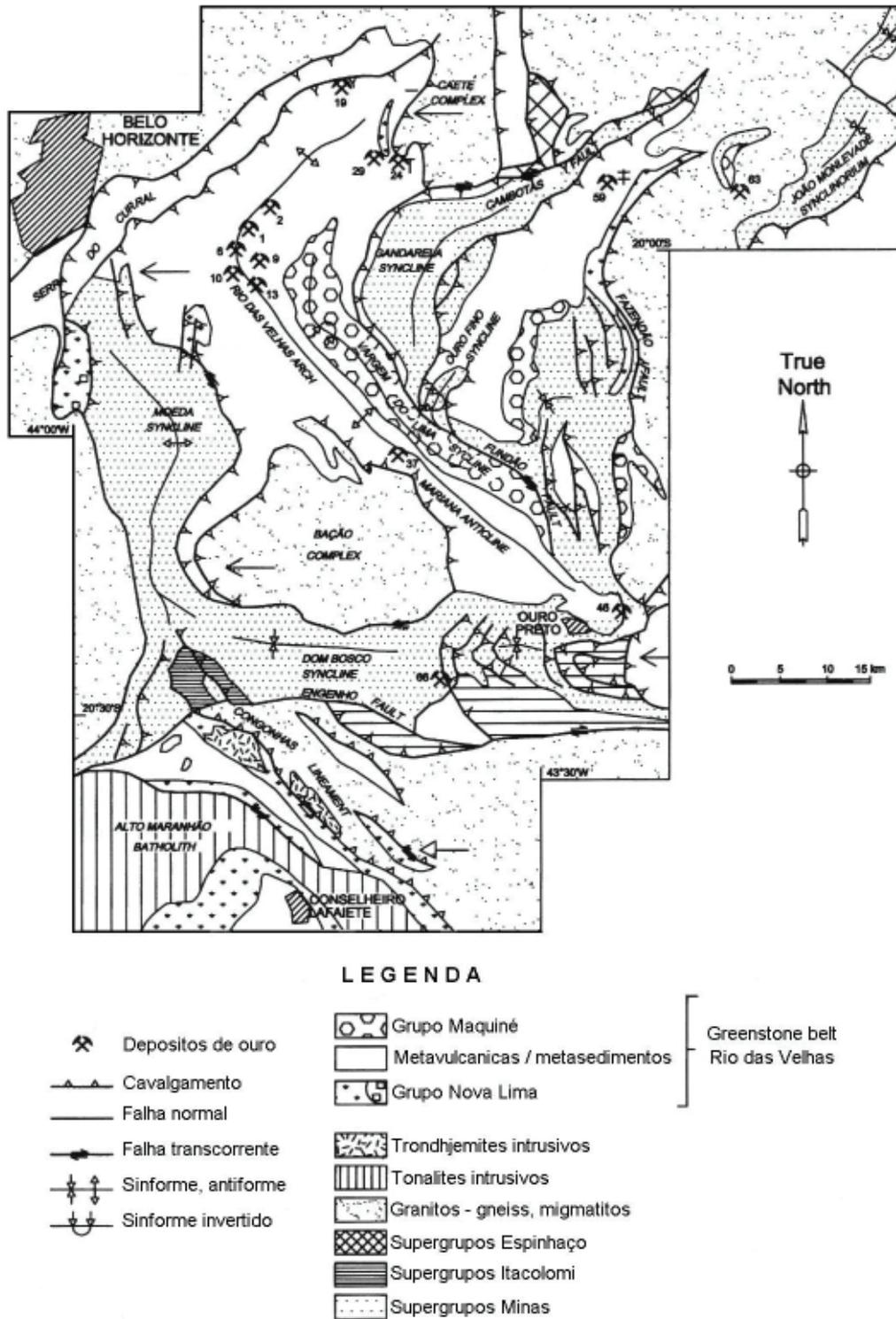


Figura 8 - Mapa geológico simplificado da região do Quadrilátero Ferrífero com a localização dos principais depósitos de ouro (Baars, 1997).

## REGIÃO DO RIO ITAPICURU

Na região do Rio Itapicuru, no leste do estado da Bahia, foram descritas sequências de rochas do tipo "greenstone belt" ("Greenstone Belt do Rio Itapicuru-GBRI") (Kishida et al., 1991; Mello et al., 1996) onde estão hospedadas as jazidas de Fazenda Brasileiro e Maria Preta (**Figura 9**). A mina de Fazenda Brasileiro operada pela CVRD localiza-se na porção meridional do GBRI. A produção média anual é de 5 t de Au (Silva et al., 2001) com reservas de 103,5 toneladas segundo fontes do PNPO (CPRM, 1998). De acordo com dados da CVRD, os teores econômicos de ouro para a operação subterrânea é em média de 6,6 g/t (Silva et al., 2001).

A mineralização está contida em veios de quartzo-carbonato sulfetos que preenchem zonas de cisalhamento em clorita-magnetita xistos (unidade máfica do GBRI). Os grãos de ouro têm de 15 a 20 micra de diâmetro e estão principalmente associados a arsenopirita e pirita (Silva et al., 2001).

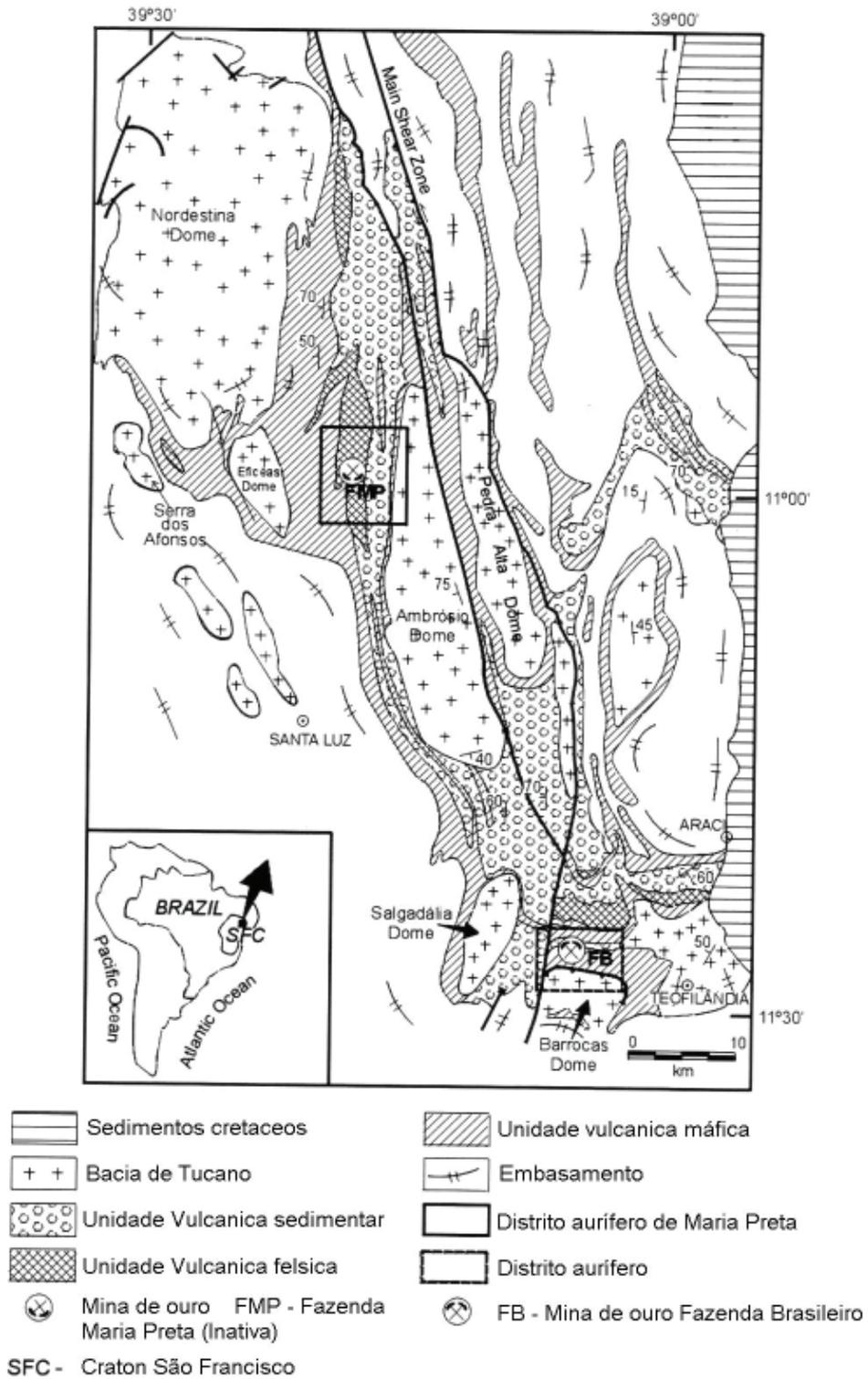


Figura 9 - Mapa geológico do "Greenstone belt" do Rio Itapicuru com a localização das minas de Fazenda Brasileiro (FB) e Fazenda Maria Preta (FMP), (Silva et al., 2001).

## REGIÃO DE CARAJÁS

Famosa pela extração de ouro em Serra Pelada (ver capítulo sobre garimpo), a região da Serra dos Carajás no sul do Pará, apresenta um potencial ainda não totalmente conhecido (**Figura 10**). A principal jazida atualmente em exploração é a de Igarapé Bahia operada pela Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), com uma produção acumulada nos últimos 10 anos de aproximadamente 72 t de Au. Salobo constitui outro importante depósito ainda não explorado mas com reservas estimadas em mais de 167 t. Em ambos depósitos o ouro ocorre associado a sulfetos de Cu na rocha primária embora só seja lavrado na porção laterítica do depósito de Igarapé Bahia, e em Salobo ocorre como subproduto do minério de Cu na mineralização primária.

Há controversas a respeito da origem dessas mineralizações (Villas e Santos, 2001). Alguns autores (Huhn e Nascimento, 1997; Tallarico et al., 2000) consideram estes depósitos como do tipo Óxido-Fe-Cu-Au-U-Terras Raras, devido a abundância desses metais e semelhança com o clássico depósito Olympic Dam na Austrália do Sul. Outros no entanto preferem relacioná-lo ao tipo sulfeto maciço vulcanogênico devido a forte predominância de rochas vulcânicas na área da jazida (Almada e Villas, 1999).

O depósito de Águas Claras, com aproximadamente 20 t de ouro encaixa-se em meta-arenitos arqueanos (Silva e Villas, 1998), embora a mineralização aurífera possa estar relacionada à presença de um corpo ígneo gabrótico que se encontra intercalado na seqüência sedimentar. No depósito de Serra Pelada o ouro ocorre disseminado, e associado com elementos do Grupo da Platina, em formações metassedimentares arqueanas compostas por meta-siltitos carbonáticos, manganésíferos e grafitosos com estruturas brechadas. Acredita-se que foram extraídas cerca de 130 t de Au durante o período da garimpagem nos anos 80.

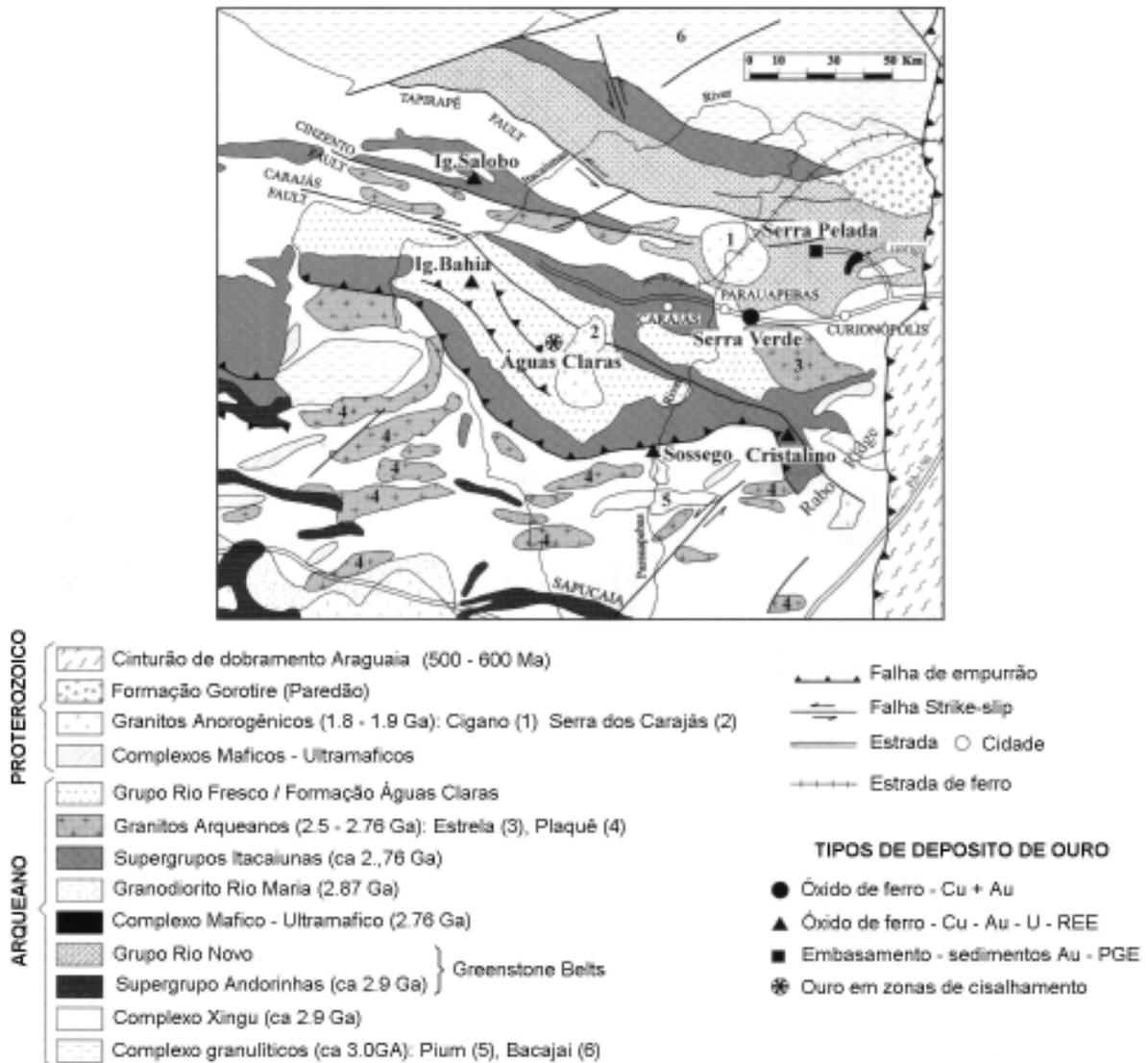


Figura 10 - Mapa geológico simplificado da região da Serra dos Carajás com localização dos principais depósitos de ouro (Villas e Santos, 2001).

## REGIÃO DE CRIXÁS

O distrito aurífero de Crixás, no sul de Goiás, encontra-se no "greenstone belt" arqueano de mesmo nome contendo um depósito principal (Mina III, com 65 t de Au), e diversos depósitos menores que estão controlados estruturalmente por zonas de cisalhamento regional tais como os Mina Nova e Pompex.

O ouro ocorre associado a formações ferríferas sulfetadas (pirrotita e arsenopirita) em veios de quartzo e disseminado em xistos carbonosos e máficos. Na jazida de Mina III estima-se que antes da produção, as lentes de sulfeto maciço encerram cerca de 2 Mt com teores de 12 g/t de Au (Jost et al, 2001).

## REGIÃO DE JACOBINA

Os principais depósitos de ouro da Serra de Jacobina na Bahia (minas de João Belo e Canavieiras) estão predominantemente encaixados em metaconglomerados oligomíticos ricos em pirita e mica verde fuchsite (Formação Corrego do Sítio). Pela similitude litológica foram comparadas aos conhecidos depósitos de tipo paleoplacer de Witwatersrand na África do Sul (Molinari e Scarpelli, 1988). No entanto, estudos mais recentes sugerem um modelo epigenético (fluidos hidrotermais tardios) para a formação dessas jazidas já que foram encontradas evidências na região de corpos mineralizados estruturalmente controlados encaixados em quartzitos, rochas máficas e ultramáficas, afetadas pela alteração hidrotermal tardia (Milesi et al. 1996, Teixeira et al. 2001).

Os depósitos de João Belo e Canavieiras apresentam reservas da ordem de mais de 300 t de Au e produção acumulada da ordem de 20 t.

## 5. CONCLUSÕES

A significativa produção histórica de ouro no Brasil retrata o enorme potencial aurífero das formações geológicas do país. Os investimentos realizados na exploração de ouro, principalmente nos anos 80, ainda que bem menores em relação a outros países tradicionais produtores, trouxeram excelentes retornos aos investidores através de importantes novas descobertas que alavancaram a produção nacional industrializada a níveis sem precedentes. Este resultado só não foi mais proeminente devido à falta de uma política nacional que incentivasse a pesquisa mineral como um todo. Apesar do pouco conhecimento acerca da geologia do território nacional e das reservas de ouro contidas, sabe-se que o grande potencial aurífero encontra-se associado a rochas de idade arqueana a paleoproterozóica, que em geral fazem parte de sequências do tipo "greenstone belts". No entanto, a nova fronteira exploratória no Brasil situa-se na região Amazônica, de geologia ainda menos conhecida.

Nesta região, além dos "greenstone belts" já reconhecidos, ocorrem depósitos ainda pouco definidos, alguns associados a outros metais que também apresentam interesse econômico. O real potencial dessas regiões deve ser apreciado através de estudos metalogenéticos, à luz dos conhecimentos gerados em outras partes do globo, e de desenvolvimento de técnicas exploratórias adaptadas às condições tropicais que dominam a paisagem nessas regiões.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMADA, M.C.O. e Villas, R.N.N., 1999. O depósito Bahia: um possível exemplo de depósito vulcanogênico tipo Besshi arqueano em Carajás. *Rev. Bras. Geoc.* 29:579-592.
- ARANTES, D. e Mackenzie, B.M. 1995. A posição Competitiva do Brasil na Mineração de Ouro. Brasília, DNPM, 102p.
- BAARS, F.J., 1997. The São Francisco Craton. In: M.J. de Wit; L. D Ashwal (eds.). *Greenstone Belts*. Oxford, England. Clarendon Press, 529-557 (Oxford Monographs on Geology and Geophysics 35).
- CPRM, 1998. Programa Nacional de Produção de Ouro (PNPO). Mapa de Reservas e Produção de ouro do Brasil, escala 1:7.000.000
- DNPM, 2001. Sumário Mineral. Departamento Nacional da Produção Mineral, Brasília,
- DOCEGEO, 1988. Revisão Litoestratigráfica da Província Mineral de Carajás. In. Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Belém. Anais SBG: 11-54.
- FARACO, M.T.L.; Carvalho, J.M.A.; Klein, E.L. 1996. Carta Metalogenética da Província Aurífera do Tapajós. Escala 1:500.000, Belém, CPRM.
- GROVES, D. I; Goldfarb, R.J.; da Silva, L.C., 2001. Preface, *Gold Deposits of Brazil*. *Mineralium Deposita*, 36: 205-206
- HARTMANN, L.A. e Delgado, I. M., 2001. Cratons and orogenic belts of the Brazilian shield and their contained gold deposits. *Mineralium Deposita*, 36: 207-217.
- HUHN, S.R.B. e Nascimento, J.A.S., 1997. São os depósitos cupríferos de Carajás do tipo Cu-Au-U-ETR? In: Costa, M.L. e Angélica, R.S. (coord.), *Contribuições à Geologia da Amazônia*, FINEP-SBG, p. 143-160.
- JORGE JOÃO, X.S.; Carvalho J.M.A.; Vale, A.G.; Frizzo, S.J.; Martins, R.C. 1979. Projeto Falsino Relatório Final, DNPM/CPRM.
- JOST, H.; Tarso, P.T.F.O, 2001. Gold deposits and occurrences of the Crixás Goldfields, Central Brazil. *Mineralium Deposita*, 36: 358-376.
- KISHIDA, A.; Sena, F.O.; Silva, F.C.A.; 1991. Rio Itapicuru greenstone belt: Geology and gold mineralization. In Ladeira, E. ed. *Brazil Gold'91*. Rotterdam, A.A., Balkema, p. 49-59.
- LADEIRA, E. 1988. Metalogenia dos depósitos de ouro do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In Schobbenhaus C. e Coelho, C.E.S. (coord.), *Principais Depósitos Minerais do Brasil*, V. III, Brasília, DNPM: 301-375.

- LOBATO, L.M.; Ribeiro-Rodrigues, L.C.; Vieira, L.W.R., 2001. Brazil's premier gold province. Part II: geology, and genesis of gold deposits in the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero. *Mineralium Deposita*, 36: 249-277.
- MACKENZIE, B.W. e Doggett, M. 1991. Potencial econômico da exploração e pesquisa de ouro no Brasil. DNPM, 195p.
- MARTINI, S.L., 1998. An overview of main auriferous regions of Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, 28 (3): 307-314.
- MELLO, E.F.; Xavier, R.P.; Tassinari, C.C.G., 1996. A review on the geochronology of the Rio Itapicuru greenstone belt, NE Bahia (Brazil), and the timing of the lode-gold deposit. In *Cong. Bras. Geol.*, 39, Salvador Anais SBG v.7: 273-276.
- MILESI J.P.; Ledru, P.; Johan, V.; Marcoux, E.; Mougeot, R. Lerouge C. Respaut, J.P. Sabaté, P., 1996. Hydrothermal and metamorphic events related to the gold mineralization hosted within detrital sediments in the Jacobina basin. In: *Cong. Bras. Geol.* 39, Salvador Anais v. 7 p. 218-220
- MOLINARI, L. e Scarpelli, W., 1988. Depósitos de ouro de Jacobina, Bahia. In: Schobbenhaus C. e Coelho C.E.S. Coord. Principais depósitos minerais do Brasil Vol. III, Brasília, DNPM p. 463-478.
- PALERMO, N.; Porto, C.G.; Costa, C.N. 2000. The Mara Rosa Gold District, Central Brazil. *Brazilian Contributions to the 31st International Geological Congress, Brazil 2000. Rev. Bras. Geoc.* (no prelo)
- PIMENTEL, M. e Fuck, R.A. 1992. Neoproterozoic Crustal Accretion In Central Brazil. *Geology*, 20: 375-379.
- SILVA, C.M.G. e Villas, R.N.N. 1998. Alteração hidrotermal em arenitos e sills gabróicos arqueanos associado mineralização sulfetada do Prospecto Águas Claras, Serra dos Carajás, PA. In: *Cong. Bras. Geol.* 39, Salvador, Anais, SBG, v. 3: 227-229.
- SILVA, M.G.; Coelho, C.E.S.; Teixeira, J.B.G.; Silva, F.C.A.; Sliva, R.A.; Souza, J.A.B. 2001. The Rio Itapicuru greenstonebelt evolution and review of Gold Mineralization. *Mineralium Deposita*, 36: 345-357.
- TALLARICO, F.H.B.; Oliveira, C.G.; Figueiredo, B.R., 2000. The Igarapé Bahia Cu-Au mineralization, Carajás Province. *Ver. Bras. Geoc.* 30:230-233.
- TEIXEIRA, J.B.G.; Souza, J.A.B.; Silva, M. G.; Leite, C.M.M.; Barbosa, J.S.F.; Coelho, C.E.S.; Abram, M.B.; Filho, V.M.C.; Iyer, S.S.S., 2001. Gold mineralization in the Serra de Jacobina region, Bahia Brazil: tectonic framework and metallogenesis. *Mineralium Deposita*, 36: 332-344.
- THORMAN, C.H.; DeWitt, E.; Maron, M.A.C. Ladeira E.A. ,2001. Major Brazilian Gold Deposits - 1982 to 1999. *Mineralium Deposita*, 36: 218-227.
- TONIOLO, J.A. e Kirchner, C.A. 1994. Mineralizações de ouro no RS e SC. In: *Cong. Bras. Geol.*, 38, Camboriú. *Bol. Res. Exp., Camboriú, SBG. V. 2: 172-174.*
- VIEIRA, F.W.R. e Oliveira, G.A.I. 1988. Geologia do Distrito Aurífero de Nova Lima, Minas Gerais. In Schobbenhaus C. e Coelho, C.E.S. (coord.), *Principais Depósitos Minerais do Brasil, V. III, Brasília, DNPM: 378-391.*
- VILLAS, R.N.N e Santos, M.D., 2001. Gold deposits of the Carajás mineral province: deposit types and metallogenesis. *Mineralium Deposita*, 36: 300-331.

