

RECURSOS MINERAIS NO CENÁRIO GEOLÓGICO DE MINAS GERAIS

Lydia Maria Lobato

UFMG-IGC-CPMTC

llobato.ufmg@gmail.com

Marco Aurélio da Costa

Consultor

mac13@uol.com.br

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS AO ARQUEANO - TERRENOS GRANITO-GREENSTONE	2
OURO.....	2
NÍQUEL & CROMO.....	6
GRAFITA.....	9
3. MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS AO PALEO-PROTEROZOICO	10
FERRO	10
OURO.....	14
MANGANÊS.....	15
GEMAS.....	16
4. MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS AO MESO-PROTEROZOICO	17
4.1. SUPERGRUPO ESPINHAÇO	17
5. MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS AO NEO-PROTEROZOICO	19
5.1. FAIXA ARAÇUAÍ.....	19
Ferro.....	19
Ouro.....	20
Grafita.....	21
Gemas - Pegmatitos.....	22
5.2. FAIXA BRASÍLIA.....	26
Ouro.....	28
Zinco e Chumbo	28
Fosfato	29
6. MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS AO FANEROZOICO	30
6.1. MESOZOICO.....	30
6.2. MAGMATISMO ALCALINO	33
6.3. CENOZOICO.....	37
7. COMENTÁRIOS FINAIS	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais é destaque no cenário nacional, possuindo algumas das maiores jazidas, províncias e distritos minerais do país, além de centenas de ocorrências menores.

No núcleo arqueano-paleoproterozoico estão, por exemplo, grandes distritos minerais de ouro e ferro, sendo esses, respectivamente, o Supergrupo - *greenstone belt* Rio das Velhas e o Supergrupo Minas, ambos na região do Quadrilátero Ferrífero. Já nos cinturões marginais do estado estão a região de Porteirinha detentora de ferro; a Província Pegmatítica Oriental, com pedras preciosas; a jazida aurífera de Morro do Ouro; o nióbio do Maciço de Araxá; estanho e tântalo, além de bauxita. Outros bens minerais do estado ainda incluem, entre outros, depósitos e minas de Mn, Ni, Co, ETR, Al, Ta, diamante, P, Cr, esmeralda, calcário, grafita, e rochas ornamentais (Dardenne & Schobbenhaus 2001, Biondi 2015).

O presente capítulo, **Recursos Minerais no Cenário Geológico de Minas Gerais**, sumariza os diversos temas abordados neste livro, **Recursos Minerais no Estado de Minas Gerais on line**.

A descrição dos recursos minerais segue a lógica temporal, estando o capítulo organizado por mineralizações relacionadas a sequências do Arqueano, todas em cinturões *greenstone belts*; Paleoproterozoico; Mezoproterozoico; Neoproterozoico; e Fanerozoico, com subdivisões, dentro do possível, por *commodity* mineral.

O capítulo não apresenta figuras próprias, utilizando-se daquelas dos capítulos pertinentes mencionados ao longo do texto.

2. MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS AO ARQUEANO - TERRENOS GRANITO-GREENSTONE

Ouro

Todas as mineralizações auríferas aqui descritas caracterizam depósitos tipo orogênico (e.g., Groves *et al.* 1998), associados a alteração hidrotermal estruturalmente controlada, dominados principalmente por silicificação e sulfetação, em maior ou menor grau, dependendo da quantidade de ferro da hospedeira.

As principais mineralizações no embasamento do Craton São Francisco, em terrenos granito-greenstone, são as de ouro no **Grupo Nova Lima**, do Supergrupo (*greenstone belt* arqueano) Rio das Velhas (revisão em Baltazar & Zucchetti 2007), Quadrilátero Ferrífero, a S-SE de Belo Horizonte (Figura 1), de idade arqueana (e.g., Lobato *et al.* 2001, 2016).

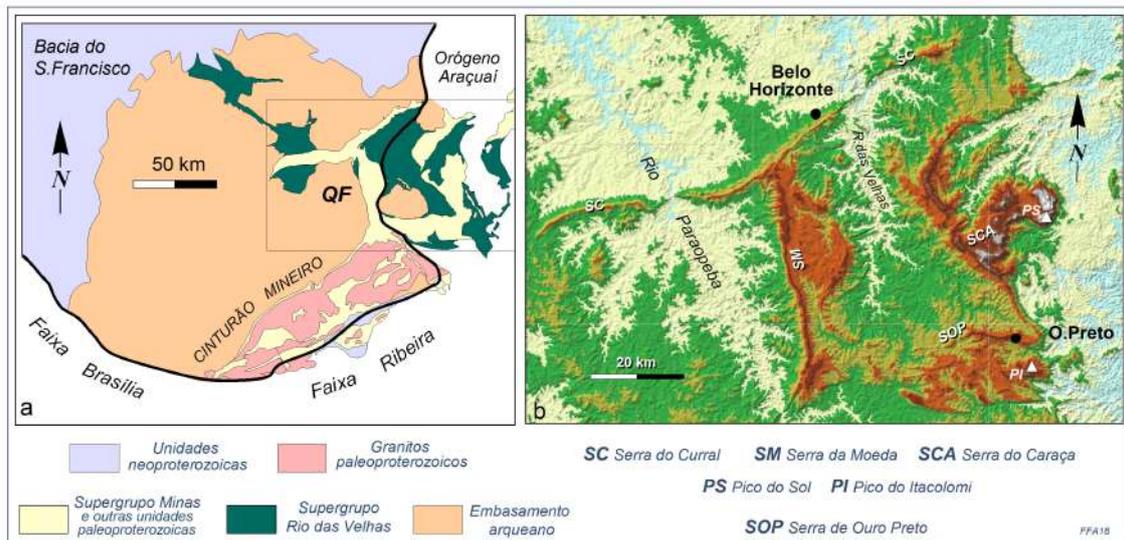


Figura 1. a) Mapa geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero e áreas adjacentes no extremo sul do Cráton do São Francisco. b) Modelo digital de terreno que enfatiza o pronunciado relevo do Quadrilátero Ferrífero. Os picos do Sol e do Itacolomi, pontos culminantes da região, tem altitudes de 2.043 e 1.776 m, respectivamente. Observar a notável correspondência entre o mapa geológico e o modelo digital do terreno. Figura 6, de Alkmim 2018, capítulo História Geológica de Minas Gerais, nesse livro

Os principais depósitos são Cuiabá, Lamego, Morro Velho, Paciência, Raposos, São Bento, além daqueles do lineamento Córrego do Sítio (Ladeira 1991; Lobato *et al.* 2014; Figuras 2 e 3). Historicamente, o Quadrilátero Ferrífero é responsável por cerca de 40% (>1000 t) do ouro produzido no Brasil (> 2300 t; Lobato *et al.* 2000, Vial *et al.* 2007a). Datações U-Pb SHRIMP em monazita indicam idade de mineralização de 2672 ± 14 Ma em Morro Velho e Cuiabá (Lobato *et al.* 2007), e 2387 ± 46 Ma (Martins *et al.* 2016) para Lamego.

Na extensão NW do Quadrilátero Ferrífero, no *greenstone belt* Pitangui (e.g., Brando Soares *et al.* 2018), estão localizadas as minas Faina e Turmalina (Figuras 2 e 3; e.g., Tassinari *et al.* 2015, Fabricio Silva *et al.* 2018) em rochas correlacionadas ao *greenstone belt* Rio das Velhas, além do depósito São Sebastião da Jaguará.

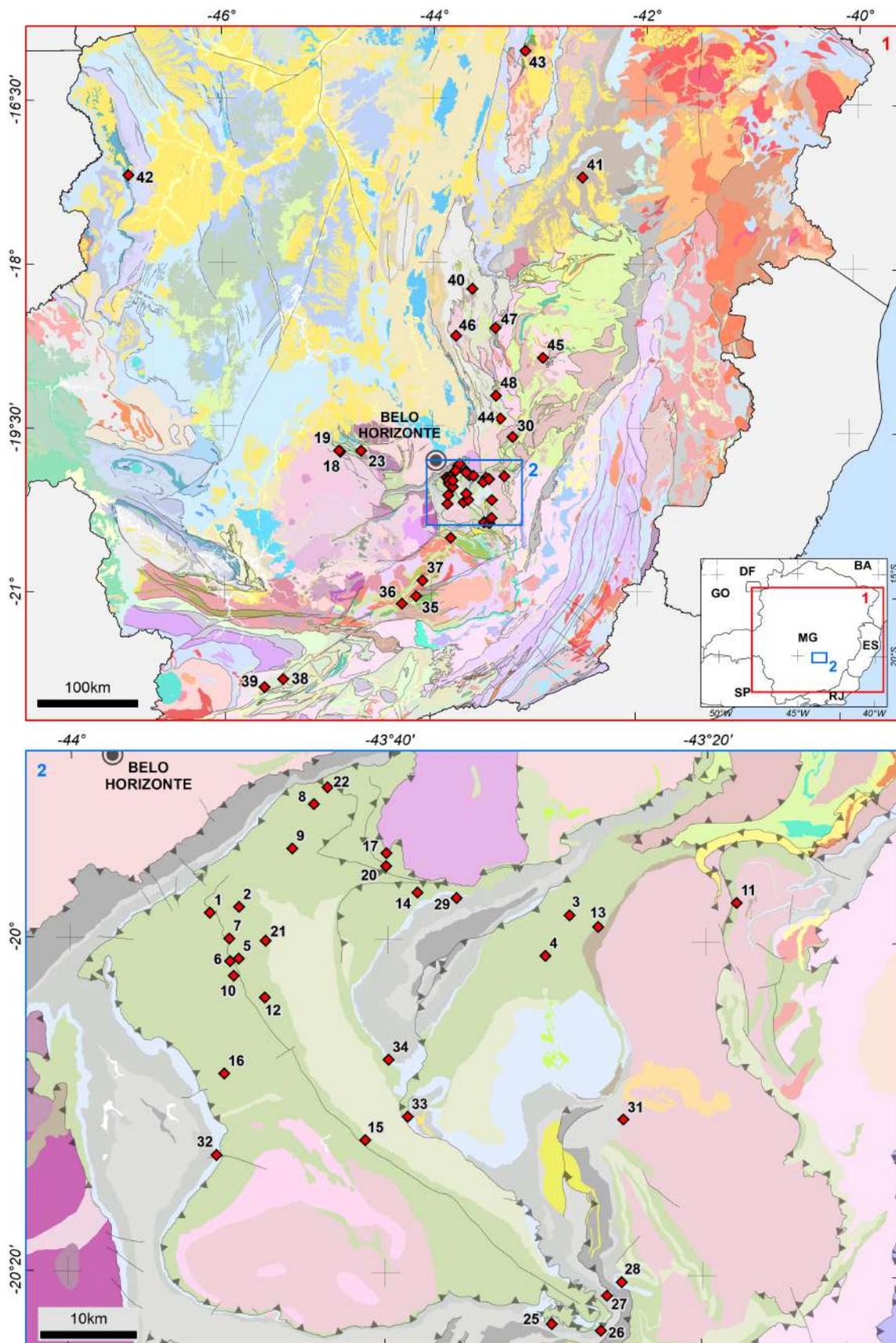


Figura 2. Principais ocorrências de ouro no estado de Minas Gerais. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014 (Figura 4 de Lobato & da Costa 2018, capítulo Ouro, nesse livro).

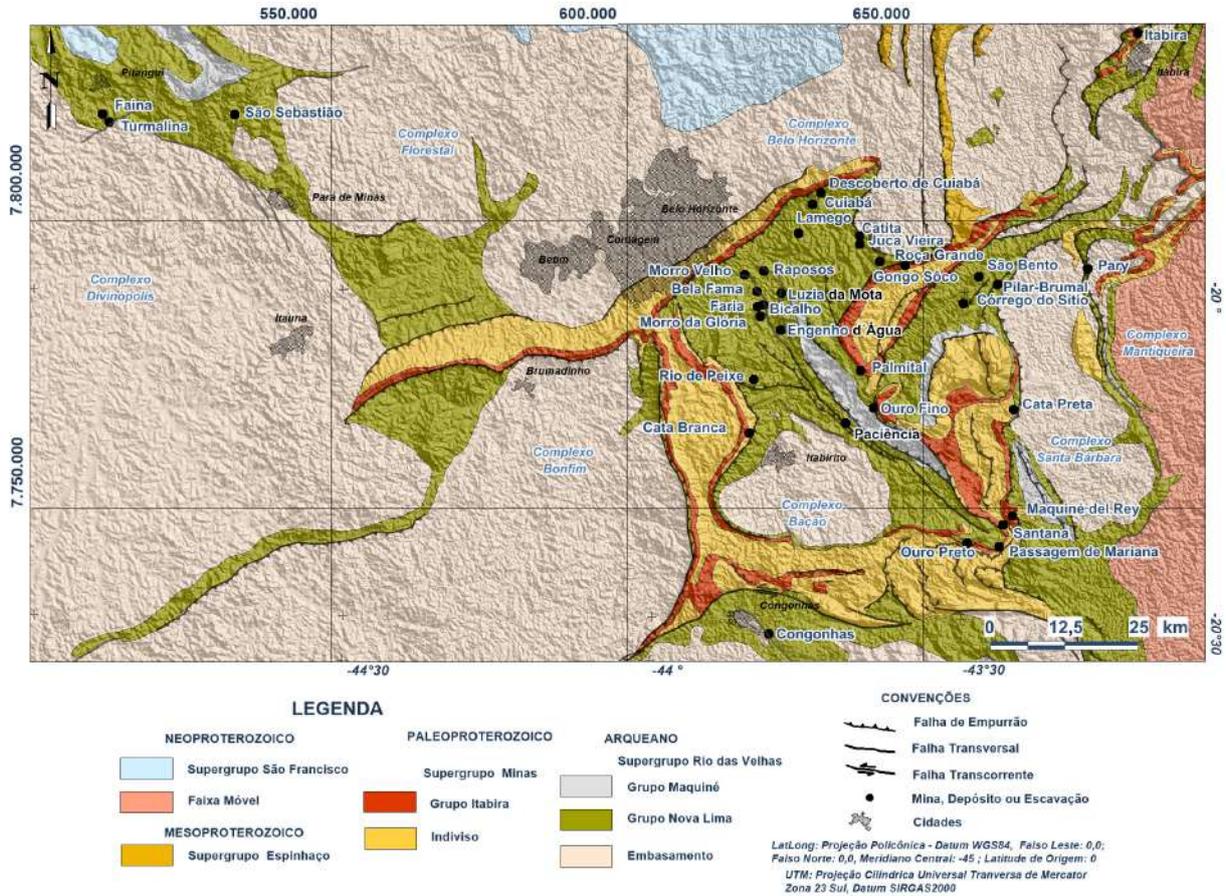


Figura 3. Mapa geológico simplificado da região do Quadrilátero Ferrífero e arredores (retângulo da Figura 5), com base em [Dorr \(1969\)](#) e modificações do Projeto Rio das Velhas ([Zucchetti & Baltazar 1996](#)), além de adaptações dos autores. Minas, depósitos e escavações listados na Tabela 1 estão localizados nesse mapa. Base utilizada: mapa geológico do estado de Minas Gerais ([Pinto & Silva 2014](#)) sobre modelo digital de terreno desenvolvido pelo SRTM-NASA ([USGS 2015](#)). Figura 7 de [Lobato & da Costa 2018](#), capítulo Ouro, nesse livro.

Na região de Serro (Figuras 2 e 3; Faixa Araçuaí) rochas metaultramáficas e metamáficas, associadas a rochas metassedimentares (Complexo Serro), e que contêm cromo, também hospedam ouro em diversas pequenas minas. A mais conhecida é Zagaia, com veios em talco-carbonato xistos sulfetados e metacherts ferríferos com magnetita (e.g., [Dardenne & Schobbenhaus 2001](#)). Ouro de aluvião foi motivo de exploração por garimpagem recente ([Porto et al. 2002](#)).

A sequência metavulcanossedimentar **Riacho dos Machados**, junto à cidade homônima, hospeda jazida (mina) aurífera de idade incerta, que é aqui inserida no âmbito das rochas arqueanas. Ocorre em janela estrutural do Complexo Porteirinha, de embasamento (Figura 4), na forma de veios de quartzo em zonas de cisalhamento com alteração hidrotermal, com protólitos tais como metagrauvaca e metadacito ([Fonseca et al. 1997](#), [Monteiro et al. 2004](#)).

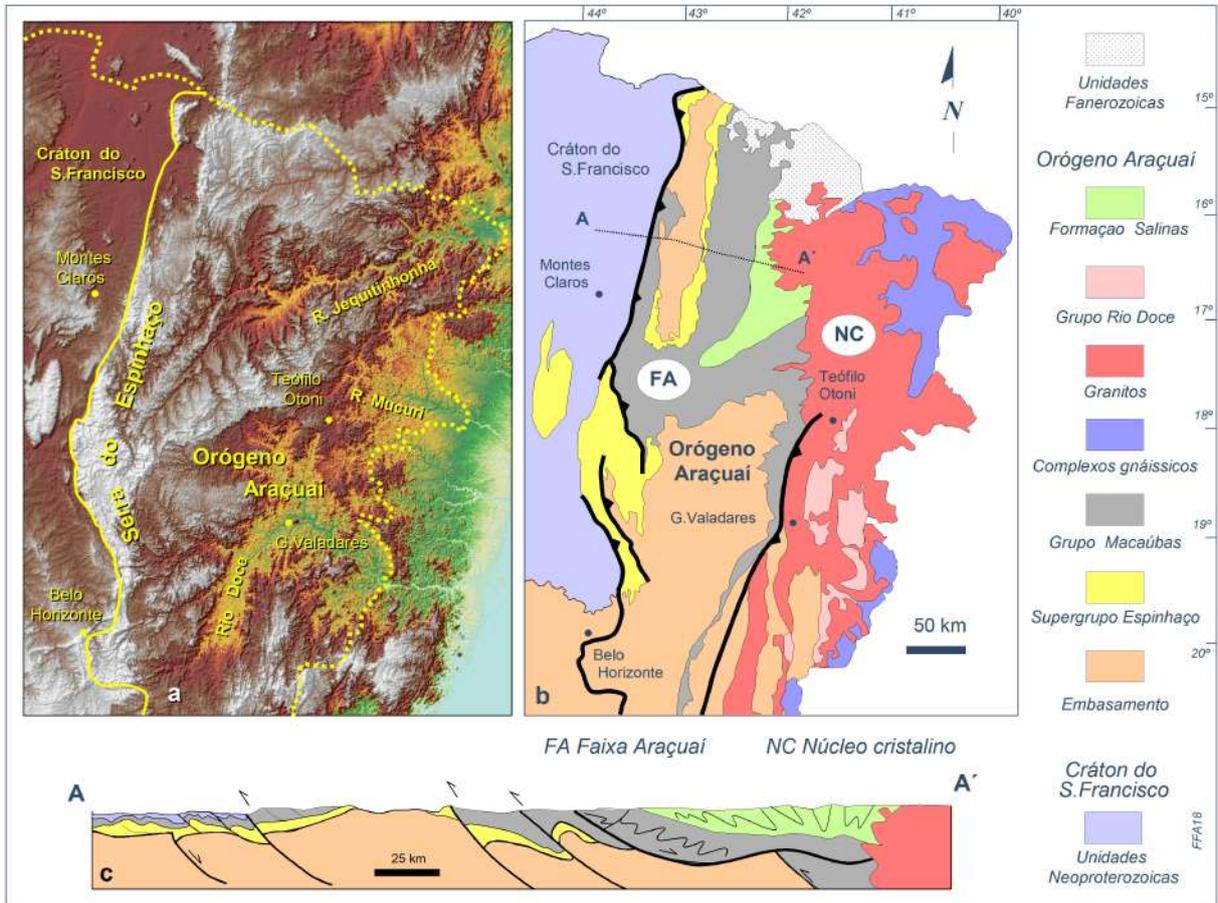


Figura 4. a) Modelo digital de terreno da porção mineira do Orógeno Araçuaí e áreas vizinhas com as suas principais feições topográficas. b) Mapa geológico simplificado da mesma porção do orógeno com a representação das principais assembleias litológicas que dele tomam parte. c) Corte geológico representativo da estrutura do orógeno, que consiste em camadas dobradas e seccionadas por falhas de empurrão. (Confeccionadas com base em Pedrosa-Soares *et al.* 2001 e Alkmim *et al.* 2007; Figura 10 de Alkmim 2018, capítulo História Geológica de Minas Gerais, nesse livro)

Níquel & Cromo

Cerca de 100 km a SW de Piumhi, no **greenstone belt Morro do Ferro** (Faixa Brasília), o distrito cromo-niquelífero de Fortaleza de Minas encerra o depósito de Ni-Cu-Co e de elementos do grupo da platina de Fortaleza de Minas (antigo O'Toole), e Pratápolis, em depósitos de associação komatiítica (Figura 5; e.g., Almeida *et al.* 2007). São corpos lenticulares ou faixas alongadas com direção NW-SE de rocha ultramáficas e máficas intercalados a metapelitos, xistos e formação ferrífera bandada-FFB (e.g. Carvalho & Brenner 2010). São reconhecidos minérios: primário, na base de derrames peridotíticos komatiíticos; hidrotermal em vênulas, fissuras e fraturas; e supergênico.

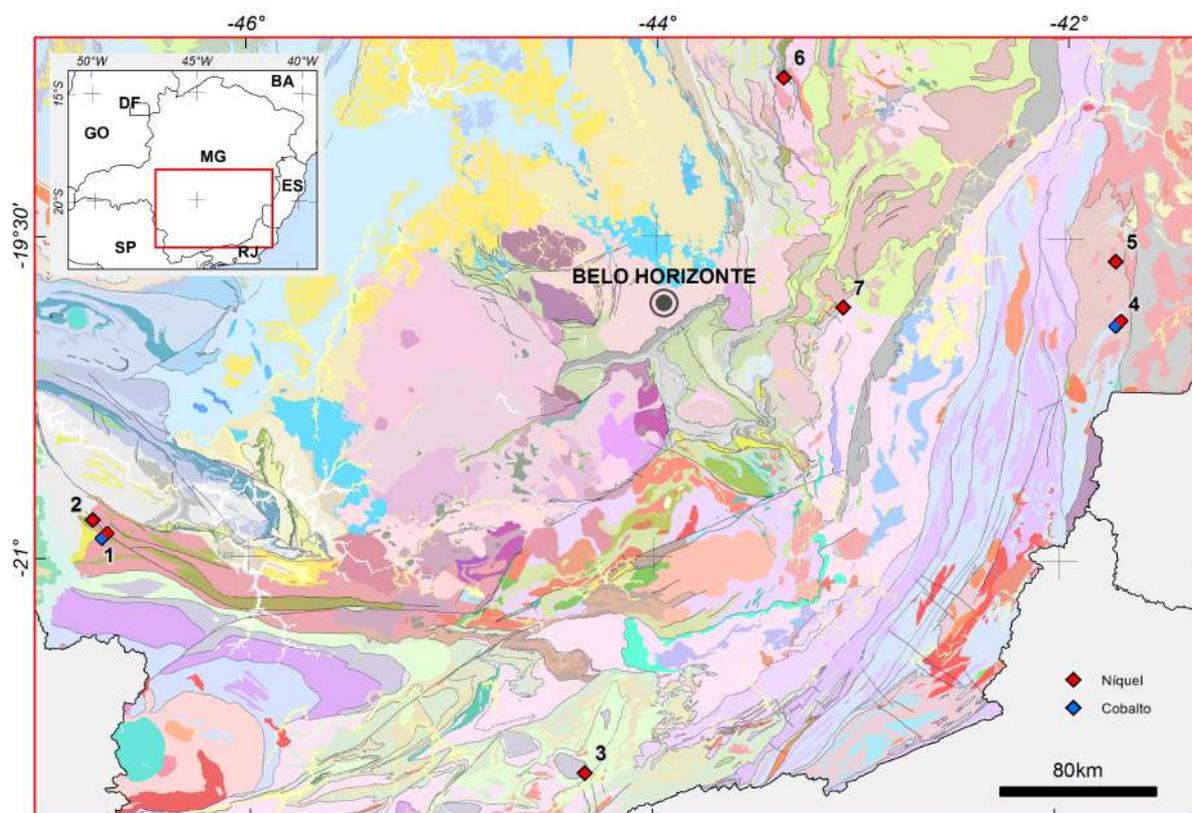


Figura 5. Principais ocorrências de níquel e cobalto no estado de Minas Gerais. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014. Figura 9 de Fonte Boa 2018, capítulo Níquel e Cobalto, nesse livro.

Os depósitos e ocorrências de cromita em Minas Gerais aqui citados são os da região de Piumhi (Ferrari 1996) e Serro (Figura 6).

Os depósitos do **Maçiço de Piumhi** ocorrem na borda SW do Cráton do São Francisco (Faixa Brasília), como janela estrutural do embasamento arqueano a paleoproterozoico, em meio às rochas meso-neoproterozoicas dos Grupos Bambuí e Canastra. Trata-se de sequência metavulcanossedimentar do tipo *greenstone belt* do Arqueano ou Paleoproterozoico Inferior (Fritzsos *et al.* 1980; vide revisão em Chiarini 2001). A mineralização de cromita é classificada do tipo estratiforme, em peridotitos serpentíníticos e tálcicos, do denominado Grupo Lavapés, em zonas de cisalhamento

(Dardenne & Schobbenhaus 2001). Corpos de importância econômica não são conhecidos até hoje. Além de cromo, há ainda ouro aluvionar da drenagem das rochas metavulcanossedimentares, mas ocorrem de forma subordinada.

Cromititos considerados do tipo alpino dos municípios de **Serro** e **Alvorada de Minas** ocorrem na sequência metavulcanossedimentar de Serro. Interpretada como equivalente do *greenstone belt* arqueano Rio das Velhas (Uhlein *et al.* 1983), tem uma unidade máfica-ultramáfica, na base, e metassedimentar no topo.

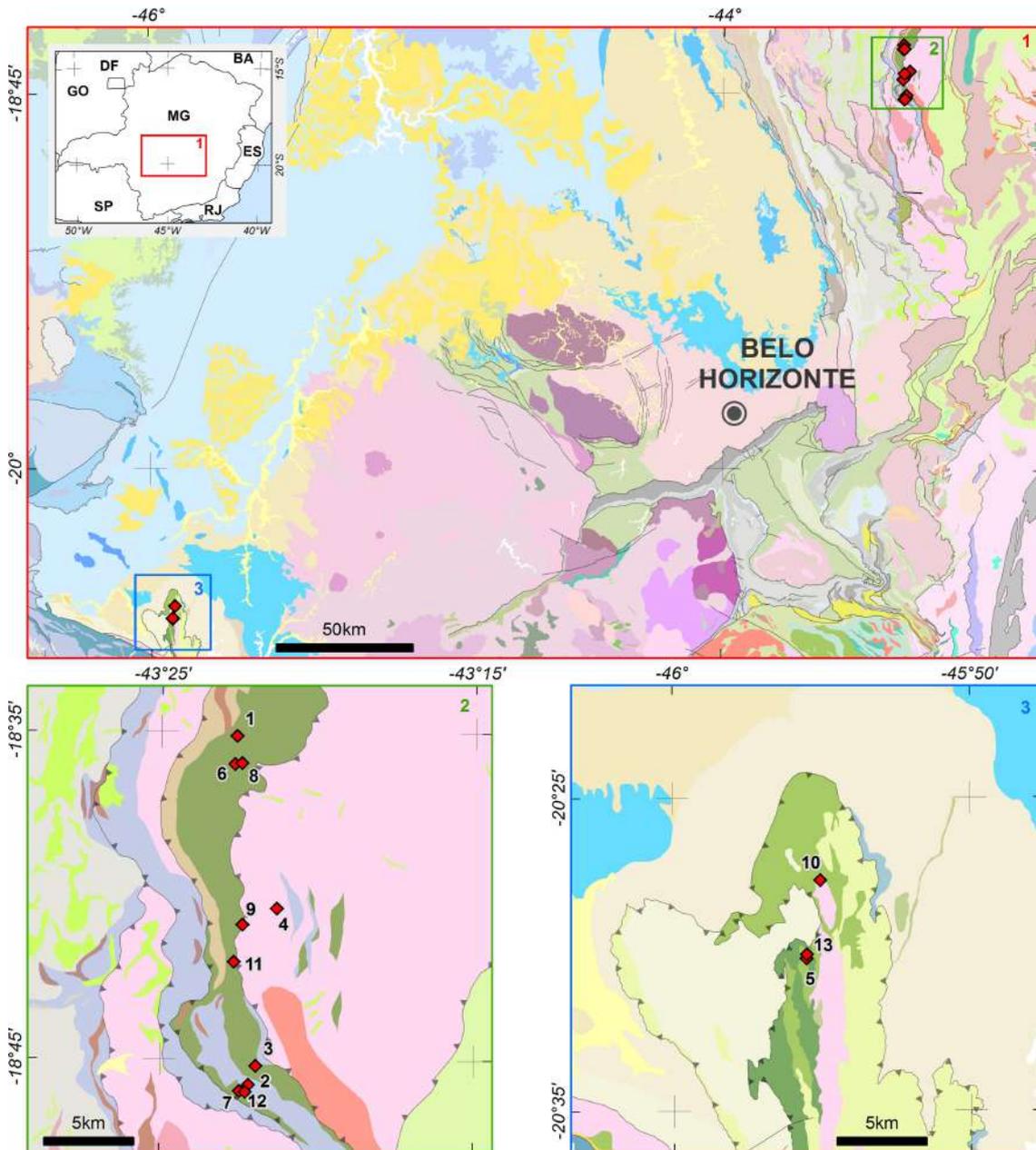


Figura 6. Localização dos principais depósitos de minério de cromo em Minas Gerais: **2)** Serro e Alvorada de Minas; **3)** Piumhi. A numeração se refere aos itens da Tabela 2. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014. Figura 4 de Dias & Caxito 2018, capítulo Cromo, nesse livro.

Agalmatolito

Em uma faixa de rochas relacionadas ao *greenstone belt* Rio das Velhas, da região do Quadrilátero Ferrífero, e em um polígono delimitado pelos municípios de Betim, Florestal, Mateus Leme, Pará de Minas, Onça do Pitangui e Pitangui (Figura 7), ocorre **agalmatolito**. Constituem rochas peraluminosas, ricas em minerais aluminosos, a corindon-cianita, muscovita, utilizada principalmente nas indústrias cerâmica e química, e relativamente rara no Brasil (Romano & Araujo 2018, capítulo Agalmatolito e Talco, nesse livro e referências).

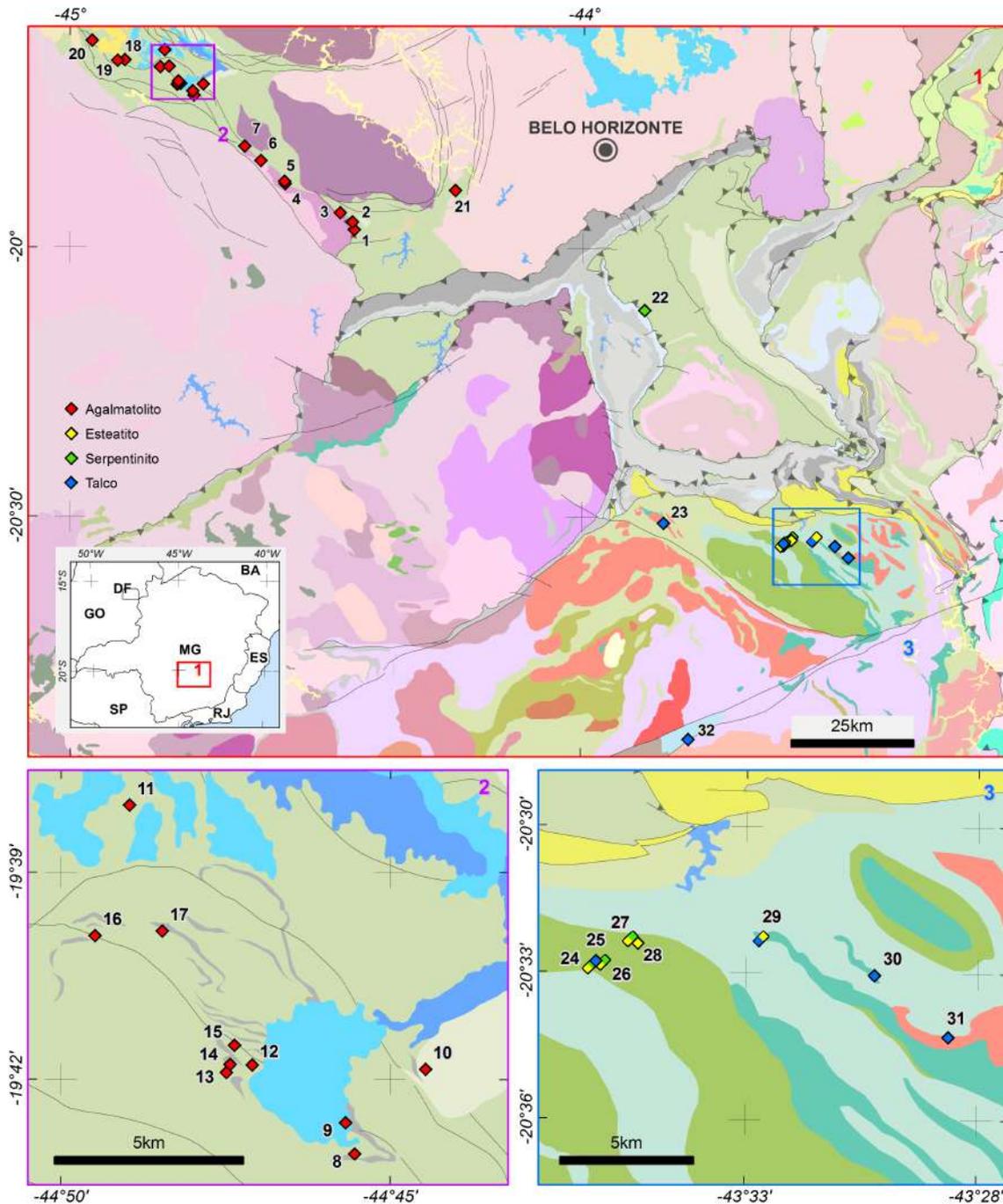


Figura 7. Principais ocorrências de agalmatolito, esteatito, serpentinito e talco no estado de Minas Gerais. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014. Figura 1 de Romano & Araujo 2018, capítulo Agalmatolito e Talco, nesse livro.

3. MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS AO PALEOPROTEROZOICO

Ferro

Os principais depósitos de ferro (Figura 9) estão nas províncias (i) Quadrilátero Ferrífero, de importância mundial, (ii) Conceição do Mato Dentro; e (iii) Nova Aurora (Porteirinha), essa do Neoproterozoico, tratado adiante, no item 5.

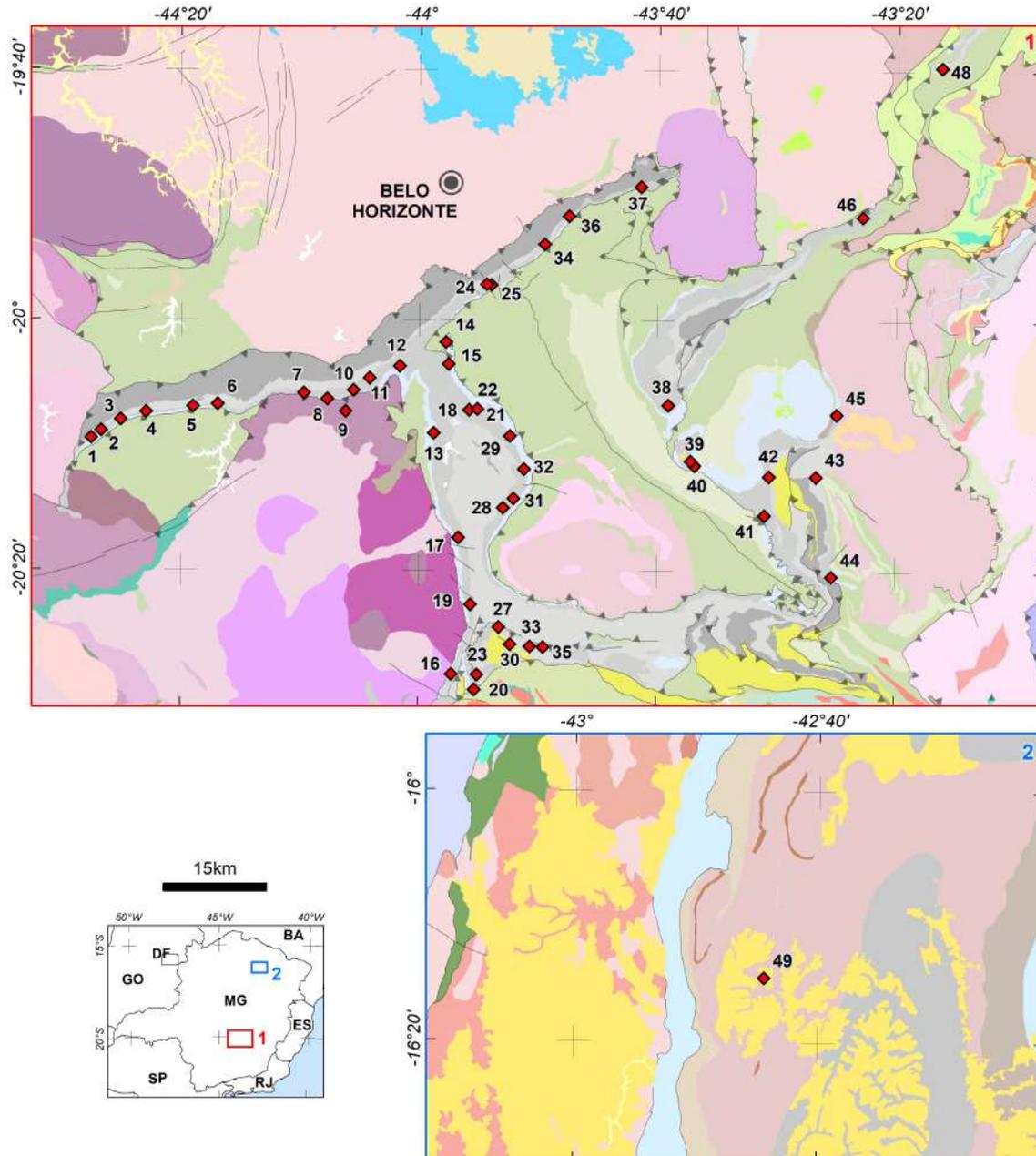


Figura 9. Principais ocorrências de ferro no estado de Minas Gerais. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014 (Figura 9 de Caxito e Dias 2018, capítulo Ferro, nesse livro).

- (i) No **Quadrilátero Ferrífero**, são lavrados corpos de minérios de ferro de alto teor, compactos a semi-friáveis e friáveis, além de itabiritos enriquecidos, todos hospedados na Formação Cauê do Supergrupo Minas (cf. Renger *et al.* 1994). Sucessão de rochas metamórficas de origem sedimentar continental e

majoritariamente marinha, plataformal paleoproterozoica, esse supergrupo depositou-se entre 2,6 e 2,0 Ga (Figura 10).

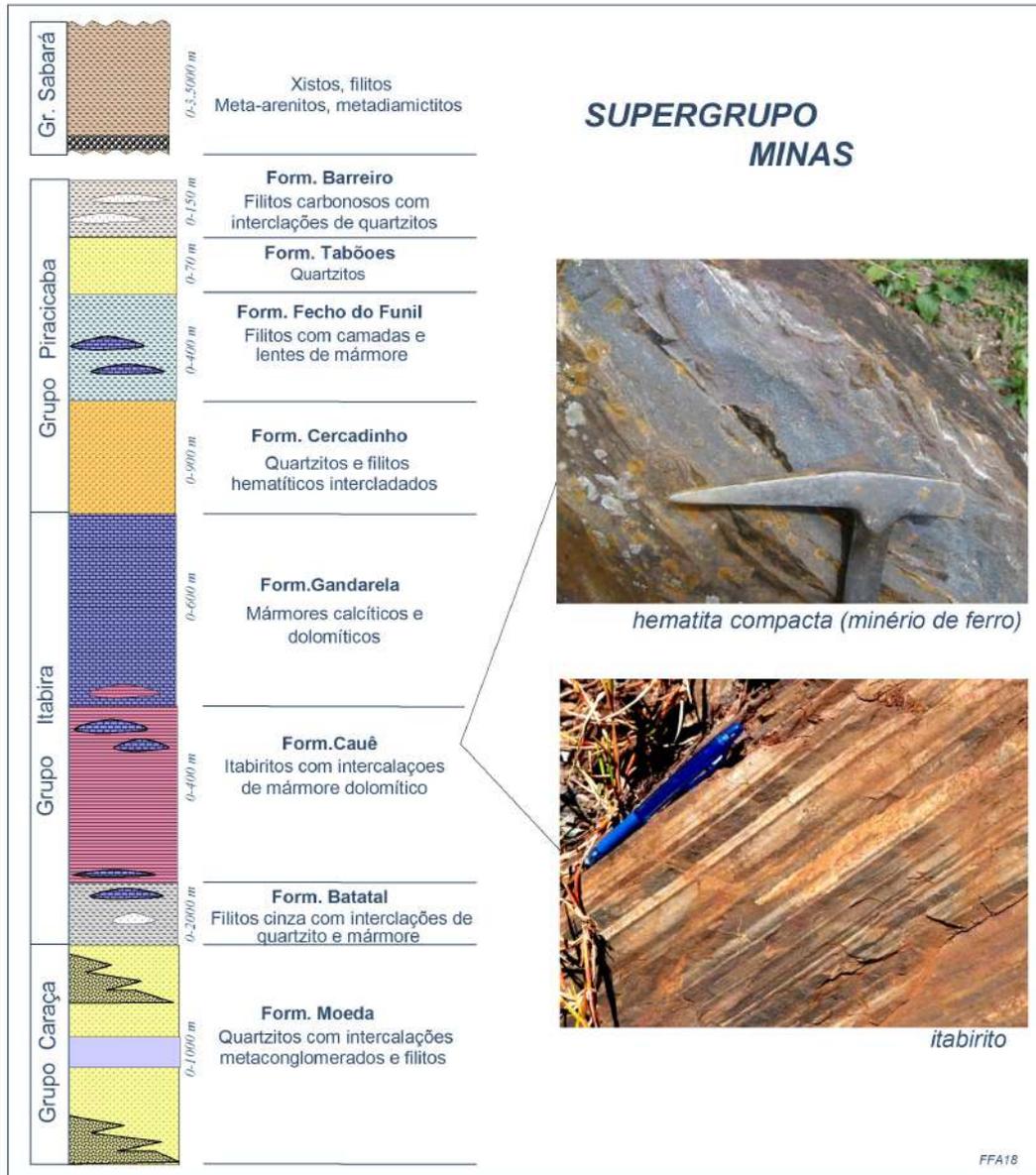


Figura 10. Representação esquemática da sucessão de rochas que compõem o Supergrupo Minas, unidade característica do Quadrilátero Ferrífero. Destaca-se nesta coluna estratigráfica a Formação Cauê, constituída de itabiritos e hospedeira dos minérios de ferro da região. (Confeccionada com base em [Dorr 1969](#); figura 7 de [Alkmim 2018](#), capítulo História Geológica de Minas Gerais, nesse livro)

No domínio ocidental (definição de [Rosière et al. 2001](#)) do Quadrilátero Ferrífero, dobras flexurais e falhas controlam o minério, que tem trama granoblástica e granulação relativamente fina com relictos de magnetita/martita. No domínio oriental ([Rosière et al. 2001, 2008](#)), há maior deformação interna e zonas de cisalhamento, e corpos de itabirito e minério são xistosos, com quase total obliteração da estruturação original. Dados U-Pb SHRIMP em monazita de veios hidrotermais à hematita-martita indicam idade de 2034 ± 11 Ma para a mineralização de ferro ([Rosière et al. 2012](#)). A localização das jazidas é vista na Figura 11.

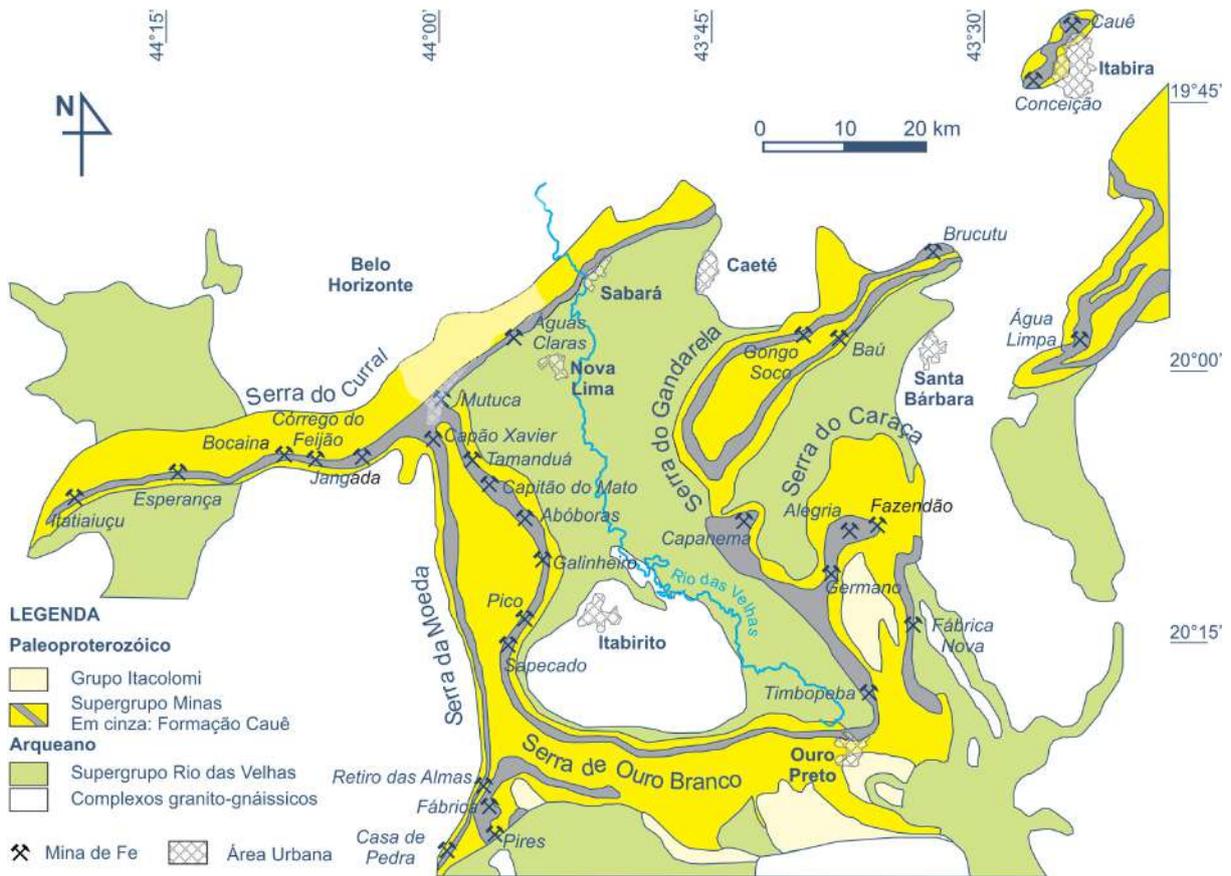


Figura 11. Mapa geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero, com a localização das principais minas e municípios. Figura original com o traçado da geologia do Quadrilátero Ferrífero, em linhas gerais, baseado em [Dorr \(1969\)](#). Figura 11 de de [Caxito & Dias 2018](#), capítulo Ferro, nesse livro.

- (ii) Na região de Conceição do Mato Dentro (~150 km, NE de Belo Horizonte), borda leste da Serra do Espinhaço Meridional, minérios de ferro associam-se a FFBs em três depósitos principais: Serra do Sapo, Serra da Serpentina e Morro do Pilar (Figura 12). Os mesmos têm características mineralógicas e químicas semelhantes, contendo quartzo, hematita do tipo especular, tabular e globular, além de magnetita ([Rolim 2016](#)).

[Rolim \(2016\)](#) propõe subdivisão em duas seqüências metassedimentares com FFBs em Conceição do Mato Dentro. O Grupo Serra da Serpentina (metapelitos, FFBs e metadolomitos), mais antigo, tem idade máxima de deposição orosiriana. Já a idade máxima para o Grupo Serra de São José é estateriana, tendo metapsamitos e metaruditos na base, metapsamitos e metaruditos no topo, além de metapelitos, com FFB na unidade de topo.

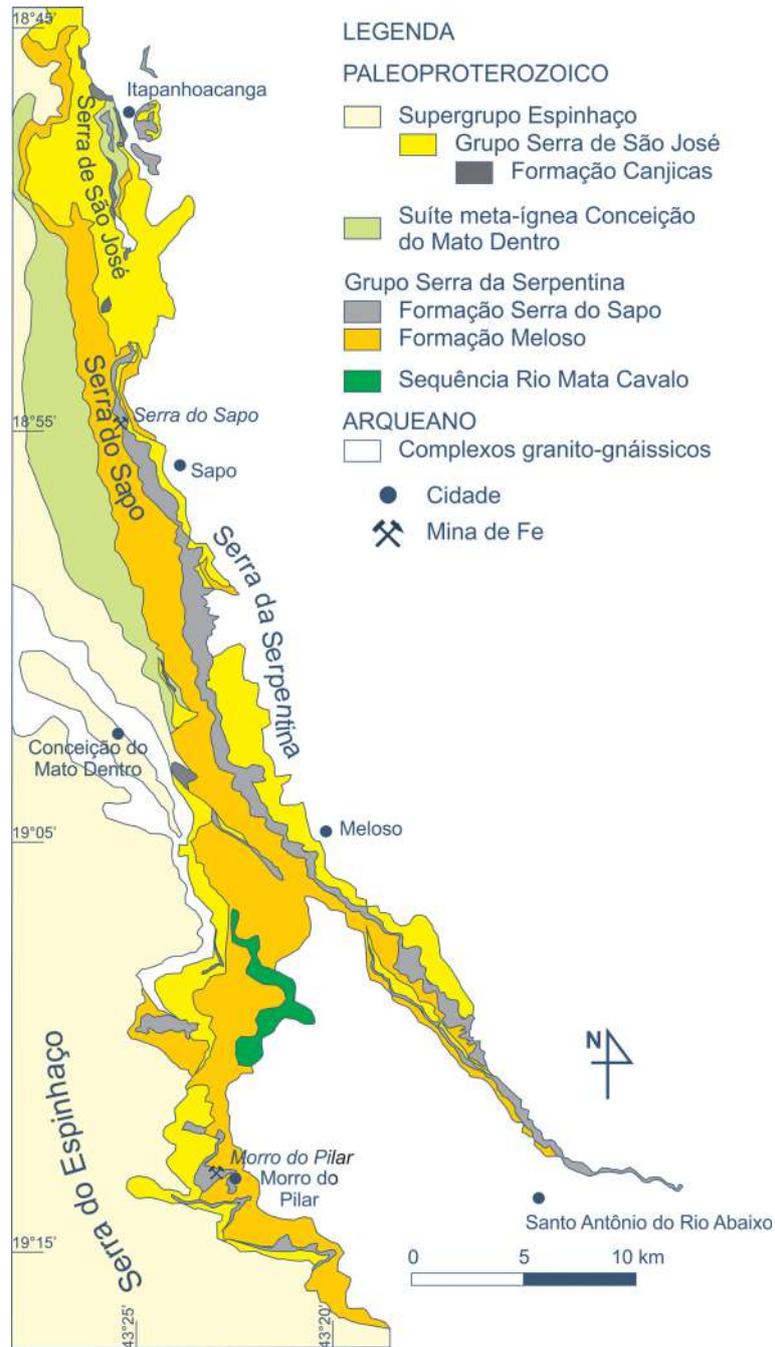


Figura 12. Mapa geológico simplificado da Província Ferrífera Conceição do Mato Dentro. Fonte: adaptado e modificado de Rolim (2016). Figura 12 de Caxito & Dias 2018, capítulo Ferro, nesse livro.

Ouro

O **Supergrupo Minas**, no Quadrilátero Ferrífero, detém depósitos auríferos (Figura 3), com destaque para três tipos:

- 1) Orogênico, em extensa faixa mineralizada, de Ouro Preto até Santa Rita Durão, sendo Passagem de Mariana a mais importante jazida. Formam corpos de minério na base de itabiritos da Formação Cauê, em contato com quartzo-carbonato-biotita-sericita xisto e com fatias tectônicas do Grupo Nova Lima (e.g., [Vial et al. 2007b](#)).
- 2) Jacutinga, em extensa faixa mineralizada, de Mariana até Itabira, incluindo Gongo Sôco, constituindo classe especial de depósito de ouro paladiado, hospedado em itabiritos da Formação Cauê. Minério de origem hidrotermal (e.g., [Galbiatti et al. 2007](#)), forma veios friáveis com ouro livre, comumente pepitas e agregados, intercrescidos com hematita especular, e elementos do grupo da platina (EGP). A mineralização é tida como de idade Cambriana ([Cabral et al. 2015](#)).
- 3) Metaconglomerado piritoso, associado à Formação Moeda, na base do Supergrupo Minas, nos sinclinais Moeda, Gandarela e Ouro Fino, e contendo urânio associado (e.g., [Minter 2006](#)). As características sedimentológicas e de mineralização se assemelham aos conglomerados do tipo *paleoplacers* modificados (*modified paleoplacers*) da região de Witwatersrand (África do Sul), mas esses últimos são de idade arqueana, enquanto a Formação Moeda é do início do Sideriano.

Mineralizações de ouro orogênico ainda ocorrem ao sul do Quadrilátero Ferrífero, na região leste de **Conselheiro Lafaiete**, em associação com o Lineamento Congonhas. São rochas metavulcanossedimentares do Cinturão Congonhas-Itaverava, entendidas como de idade paleoproterozoica (e.g., [Corrêa Neto et al. 2011](#)).

Na região de **Serro**, ocorrem rochas metaultramáficas e metamáficas, associadas a rochas metassedimentares (Complexo Serro), que contêm cromo e ouro. Há diversas escavações em depósitos auríferos de pequenas dimensões, sendo a Mina Zagaia a área mais conhecida. Nessa mina, os veios mineralizados encaixam-se em talco-carbonato xistos sulfetados e metacherts ferríferos com magnetita (e.g., [Dardenne & Schobbenhaus 2001](#)). Ouro de aluvião também é conhecido na região e foi motivo de exploração por garimpagem recente ([Porto et al. 2002](#)).

Manganês

Também junto a Conselheiro Lafaiete, no Vale do Paraopeba, há muitos depósitos de manganês, porém nenhum com as dimensões da mina de **Morro da Mina** (Figura 13). Trata-se de sequência com xistos a mica, clorita, anfibólio e talco, anfibolitos e rochas sílico-carbonáticas do Grupo (e.g. *Grossi-Sad et al.* 1983) ou *greenstone belt* (e.g., *Pires* 1977) Barbacena, intrudidos pelo Tonalito Pequeri.

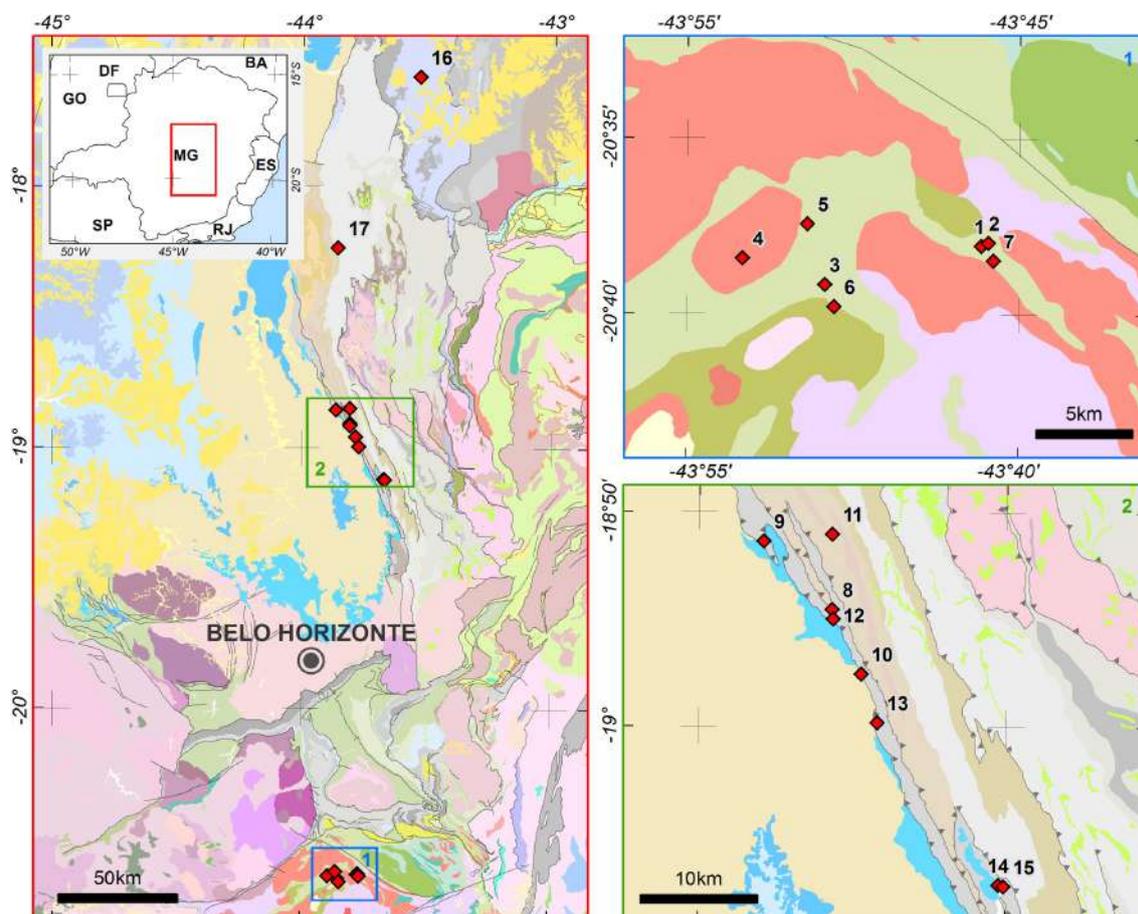


Figura 13. Localização dos principais depósitos e ocorrências de manganês em Minas Gerais. **1)** Província mineral do Quadrilátero Ferrífero; **2)** Borda oeste da Serra do Espinhaço Meridional. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014. Figura 6 de Dias & Caxito 2018, capítulo Manganês, nesse livro.

O protominério é produto de metamorfismo de contato, resultando rochas protominérios de manganês. Essas são desde extremamente (i) silicáticas-gonditos (ricos em quartzo-espessartita) até (ii) carbonáticas-queluzitos (ricos em rodocrosita e silicatos de manganês, como espessartita, tefroíta e Mn-cummingtonita) (*Pires* 1977). Exibem textura hornféisica, podem conter sulfetos (inclusive de Mn), e sugerem tratar-se de mineralização hidrotermal tipo escarnítica (revisão em *Lobato et al.* 2014).

Não há datações geocronológicas precisas, e as rochas metavulcanossedimentares dessa região têm sido historicamente correlacionadas ao *greenstone belt* neoarqueano Rio das Velhas (e.g. *Roy* 2006, e referências). Entretanto, a espessura carbonática expressiva da sequência sugere uma idade mais jovem, possivelmente paleoproterozoica.

Gemas

Topázio imperial da região de Ouro Preto, Quadrilátero Ferrífero, é referência mundial, e a lava no Distrito de Antônio Pereira, a mais importante. Inere-se no Grupo Itabira (Anticlinal de Mariana), em rochas das formações Cauê e Gandarela (e.g., Rojas 2008).

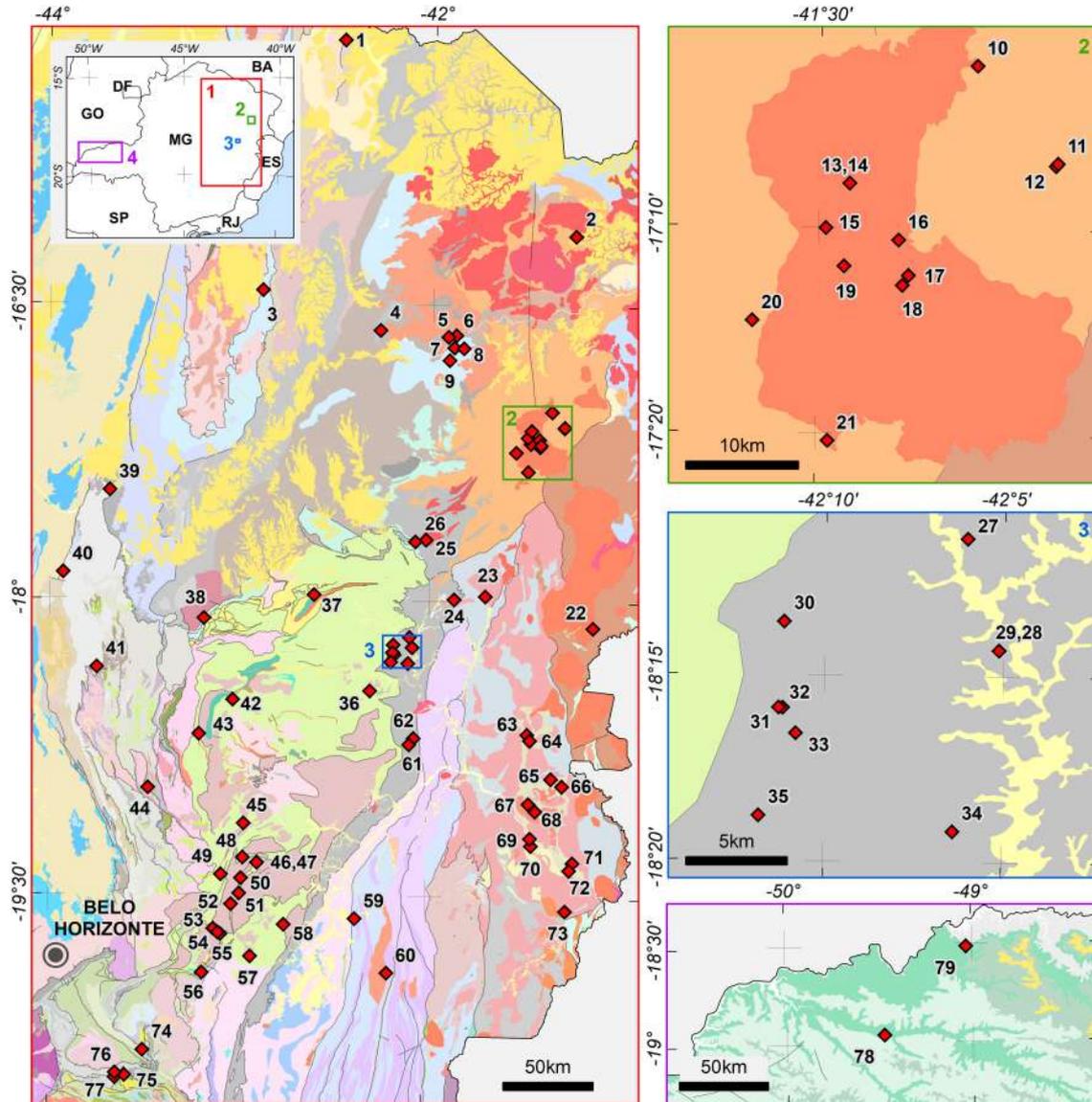


Figura 14. Principais ocorrências de gemas no estado de Minas Gerais. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva (2014). Figura 1 de Chaves 2018, capítulo Gemas e Minerais de Coleção, nesse livro)

4. MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS AO MESOPROTEROZOICO

4.1. Supergrupo Espinhaço

Espessa sequência sedimentar relacionada ao desenvolvimento de rifte mesoproterozóico, com vulcanismo ácido associado na base, o Supergrupo Espinhaço (Figura 4) contém diversos tipos de mineralizações associadas.

Zonas de cisalhamento na região de **Diamantina** e arredores (Fogaça 1997) alojam depósitos de ouro durante eventos tectono-metamórficos que afetaram sequências arqueanas e proterozoicas (Figura 2). Há filões auríferos nos metapelitos das formações São João da Chapada e Sopa-Brumadinho, além de ocorrências nos xistos arqueanos. Assemelham-se a jazidas do tipo ouro orogênico, desenvolvidas no final da Orogenia Brasileira, em torno de 520 Ma (Cabral *et al.* 2013).

Diamante ocorre na porção inferior (Figura 15) do Espinhaço Meridional em metaconglomerados diamantíferos, principalmente na Formação Sopa-Brumadinho. Próximo a Grão Mogol, metaconglomerados também contêm diamantes na Formação Grão Mogol, mais jovem que a Sopa-Brumadinho (Chaves *et al.* 1999)

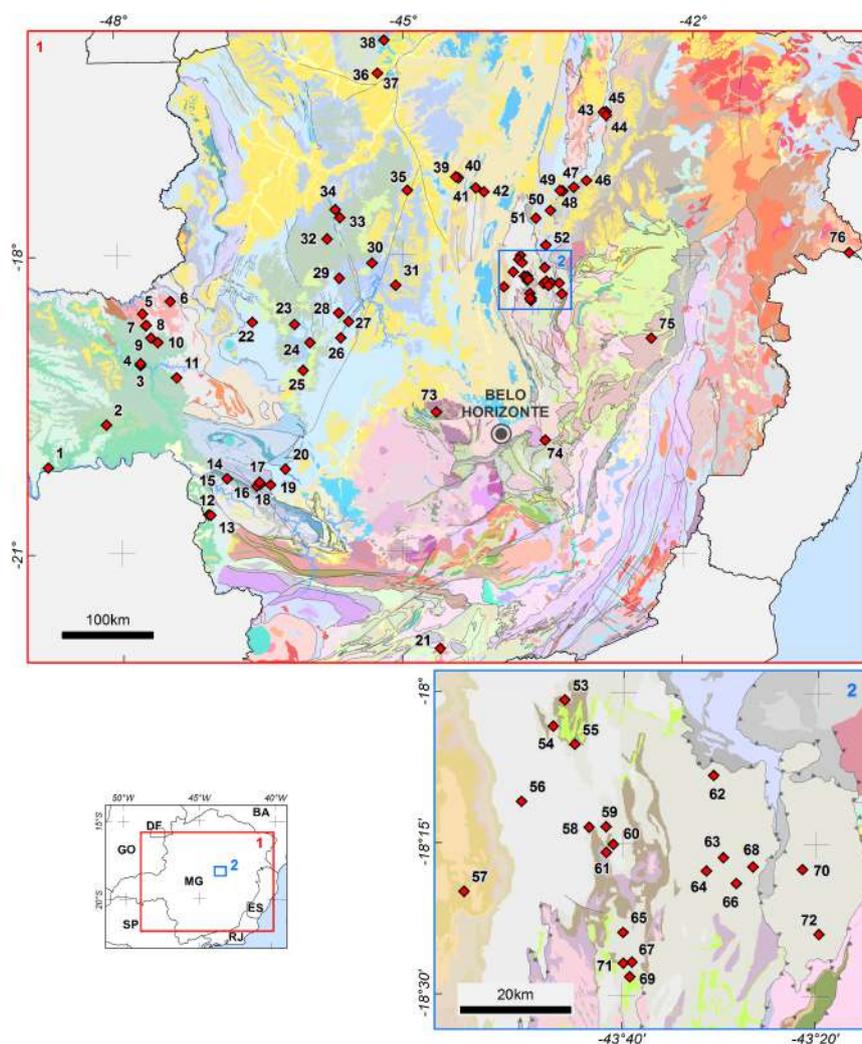


Figura 15. Principais ocorrências de diamante no estado de Minas Gerais. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva (2014). (Figura 8 de Chaves 2018, capítulo Diamante, nesse livro)

Rochas fosfáticas ocorrem na porção centro-sul da Serra do Espinhaço Meridional, 25 km a oeste da cidade de Conceição do Mato Dentro (Fritzsos Jr. *et al.* 1980; Figura 16). Afloram quartzitos e xistos carbonáticos enriquecidos em apatita, situados na porção superior da Formação Sopa-Brumadinho.

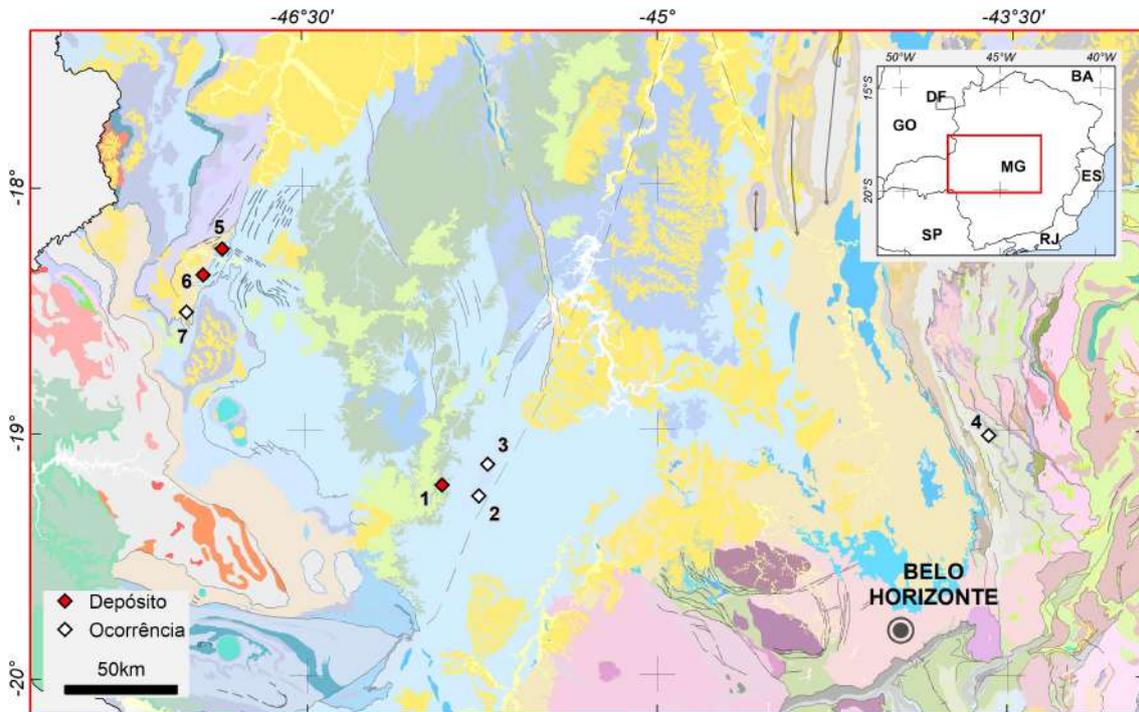


Figura 16. Localização dos principais depósitos e ocorrências de fosfato e potássio pré-cambrianos no estado de Minas Gerais. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014. Figura 4 de Uhlein *et al.* 2018, capítulo Fertilizantes provenientes de depósitos sedimentares de fosfato e de potássio pré-cambrianos, nesse livro).

5. MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS AO NEOPROTEROZOICO

5.1. FAIXA ARAÇUAÍ

Ferro

O Grupo Macaúbas, unidade metassedimentar cuja deposição apresenta influência glaciogênica, contém metadiamicctitos ferruginosos na sua unidade de topo, a **Formação Nova Aurora** (Viveiros *et al.* 1978, Grossi-Sad *et al.* 1997, Noce *et al.* 1997, Pedrosa-Soares *et al.* 2011), na região de Porteirinha (Figuras 9 e 17). Esses estão especificamente no Membro Riacho Poções que é portador de depósitos de ferro interpretados como do tipo Rapitan. São metadiamicctitos hematíticos com intercalações de quartzito e filito hematítico.

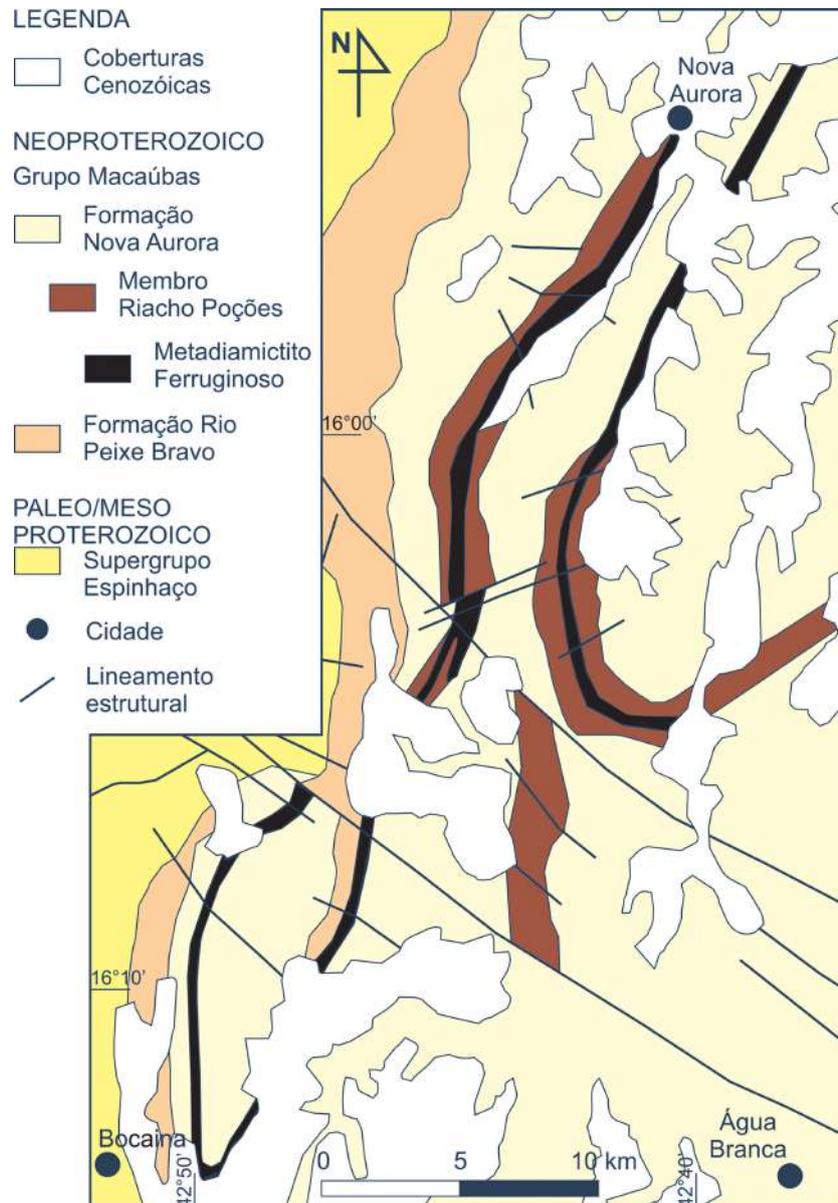


Figura 17. Mapa geológico simplificado da região da Província ferrífera Nova Aurora. Compilado e modificado a partir das seguintes fontes: Viveiros *et al.* (1978); Mourão & Grossi-Sad (1997); Roque *et al.* (1997); Vilela *et al.* (2014). Figura 13 de Caxito & Dias 2018, capítulo Ferro, nesse livro.

Ouro

Na região de **Minas Novas a Araçuaí** (Figura 18), ocorrências de ouro em veios de quartzo em zonas de cisalhamento associam-se a xistos grauvaquianos da Formação Salinas (Pedrosa-Soares 1995). São de pequeno tamanho, e objeto de trabalho de garimpagem esporádica, como é também o caso no Vale do Jequitinhonha. Ouro parece originado da alteração hidrotermal do Complexo Ofiolítico de Ribeirão da Folha (Pedrosa-Soares 1995).

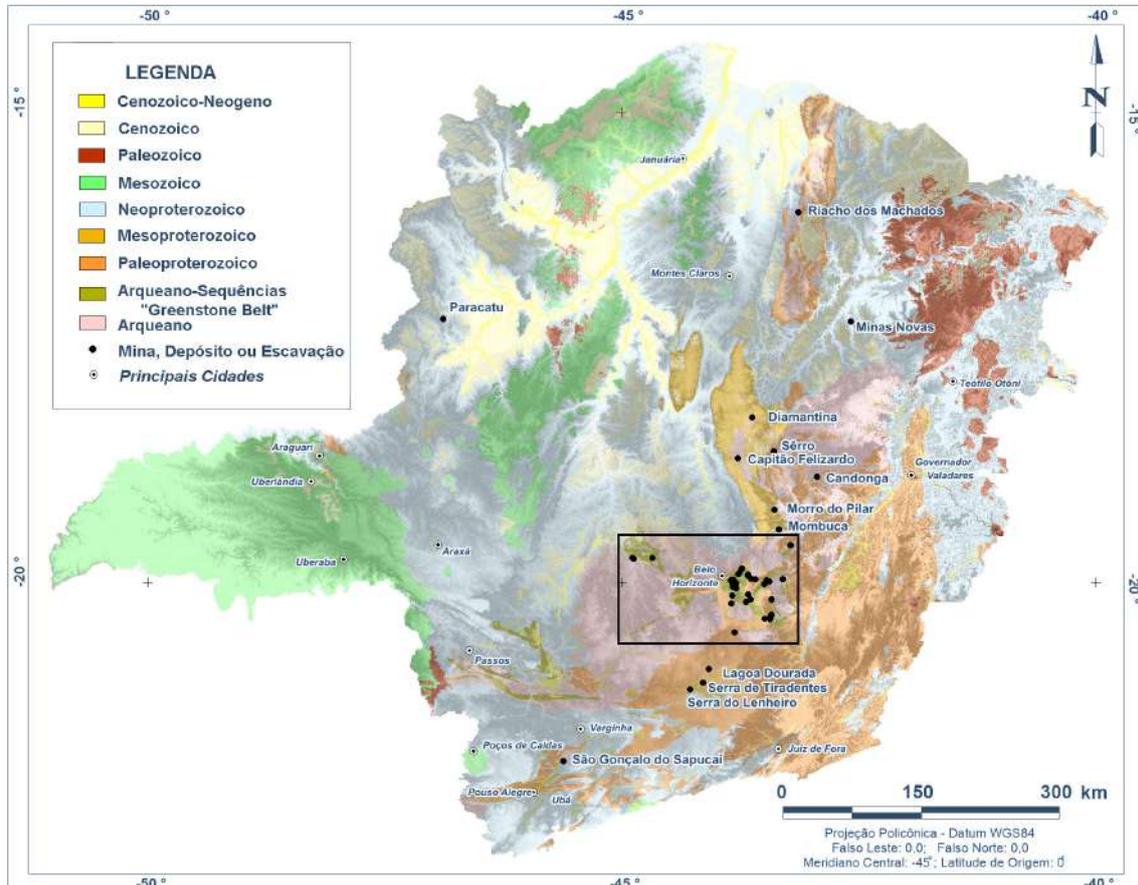


Figura 18. Mapa esquemático das eras e períodos geológicos do estado de Minas Gerais, indicando a localização das minas, depósitos e escavações. O retângulo em destaque é para a região do Quadrilátero Ferrífero e arredores, detalhado na Figura 3. Base utilizada: mapa geológico (Pinto & Silva 2014) sobre modelo digital de terreno desenvolvido pelo SRTM-NASA (USGS 2015). Figura 5 de Lobato & da Costa 2018, capítulo Ouro, nesse livro.

Grafita

Depósitos de grafita *flake* em Minas Gerais estão, essencialmente, relacionados a rochas metamórficas de origem sedimentar encontradas em duas unidades proterozoicas da Faixa Araçuaí (Figura 19): o grafita xisto, que ocorre no Grupo Macaúbas, e grafita gnaise, presente em suíte kinzigítica do Complexo Jequitinhonha. As mineralizações de grafita encontram-se disseminadas e muito raramente maciças (Belém 2018, nesse livro).

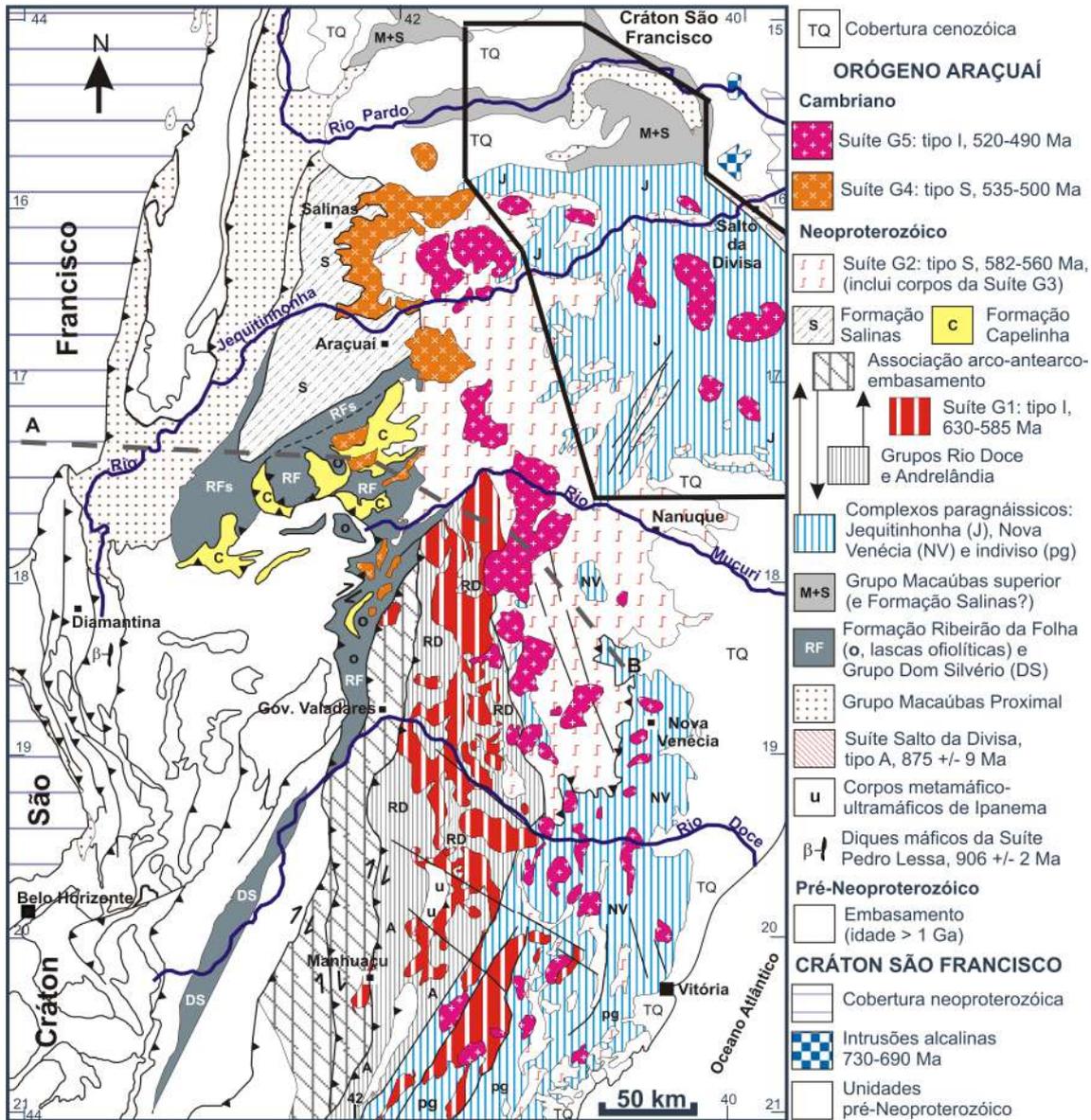


Figura 19. Unidades estratigráficas do Orógeno Araçuaí, com a localização da Província Grafítica Bahia-Minas (Pedrosa-Soares *et al.* 2007). Figura 5, de Belém 2018, capítulo Grafita, nesse livro.

Gemas - Pegmatitos

Definida por Paiva (1946), além de Minas Gerais, a Província Pegmatítica Oriental do Brasil abrange estados da Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro, com > 90% desta área no leste do primeiro estado, no Orógeno Araçuai (Figura 14).

Inúmeros pegmatitos são relacionados ao magmatismo granítico desenvolvido durante a evolução do orógeno. Além de maior produtora de minerais gemológicos, de coleção e raros do país, e uma das mais importantes do mundo, produz ainda diversos minerais industriais como de lítio (Figura 20), estanho (Figura 21) e tântalo (Figura 22).

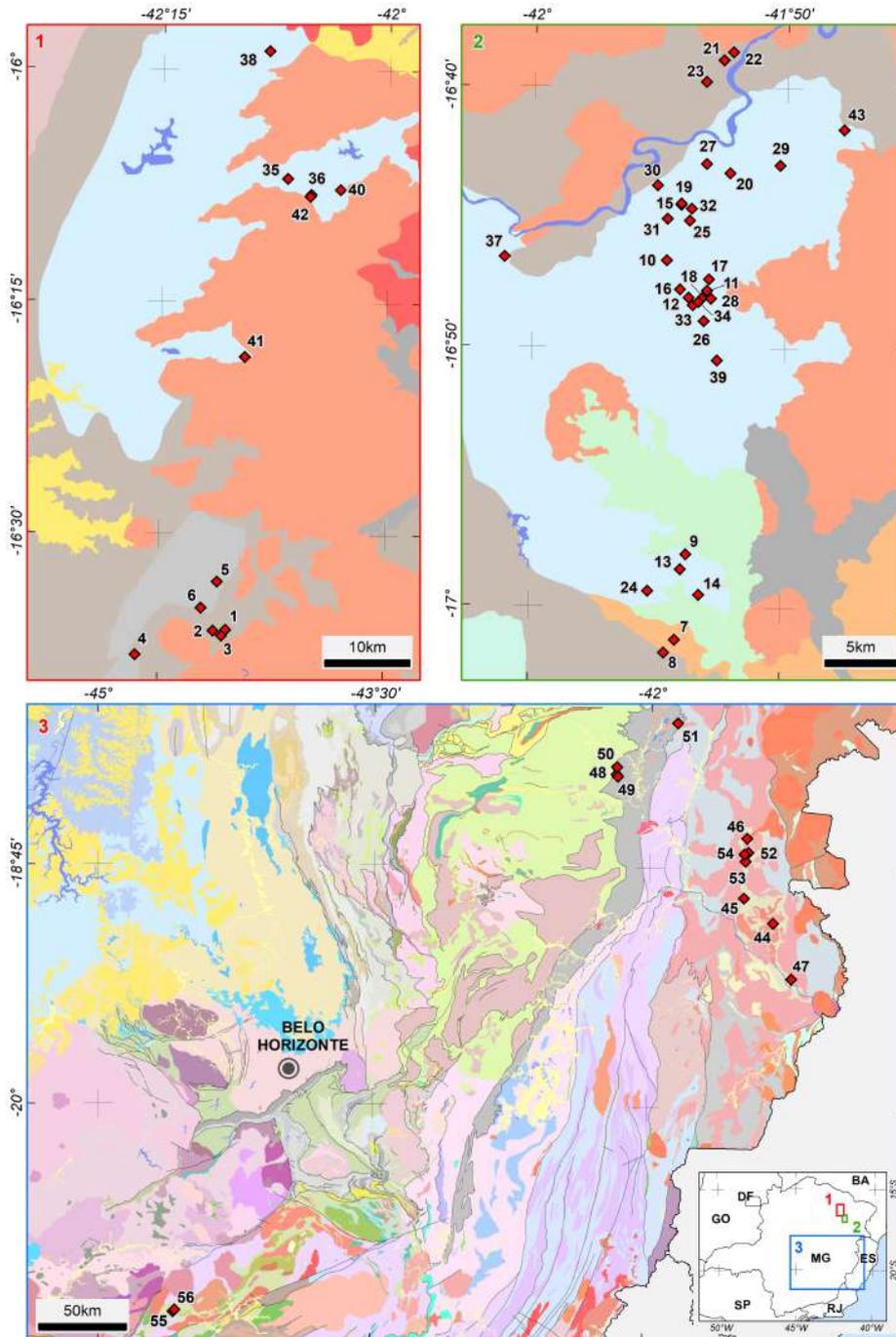


Figura 20. Principais ocorrências de lítio no estado de Minas Gerais.. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014. Figura 6 de Chaves *et al.* 2018, capítulo Lítio, nesse livro.

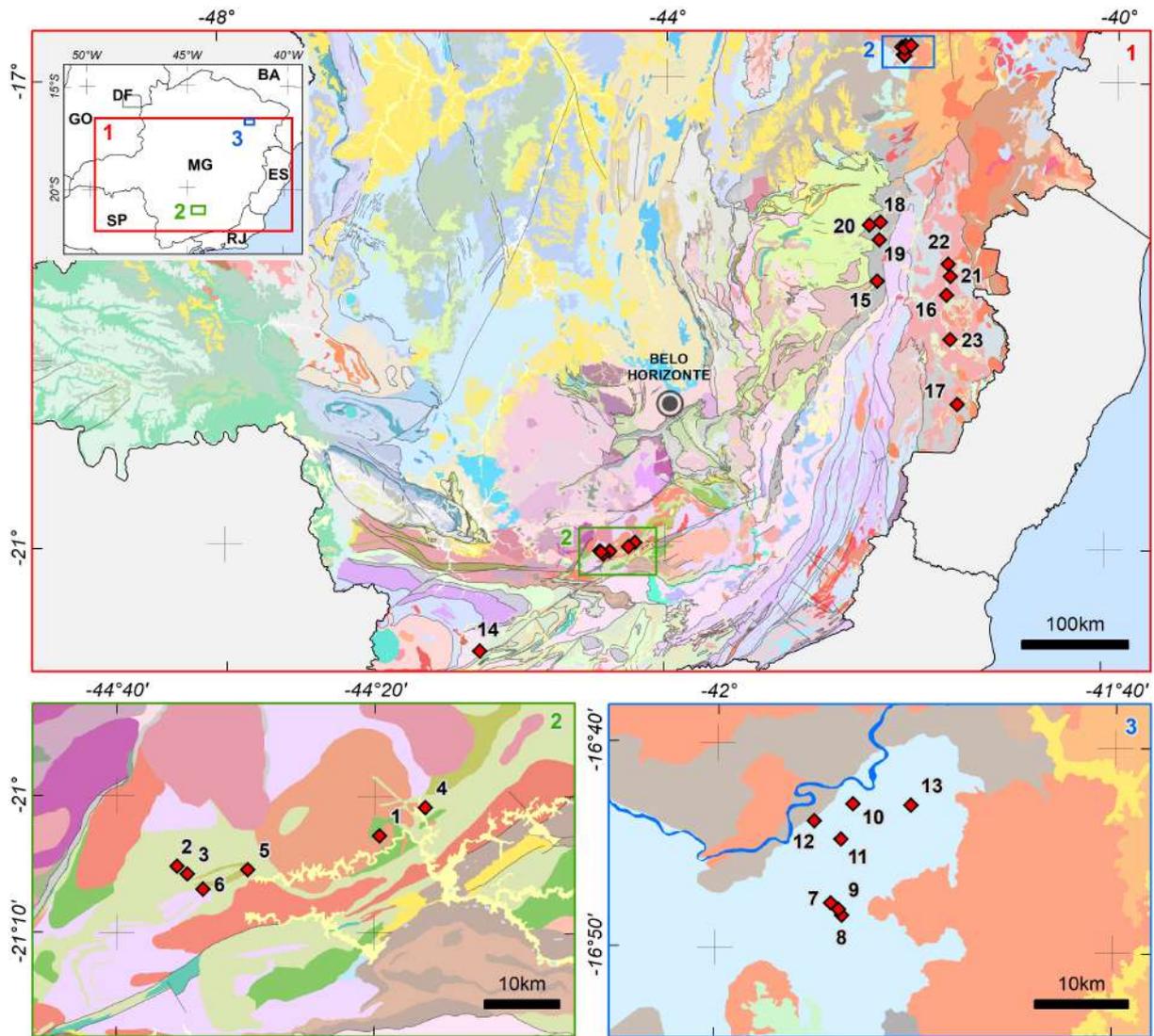


Figura 21. Principais ocorrências de estanho no estado de Minas Gerais. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014. Figura 5 de Dias *et al.* 2018, capítulo Estanho, nesse livro.

Os minerais gemológicos esmeralda, água-marinha (e outras variedades de berilo), topázio (excluindo sua variedade "imperial"), crisoberilo e alexandrita, turmalinas, kunzita/hiddenita, euclásio, brazilianita, granadas e fenacita se associam a essa região. Titanita, rubi/safira, andalusita e cordierita também se relacionam à evolução do orógeno, embora ocorram em outras rochas que não pegmatitos. Distritos de maior importância são Araçuaí, Pedra Azul, Padre Paraíso, São José da Safira, Conselheiro Pena, Santa Maria de Itabira e Caratinga (Figura 23)

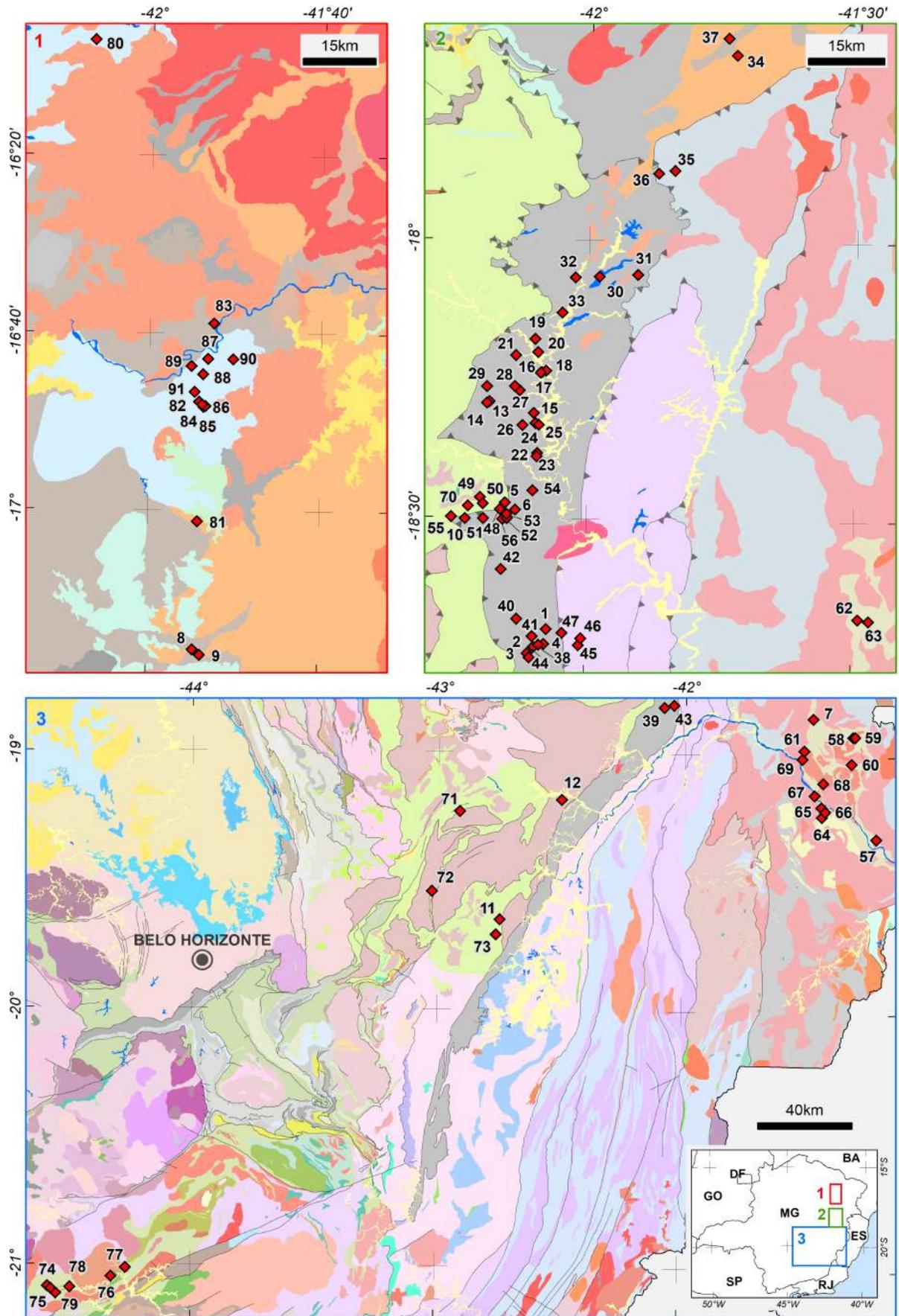


Figura 22. Principais ocorrências de tântalo no estado de Minas Gerais. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014. Figura 4 de Dias *et al.* 2018, capítulo Tântalo, nesse livro.



Figura 23. Mapa de Minas Gerais mostrando a distribuição dos principais distritos pegmatíticos com jazidas ou ocorrências de minerais gemológicos e de coleção em Minas Gerais, 1) Araçuaí-Itinga, 2) Pedra Azul, 3) Padre Paraíso, 4) São José da Safira, 5) Conselheiro Pena, 6) Santa Maria de Itabira, 7) Caratinga. Figura 23 de Chaves & Dias 2018, Gemas e Minerais de Coleção, nesse livro.

5.2. FAIXA BRASÍLIA

O Grupo Vazante, localizado na parte externa da Faixa de Dobramentos Brasília (Figura 24), é constituído por uma espessa seqüência marinha dolomítica-pelítica, às quais estão associados importantes depósitos de fosfato, na porção mais basal e, na porção intermediária, de zinco e chumbo. A despeito de sua idade incerta, é aqui incluído seguindo a literatura que indica seu posicionamento no Meso-Neoproterozoico.

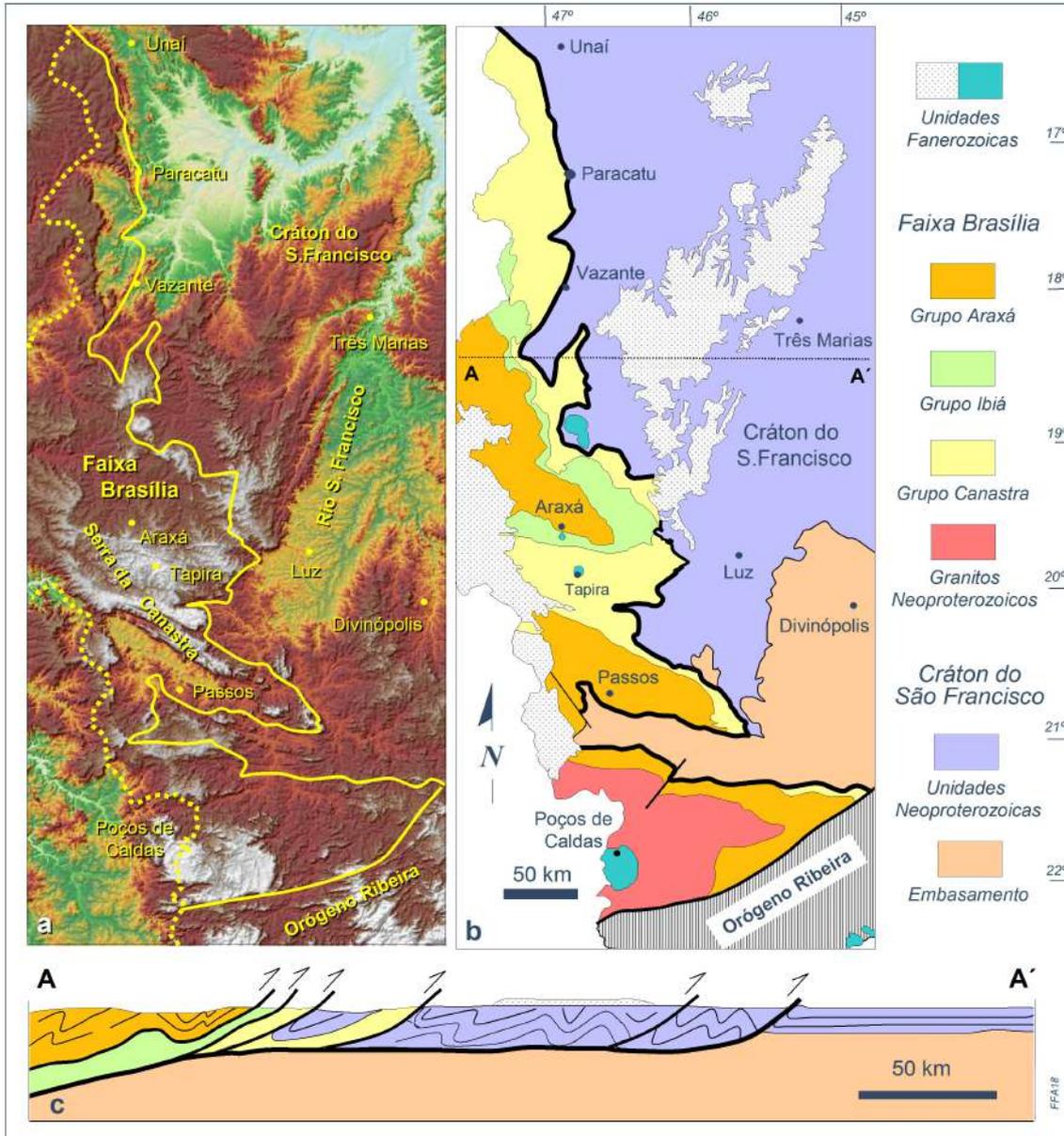


Figura 24. a) Modelo digital de terreno da Faixa Brasília Meridional e zona cratônica adjacente em Minas Gerais. b) Mapa geológico simplificado que enfatiza as principais unidades litológicas e estruturas da Faixa Brasília Meridional em Minas Gerais. c) Corte geológico através da parte central da Faixa Brasília (localização indicada no mapa geológico acima). Notar que, mesmo no interior do cráton, as rochas sedimentares foram deformadas e transportadas em direção a leste sobre uma superfície horizontal (Confeccionado com base em Pinto & Silva 2014 e Valeriano *et al.* 2004). Figura 13 de Alkmim 2018, capítulo História Geológica de Minas Gerais, nesse livro.

A organização estratigráfica é dividida, da base para o topo, em sete formações: Santo Antônio do Bonito, Rocinha, Lagamar, Serra do Garrote, Serra do Poço Verde, Morro do

Calcário e Serra da Lapa (Dardenne & Botelho 2014). O Grupo Canastra, que cavalga o Grupo Vazante, hospeda a maior jazida de ouro a céu aberto do país (Figura 146 de Dardenne & Schobbenhas 2001), sendo que o Canastra é cavalgado por rochas do Grupo Bambuí a leste (Figura 25).

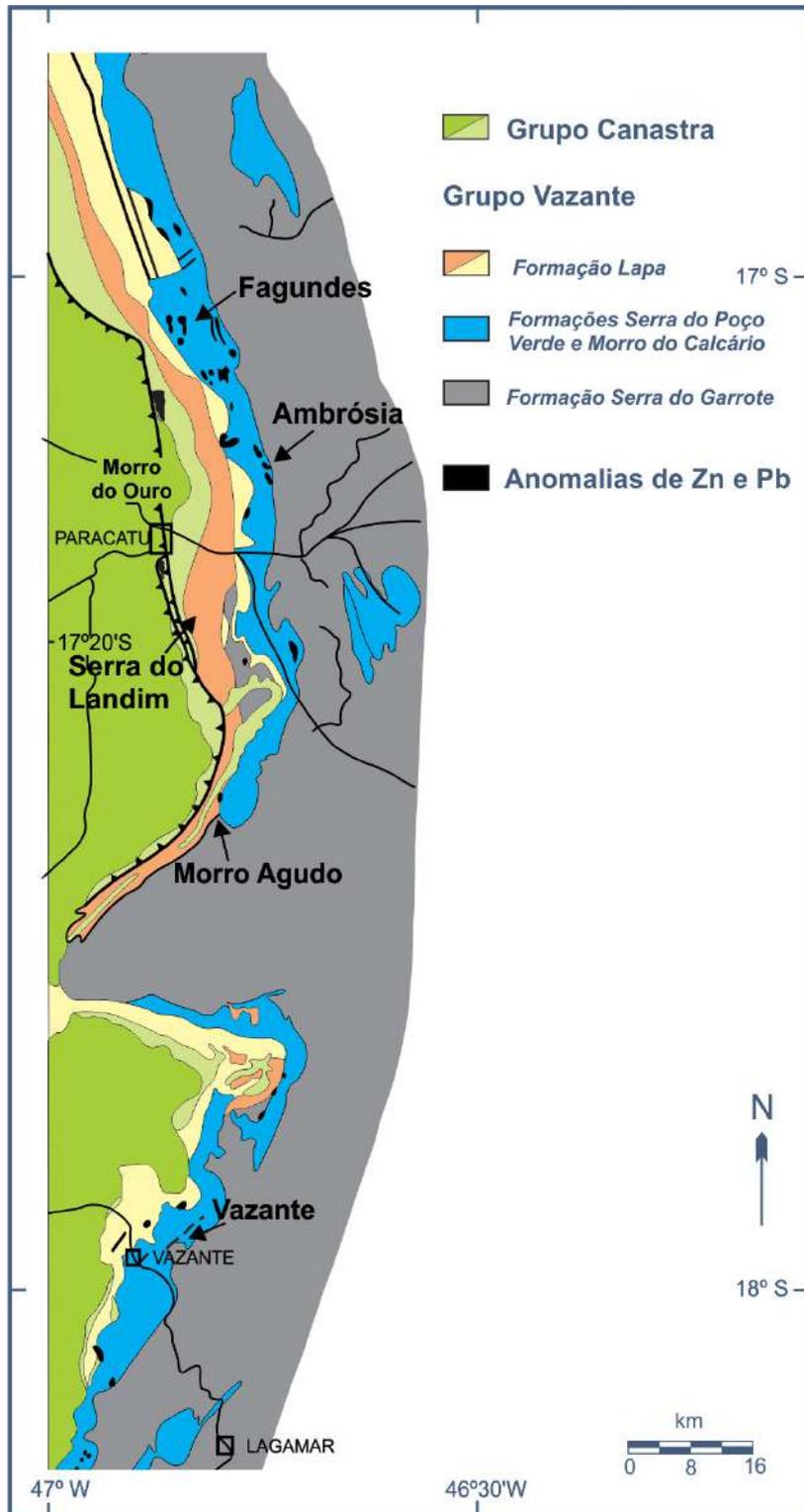


Figura 25. Distribuição das rochas do Grupo Vazante e localização das principais áreas de mineralizações de zinco e chumbo (adaptado de Monteiro *et al.* 2006). (Figura 6 de Valeriano *et al.* 2018, capítulo Chumbo e Zinco, nesse livro).

Ouro

Junto a Paracatu (Figura 24), na mina Morro do Ouro, encontra-se um dos maiores depósitos auríferos do Brasil, e com o menor teor desse metal. Embora a maioria dos sistemas auríferos brasileiros esteja em terrenos do Neoarqueano e Paleoproterozoico, Morro do Ouro é de idade neoproterozoica. Depósito do tipo orogênico, hospeda-se em filitos carbonosos e quartzitos da Formação Paracatu do Grupo Canastra (Freitas Silva *et al.* 1991, Oliver *et al.* 2015).

Na porção sul de Minas Gerais destacam-se veios de quartzo auríferos sulfetados (Figura 18):

(i) Na Formação Tiradentes do Grupo São João del Rei, nas serras do Lenheiro e São José (Karfunkel *et al.* 1984);

(ii) Em São Gonçalo do Sapucaí, em zonas de cisalhamento, afetando o Grupo Andrelândia (e.g., Belém *et al.* 2011);

(iii) Em rochas gnáissicas junto a Lagoa Dourada (Guimarães & Oppenheim 1934).

Zinco e Chumbo

Zinco e chumbo em Minas Gerais ocorrem em sua quase totalidade em rochas dolomíticas e subordinadamente metapelíticas do Grupo Vazante (Figura 26).

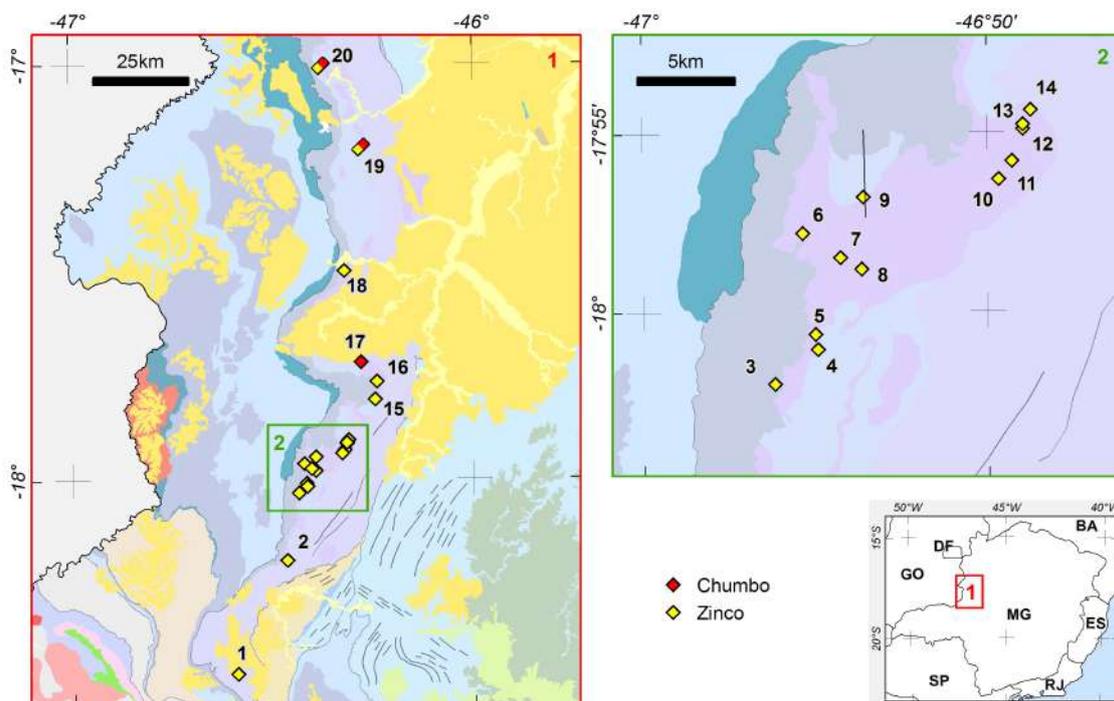


Figura 26. Principais ocorrências de chumbo e zinco no estado de Minas Gerais. Mapa geológico modificado de Pinto & Silva 2014. (Figura 4 de Valeriano *et al.* 2018, capítulo Chumbo e Zinco, nesse livro).

Os dolomiticos das formações Serra do Poço Verde e Morro do Calcário encerram os depósitos de (chumbo) zinco de Vazante e de Morro Agudo, respectivamente. Há dois distritos desses metais: (i) zincífero tipo Vazante, em dolomito da formação Serra do Poço Verde; (ii) plumbo-zincífero sulfetado tipo Morro Agudo (ainda Fagundes, e Ambrósia) em

dolomito da formação Morro do Calcário (e.g., Dardenne & Schobbenhaus 2001, Monteiro *et al.* 2006, Dardenne & Botelho 2014, Misi *et al.* 2014).

(i) Minério silicatado dominado por willemita e calamina supergênica, em zonas de brechas mineralizadas;

(ii) Mineralização constituída essencialmente por esfalerita e galena, com pirita e barita subordinadas, sendo disseminada e associada à fácies de brechas, brechas dolareníticas e dolarenitos.

Ocorrências e indícios de zinco e chumbo (Pb-Zn-Ag-CaF₂ do tipo *stratabound*), de menor expressão, estão presentes em rochas carbonáticas dos estratos inferiores do Grupo Bambuí (Formação Sete Lagoas; Figura 27).

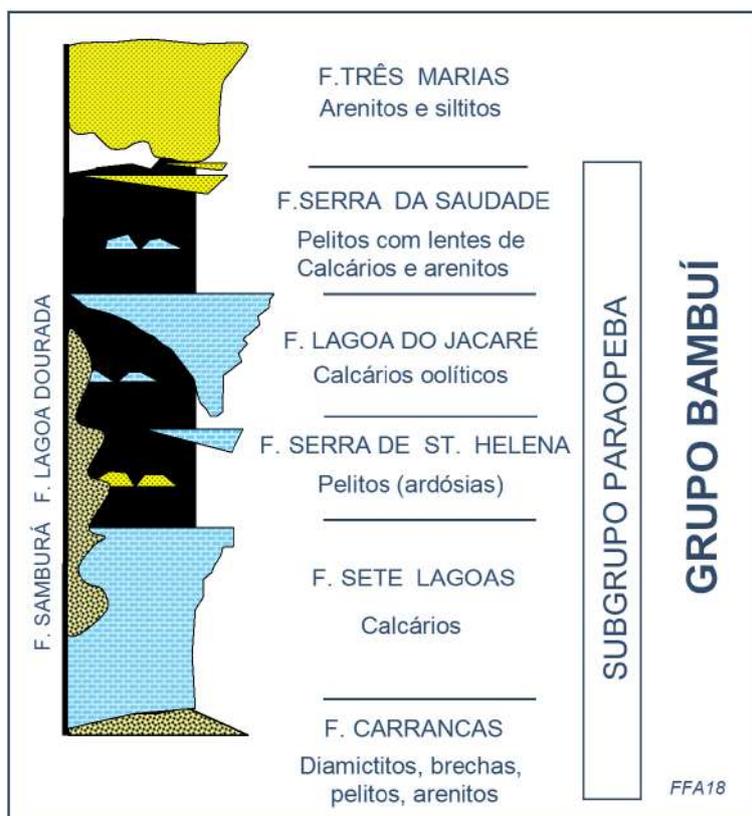


Figura 27. Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí, com as suas principais formações (Modificado de Alkmim & Martins-Neto 2001). Figura 9 de Alkmim 2018, capítulo História Geológica de Minas Gerais, nesse livro.

Fosfato

Os depósitos de fosfato de **Rocinha** e **Lagamar** (Figura 16) estão inseridos na Formação Rocinha, porção basal do Grupo Vazante.

Fosforitos associam-se a ardósias carbonosas e carbonáticas microdobradas, na forma de fosforuditos, fosfarenitos, e principalmente fosfolutitos. Os fosfarenitos são a parte essencial do minério. O mineral preponderante é uma fluorapatita, que resulta da lixiviação do CO₂ do carbonato-fluorapatita original por fluidos relacionados ao metamorfismo e ao intemperismo.

6. MINERALIZAÇÕES RELACIONADAS AO FANEROZOICO

6.1. MESOZOICO

As unidades consideradas da Era Mesozoica ocorrem predominantemente nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Parnaíba (Figura 28). Ocupam ainda parte das regiões NW e N de Minas, e parte dos municípios de Rio Parnaíba, Cedro do Abaeté, São Gotardo, São Gonçalo do Abaeté, Patos de Minas, Presidente Olegário, João Pinheiro, Buritizeiro, entre outros, em extensa área a norte do Rio Urucuia, atingindo ainda parte dos municípios de São Francisco, Urucuia, Januária, Itacarambi, Montalvânia e Manga.

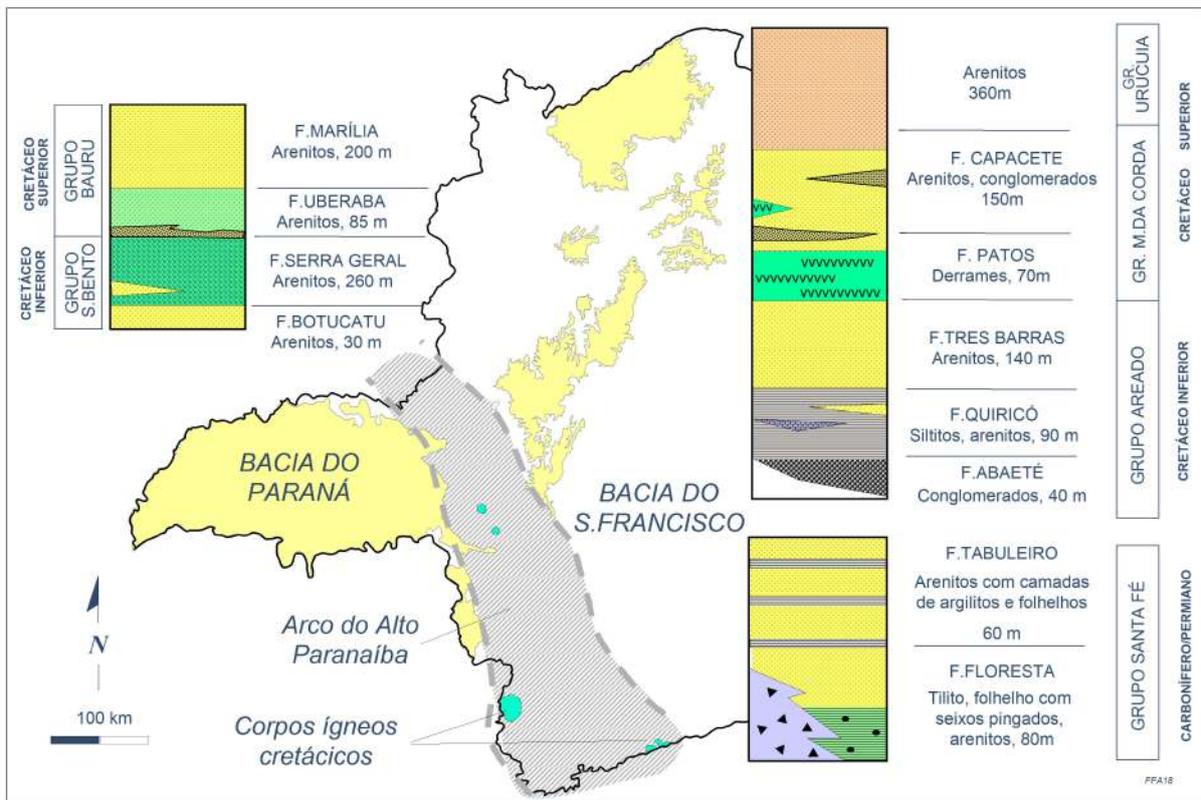


Figura 28. Mapa geológico simplificado dos terrenos fanerozoicos de Minas Gerais, com as respectivas colunas estratigráficas simplificadas das bacias do São Francisco e Paraná. Representam-se também Arco do Alto Parnaíba e as maiores intrusões ígneas cretácicas associadas (Confeccionado com base em Campos & Dardenne 1997, Sgarbi *et al.* 2001, Pinto & Silva 2014). Figura 14 de Alkmim 2018, capítulo História Geológica de Minas Gerais, nesse livro.

Como apontado por Victoria 2018 (Recursos para a Construção Civil, nesse livro), as rochas mais comuns utilizadas para a produção de brita são calcário, quartzito, granito, o gnaisse, basalto e gabro (ou diabásio; Figura 29).

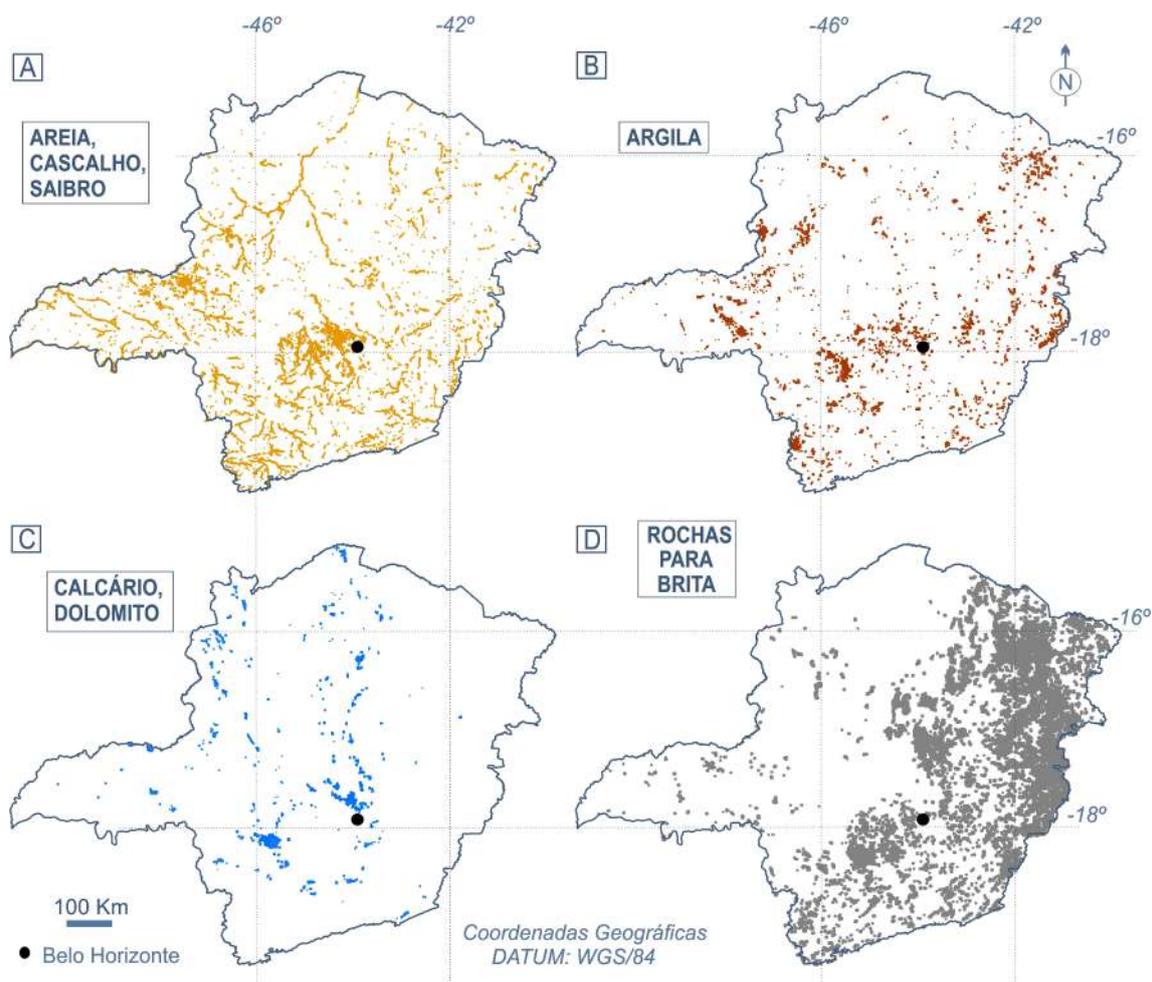


Figura 29. Localização das áreas com títulos minerários para pesquisa ou lavra em áreas com potenciais para agregados em Minas Gerais. **A)** Areia, cascalho e saibro (9.532 títulos ao todo). **B)** Argila (2.781 títulos). **C)** Calcário e dolomito (1.431 títulos). **D)** Rochas passíveis de serem britadas (8.740 títulos). Fonte: DNPM 2017. Figura 19 de Victoria 2018, capítulo Recursos para a Construção Civil, nesse livro

Na região do **Triângulo Mineiro** e **Alto Paranaíba** predominam rochas sedimentares e vulcânicas associadas à megaestrutura denominada Bacia Sedimentar do Paraná. Pequenos depósitos e minas de calcário (Figura 30) próximo a Uberaba, são hospedados em rochas sedimentares da Formação Uberaba-Grupo Bauru. Minas de basalto para brita, como aquelas próximas de Ituitaba, Uberaba e Uberlândia, são hospedadas em derrames de basaltos da Formação Serra Geral, além de pequenos depósitos e lavras pouco expressivas de saibro, argilas (argilitos) e cascalheiras locais, sempre próximas às cidades da região. Citam-se ainda, no Grupo Baurú, depósitos aluviais da Formação Marília, com concentrações locais de jazigos fossilíferos consideráveis, como por exemplo, em Peirópolis.

Já nas regiões NW e N do estado, afloram rochas da Bacia do São Francisco, sob a forma de extensas depressões interconectadas e limitadas por falhas. No seu interior se depositaram cascalhos e areias da base do Grupo Areado, onde são comuns localmente pequenos depósitos e lavras rudimentares destes materiais. Com a formação do Arco do Alto Paranaíba (Hasui & Haraliv 1991, Campos & Dardenne 1997), a região é cortada por corpos magmáticos alcalinos, carbonatíticos e kimberlíticos, com mesma idade de deposição do Grupo Mata da Corda, predominantemente constituído por lavas, bombas, *lapilli* e cinzas vulcânicas. Também simultaneamente para o norte depositava-se o Grupo Urucua, com

características eólicas, sendo que nesta unidade são comuns depósitos e lavras isoladas de areias, argilas e cascalheiras, bem como esparsas ocorrências de fosfatos.

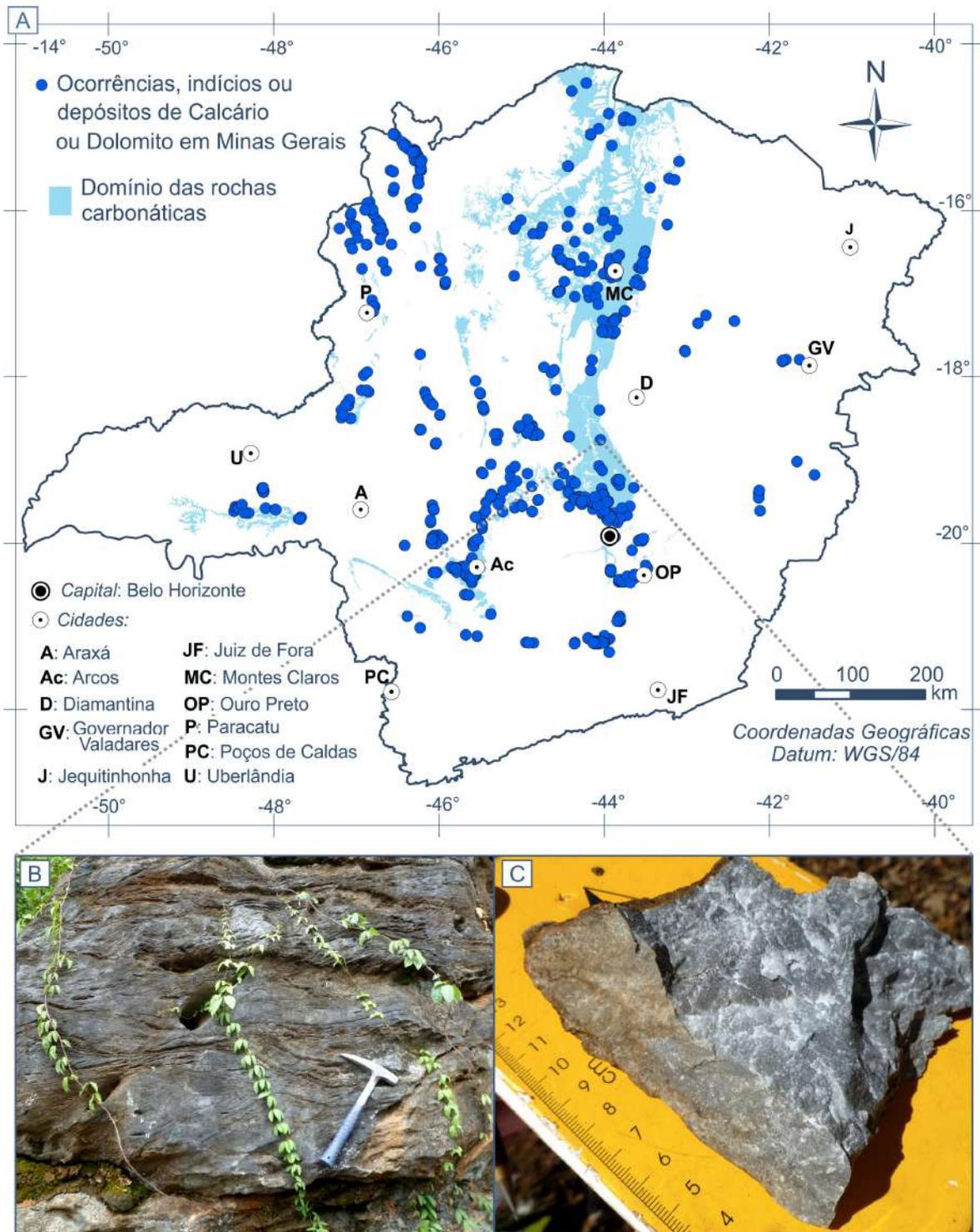


Figura 30. A) Principais ocorrências, indícios ou depósitos de calcário e dolomito registrados no estado de Minas Gerais (CODEMIG 2018, CPRM 2018); B) Aspecto geral de afloramento de calcário da Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí; Latitude: 18,602920S, Longitude: 43,967835W, Datum: WGS84) que ocorre na região de Presidente Juscelino. C) Detalhe do calcário amostrado no afloramento anterior. As porções mais claras são regiões mais puras, contendo cristais submilimétricos de calcita, enquanto que as porções mais escuras são regiões que contém uma concentração maior de impurezas. Figura 2 de Victoria 2018, capítulo Recursos para a Construção Civil, nesse livro.

6.2 MAGMATISMO ALCALINO

Ainda relacionado ao Arco do Alto Paranaíba, entre o centro oeste e sudeste de Minas Gerais, ocorrem corpos intrusivos dômicos de variadas dimensões (Figura 31). Têm idades entre 90 e 70 milhões de anos, relacionadas a uma série de injeções magmáticas alcalinas, carbonatíticas e kimberlíticas. O maciço Alcalino Poços de Caldas é o maior destes corpos, e possui cerca de 30 km de diâmetro, circundado por um cordão de serras que lhe empresta a feição de uma cratera. Ocorre nos municípios de Poços de Caldas, Caldas e Andradas em Minas Gerais e, em menor expressão, nos municípios de Águas do Prata e São Sebastião do Gramma, já no estado de São Paulo (Figura 32).

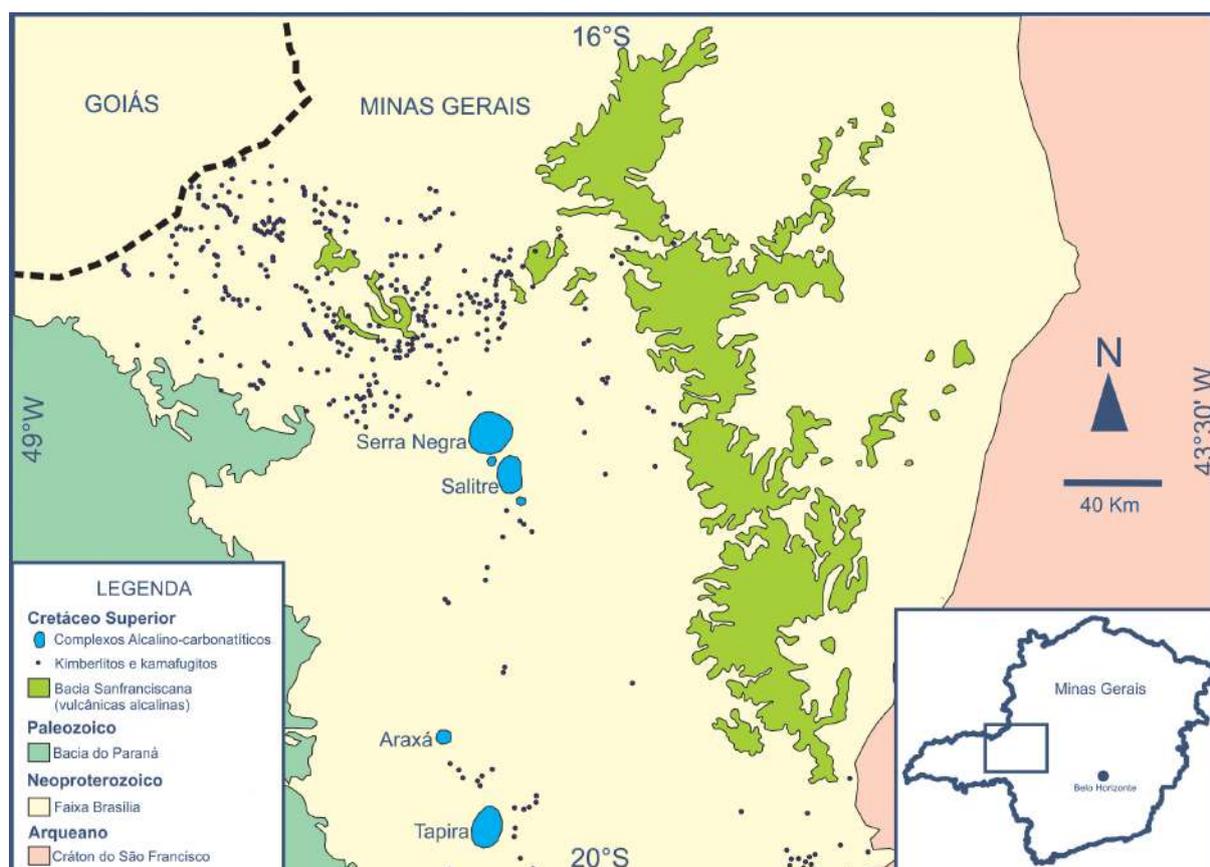


Figura 31. Província Ígnea Alcalina do Alto Paranaíba no estado de Minas Gerais, de idade neocretácica. Ver localização na Figura 6. Modificado de Oliveira *et al.* (2004). Figura 7 de Seer & Moraes 2018, capítulo Nióbio, nesse livro.

Poços de Caldas aloja depósitos de minerais de urânio (Pires 2013), nióbio e de elementos terras raras, zirconita, molibdênio, sienito, argilas e bauxita, refratária ou não. Entre 1982 e 1995 operou no município de Caldas a Mina de Urânio Osamu Utsumi, pertencente às Indústrias Nucleares do Brasil – INB, inserida no Complexo Mínero-Industrial de Poços de Caldas – CIPC. Além disso, ocorrem algumas pequenas minas de sienito (uso como brita e eventualmente fundente), de argila e argila refratária; e pequenas e médias minas de bauxita.

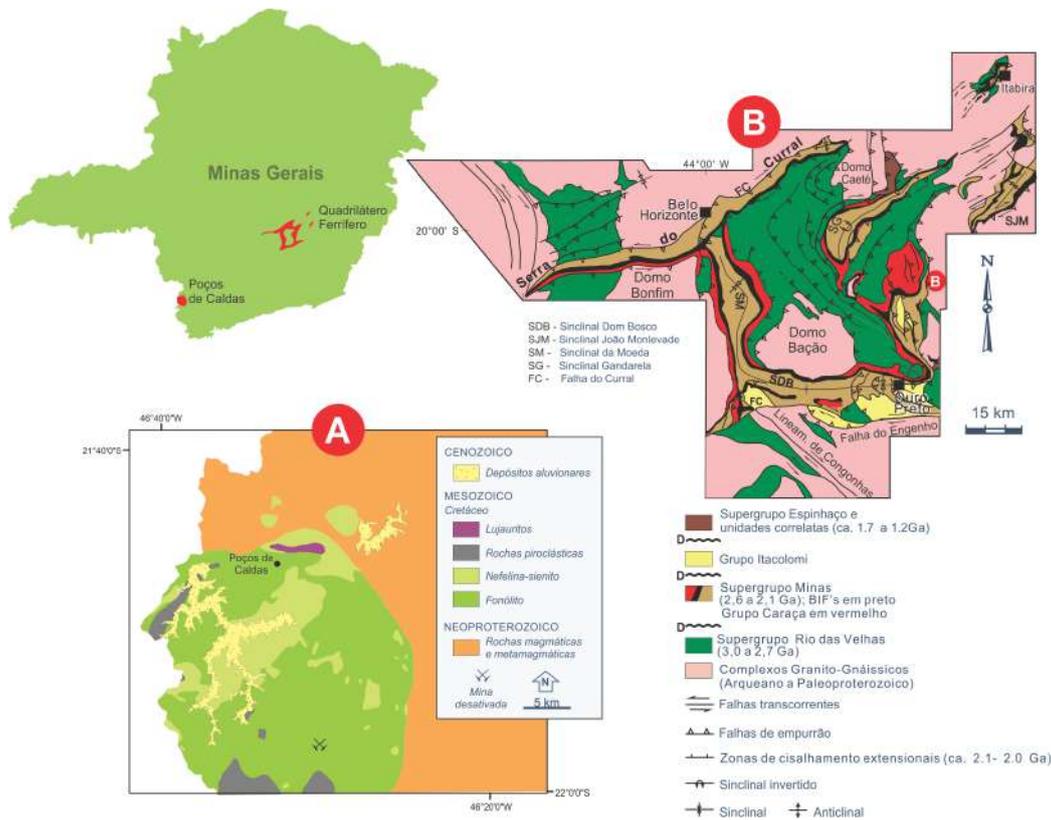


Figura 32. Principais depósitos e ocorrências de urânio em Minas Gerais. **A)** Mapa geológico da porção mineira do Complexo Alcalino de Poços de Caldas (modificado de Tedeschi *et al.* 2015); **B)** Mapa geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero, com destaque para as principais áreas de ocorrência do Grupo Carajás, unidade que contém a Formação Moeda (modificado de Dalstra & Rosière 2008). Figura 16 de Kuchenbecker 2018, capítulo Recursos Minerais Energéticos, nesse livro.

Outros maciços alcalinos que merecem citação são os localizados em Tapira, Araxá, Serra Negra e Salitre, alguns com depósitos de fosfato, titânio e terras raras. O Maciço de Tapira hospeda em seu interior uma mina de fosfato em atividade (Figura 33). O Maciço de Salitre hospeda atualmente duas minas de fosfato, sendo uma em implantação. O Maciço de Serra Negra apresenta até o momento apenas depósitos de fosfato (Figura 34); e, finalmente, o Maciço de Araxá possui duas minas de nióbio e fosfato, da Companhia Brasileira de Mineração e Metalurgia (CBMM), e um depósito de minerais do Grupo de Elementos Terras Raras (ETR) (Figura 35).

Ainda relacionados a este tipo de evento magmático, há corpos intrusivos kimberlíticos e correlacionados (Figura 31), responsáveis por raros depósitos de diamante primário e abundantes depósitos secundários e terciários, nas províncias oeste de São Francisco, Alto Paranaíba e Serra da Canastra (Figuras 15 e 36).

Na Província Oeste de São Francisco, ao longo dos ribeirões Areado e Tiros, ocorrem pequenos depósitos de diamante por quilômetros de extensão em seus aluviões, com uma mina em atividade neste último. Na Província Alto Paranaíba, são comuns vários depósitos secundários de diamante em leitos ativos e paleocanais nos municípios de Coromandel, Abadia dos Dourados, Monte Carmelo, Douradoquara, Estrela do Sul, Romaria, Cascalho Rico e Grupiara, concentrados em zona na porção superior da bacia do Rio Paranaíba e afluentes da margem sul, como os rios Santo Inácio, Dourados, Douradinho, Preto e Santo Antônio do Bonito.

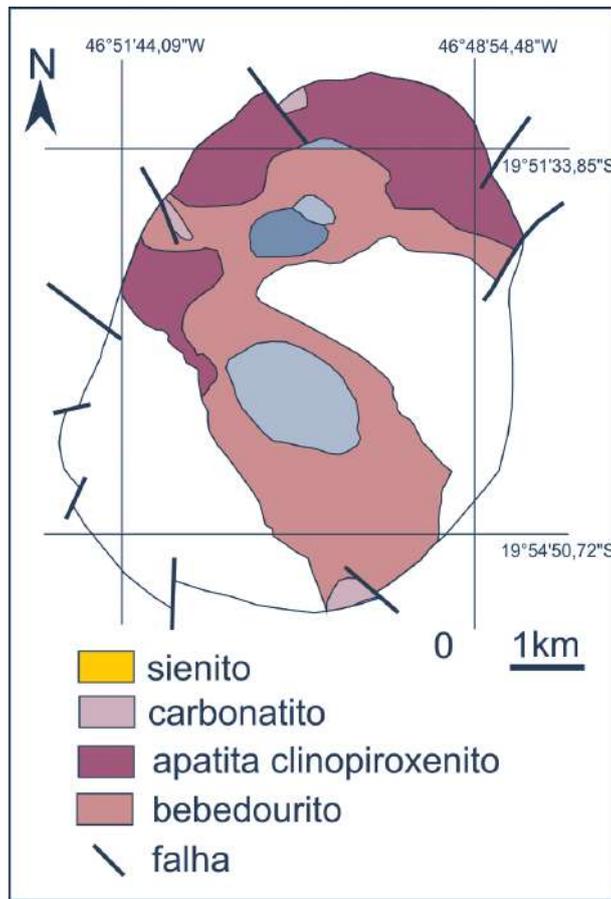


Figura 33. Complexo Alcalino Carbonatítico de Tapira – arcabouço geológico baseado em testemunhos de sondagem, modificado de Brod (1999). Figura 13 de Moraes & Seer 2018, capítulo Terras Raras, nesse livro.



Figura 34. Imagem de Satélite dos Complexos Serra Negra e Salitre I, Salitre II e Salitre III e sua localização no mapa de MG, à direita. A imagem mostra também a cidade de Patrocínio, a NE. Figura 15 de Moraes & Seer 2018, capítulo Terras Raras, nesse livro.

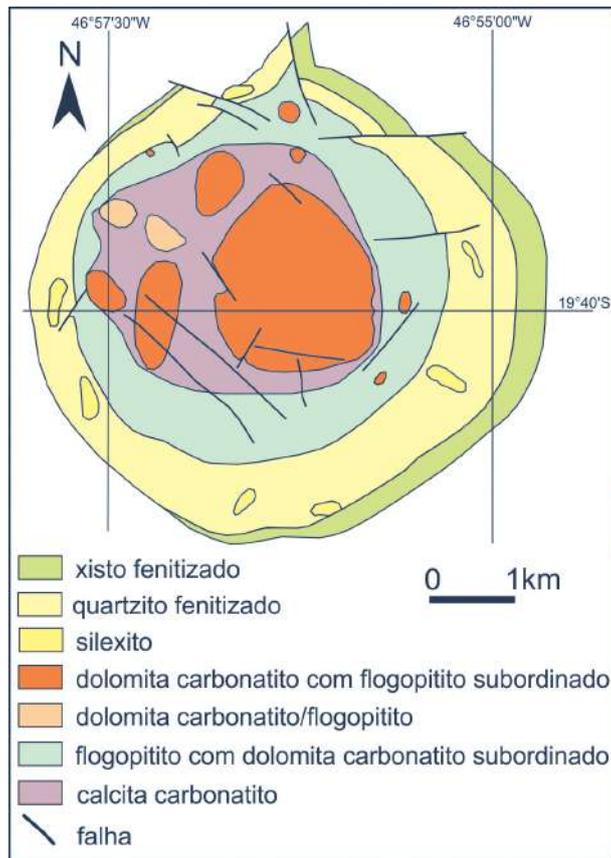


Figura 35. Mapa geológico do Complexo Alcalino-Carbonático de Araxá, adaptado de *Silva et al. (1979)*.

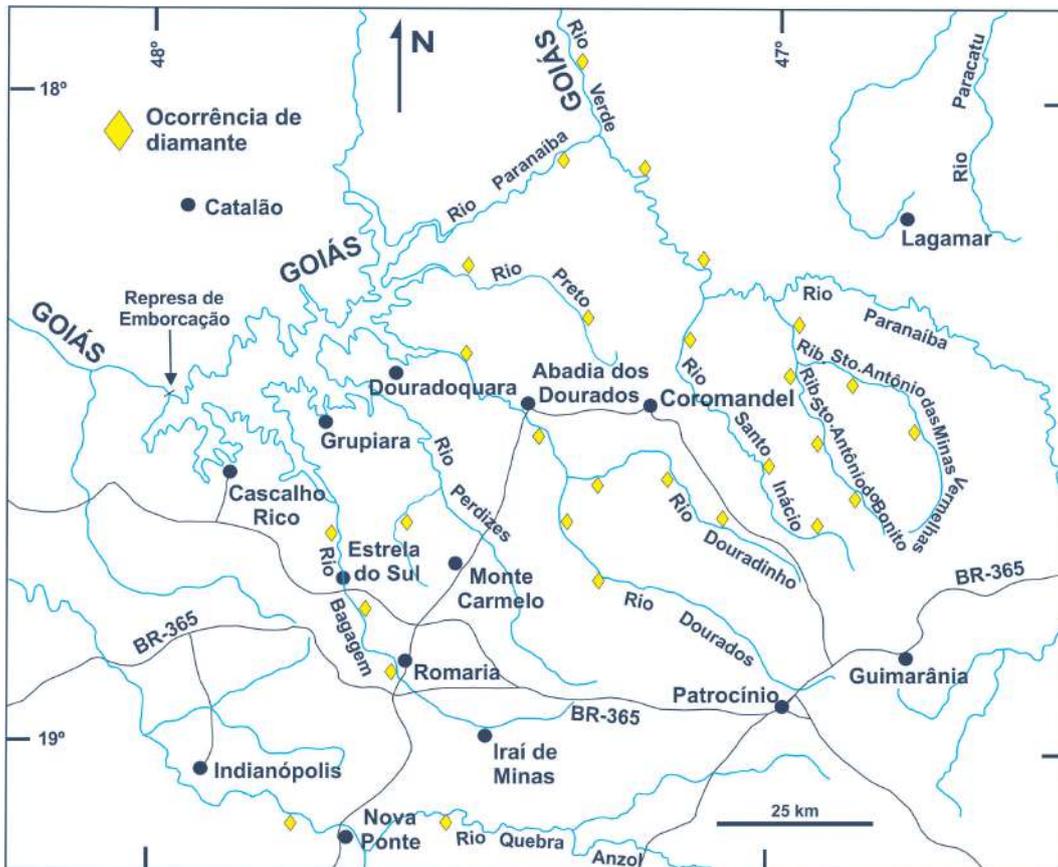


Figura 36. Principais rios com aluviões diamantíferos da Província Alto Paranaíba. Figura 19, de Chaves 2018, capítulo Diamante, nesse livro.

6.3. CENOZOICO

As unidades pré-cenozoicas na região sudeste do Brasil passaram por ciclos erosivos cenozoicos, sendo parcialmente erodidas e rejuvenescidas em consecutivas fases, compreendendo diversas superfícies de aplainamento. Como consequência, foram gerados platôs, terraços e pediplanos recobertos por sedimentos arenosos, siltosos, argilosos e localmente conglomeráticos, aflorantes nas regiões oeste e norte de Minas Gerais. Estas unidades não fornecem depósitos econômicos.

A depender da litologia subjacente, fatores tais como enriquecimento supergênico, associados ou não a lateritização, geraram depósitos subeconômicos a econômicos sobre determinadas litologias arqueanas a mesozoicas, mas de forma localizada. Neste caso, encaixam-se os depósitos superficiais de algumas das minas de minério de ferro da região do Quadrilátero Ferrífero e arredores; e em minas de manganês em Conselheiro Lafaiete, a sul do dessa região, e em sentido sudoeste de Minas Gerais.

Citem-se também os depósitos superficiais de minério de níquel laterítico de Ipanema e Pratápolis; bauxita na região do Quadrilátero Ferrífero (Gandarela, Jardim Canadá e Ouro Preto, entre outras) e sul de Minas Gerais (Miraí, Cataguases e Simonésia); depósitos menores ao longo de Itamonte, Passa Quatro e Espera Feliz; e, finalmente, depósitos menores e localizados de caulim no leste de Minas Gerais, em Vermelho Novo e em Mar de Espanha.

Coberturas quaternárias ocorrem sob a forma de depósitos, variando de elúvio-coluvionares em topo de elevações e chapadas, bem como a meia encosta, e principalmente depósitos aluvionares preenchendo calhas de rios, paleoterraços e drenagens menores. São conglomeráticos (na base) arenosos, areno-argilosos e argilosos. As maiores áreas de exposição desta unidade ocorrem nos médios cursos da bacia do Rio São Francisco e afluentes maiores (rios Paracatu, Urucuai, Verde Grande, Gortuba, Jequitai e Rio das Velhas), da bacia do Rio Doce e nos rios Araçuaí e Jequitinhonha, fornecendo raros depósitos de cascalheiras e areias (Figura 29). Contudo, os depósitos econômicos e minas verificados situam-se em rios e afluentes menores das porções leste, sul, oeste de Minas Gerais e principalmente no Quadrilátero Ferrífero e arredores.

Ouro foi inicialmente trabalhado por bandeirantes paulistas em aluviões quaternários e paleoterraços desde o final do século XVII, ao longo de trilhas e caminhos que se originavam na então Vila de São Paulo, cruzavam pelos rios Sapucaí e das Mortes, e seguiam ao sertão da Bahia. Com a descoberta do ouro em grandes volumes em aluviões do Quadrilátero Ferrífero, esta região passou pelo primeiro *goldrush* do Brasil entre o fim do século XVII e em grande parte ao longo do século XVIII, com maior volume de trabalhos até 1750. Entre as drenagens e tributários então intensamente trabalhados citam-se o Rio Maranhão, Ribeirão do Carmo, Córrego Canela (Maquiné), Rio Gualaxo do Norte, Rio Piranga, Rio Gualaxo, Rio Conceição, Rio Santa Bárbara, Rio Barão de Cocais, Córrego Gongo Soco, Rio Socorro, Rio Mestre Caetano, Rio Caeté, Ribeirão do Cardoso e Rio das Velhas.

Com o final da guerra do Emboabas, houve dispersão destes primeiros descobridores em diversas direções. Para oeste, em sentido às então futuras capitânicas de Goiás e Mato

Grosso, foram descobertas e trabalhadas muitas drenagens menores, como o Rio São João (próximo a Pitangui), e, um pouco mais além, o Córrego Rico ou Paracatu. Para nordeste, foram descobertos e trabalhados pequenos aluviões entre Araçuaí e Chapada do Norte.

Para norte, na Serra do Espinhaço (Figura 4), foram trabalhados intensivamente rios maiores e drenagens menores de Itabira a Diamantina, como rios do Peixe, Picão, Santo Antônio e Jequitinhonha. De Diamantina ao Rio Jequitinhonha e de Grão Mogol a Jequitaiá, também há registros de drenagens trabalhadas intensivamente a partir do século XVIII. Atualmente resistem ainda algumas operações de garimpagem ao longo da Serra do Espinhaço, mas muito localizadas. Contudo, atividades extensivas e comerciais no Rio Jequitinhonha, com operações de dragagem, só foram implantadas no terceiro quarto do século XX.

Fora da região da Serra do Espinhaço, o diamante é pesquisado e lavrado ainda de forma aluvionar, esporadicamente, por empresas de mineração na região de Coromandel a Romaria e Estrela do Sul, em bacias tais como aquelas dos rios Paranaíba, Santo Antônio, Santo Inácio, Dourados, Perdizes e Bagagem, além de diversas drenagens menores. Na região dos rios Tiros, Abaeté e Areado também há lavra aluvionar esporádica e está em implantação projeto da GAR Mineração.

Em termos de gemas (Chaves 2018, capítulo Gemas e Minerais de Coleção, nesse livro), garimpos aluvionares são raros e esporádicos, citando-se, entre outros, catas para alexandrita (Basílio *et al.* 2000) e rubi (Liccardo & Jordt Evangelista 2000) em Malacacheta; e alexandrita em Esmeralda de Ferros; e, ainda, topázio imperial em Cachoeira de Campo, Saramenha, Rodrigo Silva e Antônio Pereira, na região do Quadrilátero Ferrífero.

Ainda merecem ser citados os antigos garimpos e minas de cassiterita e tantalita de Volta Grande (Rio das Mortes) e em Ritópolis; e raros e esporádicos garimpos aluvionares de rutilo em Airuoca e Canastra.

Em relação aos materiais de construção e industriais (Figura 29), em aluviões, há inúmeras pequenas minas e portos areiros em todo o estado de Minas Gerais, destacando-se aqueles próximos da cidade de Belo Horizonte, entre os municípios de Fortuna de Minas e Cachoeira da Prata, no município de Esmeraldas, e entre Pedro Leopoldo e São José da Lapa. Em termos de argilas, citem-se os pólos de Coromandel e região, com muitas cerâmicas de qualidade; para argila refratária há a região de Poços de Caldas; e para ocre existe pequena mina de ocre (Morgan Mineração), em Rio Acima (centro norte do Quadrilátero Ferrífero).

Finalmente tem-se o recurso água mineral, item bem distribuído no estado de Minas Gerais, nas zonas leste, central, sul e sudoeste do estado (Figura 37). A cidade de Poço de Caldas, é famosa por suas fontes hidrotermominerais, possuindo águas termo-sulfídicas, devidamente aproveitadas em hotel balneário. Da mesma forma, outras cidades também possuem balneários muito visitados, tais como Araxá, Cambuquira, Lambari, São Lourenço e outras. Essas fontes estão todas nos domínios da Província Hidrogeológica do Escudo Oriental, domínio de rochas cristalinas (Figura 37). Já as zonas central, norte e oeste do estado fazem parte das Províncias Hidrogeológicas Paraná e São Francisco, com menor quantidade de fontes, subordinadas a bacias sedimentares (Paraná e São Francisco).

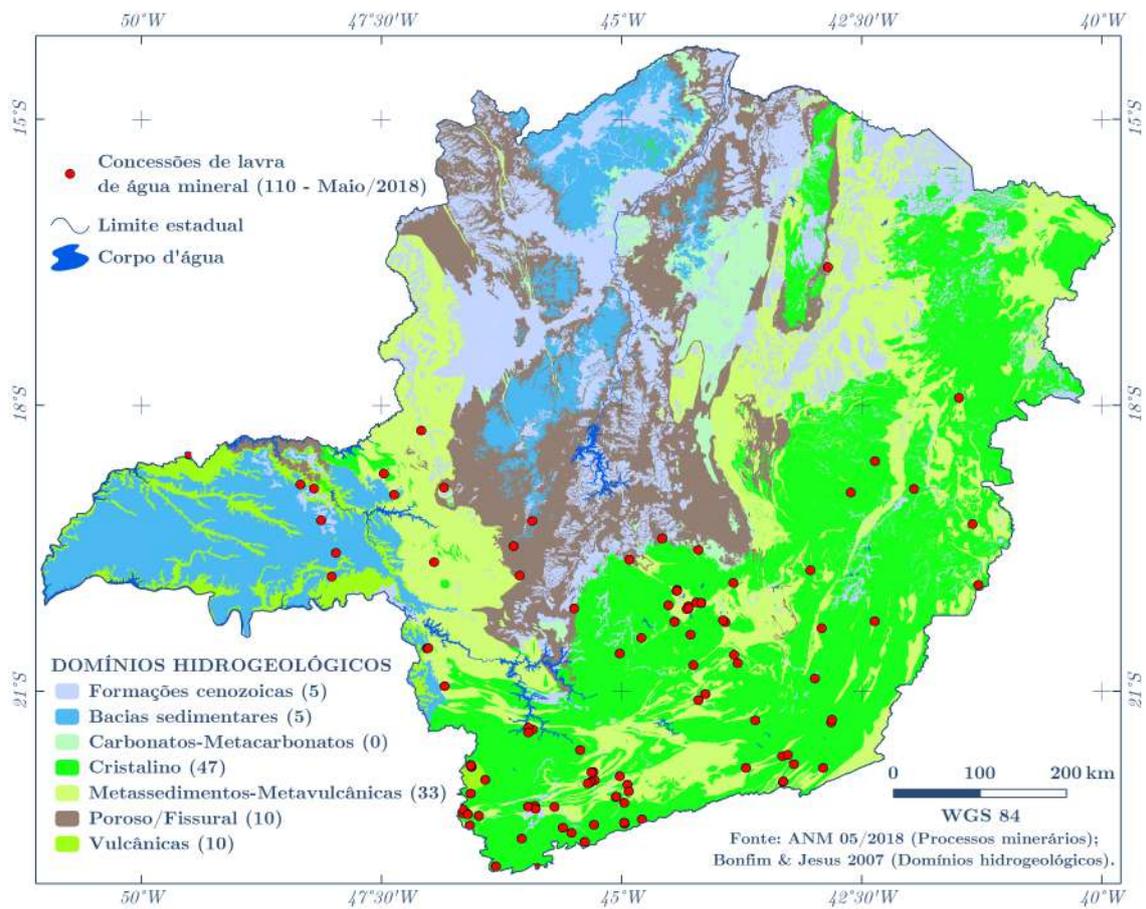


Figura 37. Domínios Hidrogeológicos e concessões de lavra de água mineral de Minas Gerais (Fonte: Bomfim & Jesus 2007 e ANM 05/2018, dados referentes a maio de 2018). Figura 9 de Jeber & Profeta 2018, capítulo Águas Minerais, nesse livro.

7. COMENTÁRIOS FINAIS

Para o texto do presente capítulo, alguns pontos se destacam com referência aos mais significativos recursos apontados:

- A província arqueano-proterozoica do Quadrilátero Ferrífero e arredores hospeda diversos depósitos, minas de ouro, ferro, manganês, bauxita, esmeralda, além de uma série de outros bens minerais evidenciando bem a potencialidade desta região;
- À exceção dos depósitos de ouro tipo metaconglomerado da Formação Moeda e Jacutinga, ambos no Supergrupo Minas, região do Quadrilátero Ferrífero, todos os demais podem ser interpretados como do tipo orogênico no sentido de [Groves et al. \(1998\)](#), sendo que, mesmo no caso do Moeda, uma etapa orogênica é inferida por alguns autores;
- Apesar da importância do Arqueano como hospedeiro de ouro orogênico em sequências do tipo granito-*greenstone*, em especial no Quadrilátero Ferrífero, onde se encontra a jazida de classe mundial Cuiabá, (maior mina subterrânea do país), é no Neoproterozoico que está a maior mina aurífera brasileira, Morro do Ouro, na região de Paracatu, em rochas metassedimentares;
- A maioria das principais jazidas de ferro são do tipo *BIF-hosted*, hospedadas em itabiritos, clássicas do Paleoproterozoico. Por outro lado, também ocorrem aquelas desse mesmo período, mas em sequências algo mais jovens, e ainda as do tipo Rapitan (ver revisão em [Hagemann et al. 2015](#));
- A Província Pegmatítica leste do estado apresenta inúmeros depósitos de minerais de pegmatitos e gemas de coleção, que merecem atenção no mercado internacional, sendo explorados em minas e garimpos;
- Um importante magmatismo do Fanerozoico é responsável pelas maiores reservas de nióbio conhecidas no mundo, fazendo do Brasil o maior produtor mundial desse metal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Mapeamento Geológico Digital, em especial à Eliane Voll e Cristina Araujo, pelo imenso apoio dispensado na edição final desse capítulo e no Capítulo Ouro dos mesmos autores. Nosso obrigado ao Prof. Pedrosa Soares pelo convite em participar da iniciativa de preparação desse livro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alkmim F.F. & Martins-Neto M.A. 2001. A Bacia Intracratônica do São Francisco: Arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: Pinto C.P. & Martins-Neto M.A. (eds.). *Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais*. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia (SBG) – Núcleo MG, p. 9-30.
- Alkmim F.F., Pedrosa-Soares A.C., Noce C.M., Cruz S.C.P. 2007. Sobre a evolução tectônica do Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental. *Geonomos*, **15**(1):25-43. doi: 10.18285/geonomos.v15i1.105
- Almeida C.M., Olivio G.R., Carvalho S.G. 2007. The Ni-Cu-PGE sulfide ores of the komatiite-hosted Fortaleza de Minas deposit, Brazil: evidence of hydrothermal remobilization. *The Canadian Mineralogist*, **45**(4):751-773. doi: 10.2113/gscanmin.45.4.751
- ANM – Agência Nacional de Mineração. 05/2018. Processos Minerários (Água Mineral). Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE).
- Baltazar O.F. & Zucchetti M. 2007. Lithofacies associations and structural evolution of the Archean Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: a review of the setting of gold deposits. *Ore Geology Reviews*, **32**(3-4):471-499. doi: 10.1016/j.oregeorev.2005.03.021
- Basílio M.S., Pedrosa-Soares A.C., Jordt-Evangelista H. 2000. Depósitos de alexandrita de Malacacheta, Minas Gerais. *Geonomos*, **8**(1):47-54. doi: 10.18285/geonomos.v8i1.147
- Belém J., Pedrosa Soares A.C., Noce C.M., Silva L.C., Armstrong R., Fleck A., Gradim C., Queiroga G. 2011. Bacia precursora versus bacias orogênicas: exemplos do Grupo Andrelândia com base em datações U-Pb (LA-ICP-MS) em zircão e análises litoquímicas. *Geonomos*, **19**(2):224-243. doi: 10.18285/geonomos.v19i2.55
- Biondi J.C. 2015. *Processos metalogenéticos e os depósitos minerais brasileiros*. São Paulo, Oficina de Textos, 2ª ed., p. 58. ISBN: 9788579751684
- Bomfim L.F.C. & Jesus J.D.A. (coords.). 2007. *Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil, escala 1:2.500.000 (SIG)*. Brasília, DF, CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.
- Brando Soares M., Corrêa Neto A.V., Bertolino L.C., Alves F.E.A., Modesto A.A., da Silva P.H.M., Mabub R.O.A., Manduca L.G., Araújo I.M.C.P. 2018. Multistage mineralization at the hypozonal São Sebastião gold deposit, Pitanguí greenstone belt, Minas Gerais, Brazil. *Ore Geology Reviews*, **102**:618-638.
- Brod J.A. 1999. *Petrology and geochemistry of the Tapira alkaline complex, Minas Gerais State, Brazil*. Tese de doutorado, University of Durham, UK, 486 p.
- Cabral A.R., Eugster O., Brauns M., Lehmann B., Rösel D., Zack T., Abreu F.R., Pernicka E., Barth M. 2013. Direct dating of gold by radiogenic helium: Testing the method on gold from Diamantina, Minas Gerais, Brazil. *Geology*, **41**(2):163-166. doi: 10.1130/G33751.1
- Cabral A.R., Zeh A., Galbiatti H.F., Lehmann B. 2015. Late Cambrian Au-Pd mineralization and Fe enrichment in the Itabira District, Minas Gerais, Brazil, at 496 Ma: constraints from U-Pb monazite dating of a Jacutinga lode. *Economic Geology*, **110**:263–272. doi:10.2113/econgeo.110.1.263
- Campos J.E.G & Dardenne M.A. 1997. Origem e evolução da Bacia SanFranciscana. *Revista Brasileira de Geociências*, **27**(3):283-294. doi:10.25249/0375-7536.1997283294
- Carvalho S.G. & Brenner T.L. 2010. Depósito de Ni-Cu-Co-Au-EGP de Fortaleza de Minas, Minas Gerais. In: Brito R.S.C. de, Silva M.G., Kuyumjian R.M. (eds.). *Modelos de Depósitos de Cobre do Brasil e sua Resposta ao Intemperismo*. Brasília, CPRM - Serviço Geológico do Brasil, p. 97-125.
- Chaves A.O., Campello M.S., Pedrosa-Soares A.C. 2015. Idade U-Th-PbT de monazitas do sillimanita-cordierita-granada-biotita gnaiss de Itapeçerica (MG) e a atuação da Orogenia Riáciano-Orosiriana no interior do Craton São Francisco meridional. São Paulo, UNESP, *Geociências*, **34**(3):324-334.
- Chaves M.L.S.C., Karfunkel J., Addad J.E. 1999. Geologia da região diamantífera de Grão Mogol, Minas Gerais. *Geociências*, **18**(1):129-155.

- Chiarini A.P. 2001. *Geologia da porção basal do greenstone belt de Piumhi – MG*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, USP. doi: 10.11606/D.44.2001.tde-16072015-101156
- CODEMIG - Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais. 2018. *Portal da Geologia*. Disponível em <http://www.portalgeologia.com.br/>. Acesso em 3/1/2018
- Corrêa Neto A.V., Almeida A.M., Silva O.S, Vasques F.S.G. 2011. O cinturão metavulcanosedimentar Itaverava-Congonhas, uma entidade paleoproterozóica do sul do Quadrilátero Ferrífero (MG). *In: Simpósio de Geologia do Sudeste 12*. Nova Friburgo, RJ. Publicação em CD-ROM. *Anais...*, p. 56.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2018. *GeoSGB - Sistema de Geociências do Serviço Geológico do Brasil – CPRM*. Serviço Geológico do Brasil -SGB - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Disponível em <http://geosgb.cprm.gov.br/>. Acesso em 3/1/2018
- Dalstra H.J. & Rosière C.A. 2008. Structural Controls on High-Grade Iron Ores Hosted by Banded Iron Formation: A Global Perspective. Society of Economic Geologists. *In: Hagemann S., Rosière C.A., Gutzmer J., Beukes N.J. Banded Iron Formation-Related High-Grade Iron Ore*. Society of Economic Geologists. **15**(03):73-106. ISBN: 9781934969076, doi: 10.5382/Rev.15.03
- Dardenne M.A. & Schobbenhaus C. 2001. *Metalogênese do Brasil*. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Editora UnB, Brasília, 392 p.
- Dardenne M.A. & Botelho N.F. 2014. Metalogênese da zona externa da Faixa Brasília. *In: Silva M.G., Rocha Neto M.B., Jost H., Kuyumjan R.M. (eds.). Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras*. Belo Horizonte, CPRM, p. 431-454. ISBN: 9788574992211
- DNPM - Departamento Nacional de Pesquisa Mineral. 2017. *Títulos Minerários do estado de Minas Gerais*. <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap>. Acesso em 19/11/2017.
- Dorr J.V.N.II. 1969. *Physiographic, Stratigraphic and Structural Development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. U. S. Geological Survey Professional Paper 641-A, 117 p.
- Fabricio-Silva W., Rosière C.A., Bühn B. 2018. The shear zone-related gold mineralization at the Turmalina deposit, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: structural evolution and the two stages of mineralization. *Mineralium Deposita*. doi: 10.1007/s00126-018-0811-7
- Ferrari M.A.D.F. 1996. *Aspectos tectono-estruturais do greenstone belt de Piumhi – MG, em relação à mineralização de cromita e ouro*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Campinas, 139 p.
- Freitas Silva F.H., Dardenne M.A., Jost H. 1991. Lithostructural control of the Morro do Ouro gold deposit, Paracatu, Minas Gerais. *In: Ladeira E.A. (ed.). Proceedings of Brazil Gold'91*, Belo Horizonte/MG. A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield, p. 681-683.
- Fogaça A.C.C. 1997. Geologia da Folha Diamantina. *In: Grossi Sad J.H., Lobato L.M., Pedrosa-Soares A.C., Soares Filho B.S. (coords. e eds.). Projeto Espinhaço em CD-ROM (textos, mapas e anexos)*. Belo Horizonte, COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais. p. 1575-1665.
- Fonseca E., Lobato L.M., Baars F.J. 1997. The petrochemistry of the auriferous, volcanosedimentary Riacho dos Machados Group, central-eastern Brazil: Geotectonic implications for shear-hosted gold mineralization. *Journal of South American Earth Sciences*, **10**:423-443. doi: 10.1016/S0895-9811(97)00027-8
- Fritzsos O., Biondi J.C., Chaban A. 1980. Geologia da região de Piumhi, Minas Gerais. *In: XXXI Congresso Brasileiro de Geologia, Anais...* v. 5, p. 2906-2917.
- Galbiatti H.F., Fonseca M.A., Pereira M.C., Polônia J.C. 2007. Structural control of Au-Pd mineralization (Jacutinga): An example from the Cauê Mine, Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *Ore Geology Reviews*, **32**:614-628. doi: 10.1016/j.oregeorev.2005.03.020
- Grossi-Sad J.H., Pinto C.P., Duarte C.L. 1983. Geologia do Distrito Manganésífero de Conselheiro Lafaiete, MG. *In: 2º Simpósio de Geologia de Minas Gerais, Belo Horizonte. SBG-MG, Anais...*, Boletim 3, p. 259-270.
- Grossi-Sad J.H., Lobato L.M., Pedrosa-Soares A.C., Soares-Filho B.S. (eds.). 1997. *Projeto Espinhaço*. CODEMIG

- Groves D.I., Goldfarb R.J., Gebre-Mariam M., Hagemann S.G., Robert F. 1998. Orogenic gold deposits: a proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geology Reviews*, **13**:7-27.
- Guimarães D. & Oppenheim V. 1934. Notas preliminares sobre algumas jazidas de minério de ouro do estado de Minas Gerais. DNPM, Publicações do Serviço de Fomento da Produção Mineral, *Boletim 1*, Rio de Janeiro.
- Hagemann S.G., Angerer T., Duuring P., Rosière C.A., Figueiredo e Silva R.C., Lobato L., Hensler A.S., Walde D.H.G. 2015. BIF-hosted iron mineral system: A review. *Ore Geology Reviews*, **76**:317-359. doi: 10.1016/j.oregeorev.2015.11.004
- Hasui Y. & Haralyi N.L.E. 1991. Aspectos lito-estruturais e geofísicos do soerguimento do Alto Paranaíba. *Geociências*, **10**:57-77.
- Karfunkel J., Noce C.M., Monteiro A.M.F. 1984. Nota sobre as ocorrências auríferas da região de São João del Rei, Minas Gerais. In: 33º Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, *Anais...*, p. 3997-4005.
- Ladeira E.A. 1991. Genesis of gold in Quadrilátero Ferrífero: a remarkable case of permanency, recycling and inheritance – A tribute to Djalma Guimarães, Pierre Routhier and Hans Ramberg. In: Ladeira E.A. (ed.). *Brazil Gold'91. The economics, geology, geochemistry and genesis of gold deposits*. A.A. Balkema, Rotterdam, p. 11-30.
- Liccardo A. & Jordt-Evangelista H. 2000. Ocorrência de coríndon na porção leste de Minas Gerais. *Geonomos*, **8(1)**:39-45. doi: 10.18285/geonomos.v8i1.146
- Lobato L.M., Ribeiro Rodrigues L.C., Zucchetti M., Baltazar O.F. 2000. Geology and gold mineralization in the Rio das Velhas Greenstone Belt, Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brazil). In: 31º International Geological Congress. *Field Trip Guide*, 40 p.
- Lobato L.M., Ribeiro Rodrigues L.C., Vieira F.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. doi: 10.1007/s001260100180
- Lobato L.M., Santos J.O.S., McNaughton N., Fletcher I.R., Noce C.M. 2007. U-Pb SHRIMP monazite ages of the giant Morro Velho and Cuiabá gold deposits, Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Ore Geology Reviews*, **32**(3-4):674-680. doi: 10.1016/j.oregeorev.2006.11.007
- Lobato L.M., Renger F.E., Figueiredo e Silva R.C., Rosière C.A., Baars F.J., Rolim V.K. 2014. Metalogênese do setor meridional do Cráton São Francisco. In: Silva M.G., Rocha Neto M.B., Jost H., Kuyumjian R.M. (orgs.). *Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras*. Belo Horizonte, CPRM, p. 119-140.
- Lobato L.M., Costa M.A., Hagemann S.G., Martins R. 2016. Ouro no Brasil: Principais depósitos, produção e perspectivas. In: Melfi A.J., Misi A., Campos D.A., Cordani U.G. (orgs.). *Recursos Minerais no Brasil: problemas e desafios*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. p. 46-59.
- Martins B.S., Lobato L.M., Rosière C.A., Hagemann S.G., Santos J.O.S., Villanova F.L.S.P., Silva R.C.F., Ávila Lemos L.H. 2016. The Archean BIF-hosted Lamego gold deposit, Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero: Evidence for Cambrian structural modification of an Archean orogenic gold deposit. *Ore Geology Reviews*, **72**(1):963-988. doi: 10.1016/j.oregeorev.2015.08.025
- Minter W.E.L. 2006. The sedimentary setting of Witwatersrand placer mineral deposits in an Archean atmosphere. In: Kesler S.E. & Ohmoto H. Evolution of Early Earth's Atmosphere, Hydrosphere, and Biosphere: Constraints from Ore Deposits. Boulder, Colorado, *Geological Society of America Memoir*, **198**:105-119. doi: 10.1130/2006.1198(06)
- Misi A., Azmy K., Kaufman A.J., Oliveira T.F., Sanches A.L., Oliveira G.D. 2014. Review of the geological and geochronological framework of the Vazante sequence, Minas Gerais, Brazil: Implications to metallogenic and phosphogenic models. *Ore Geology Reviews*, **63**:76–90. doi: 10.1016/j.oregeorev.2014.05.002
- Monteiro R.N., Fyfe W.S., Chemale Jr F. 2004 The impact of the linkage between grade distribution and petrofabric on the understanding of structurally controlled mineral deposits: Ouro Fino Gold Mine, Brazil. *Journal of Structural Geology*, **26**(6-7):1195-1214. doi: 10.1016/j.jsg.2003.11.023

- Monteiro L.V.S., Bettencourt J.S., C., Juliani C., Oliveira T.F. 2006. Geology, petrography, and mineral chemistry of the Vazante non-sulfide and Ambrósia and Fagundes sulfide-rich carbonate-hosted Zn–(Pb) deposits, Minas Gerais, Brazil. *Ore Geology Reviews*, **28**(2):201-234. doi: 10.1016/j.oregeorev.2005.03.005
- Mourão M.A.A. & Grossi-Sad J.H. 1997. Geologia da Folha Padre Carvalho. In: Grossi-Sad J.H., Lobato L.M., Pedrosa-Soares A.C., Soares-Filho B.S. (eds.). *Projeto Espinhaço em CD-ROM (textos, mapas e anexos)*. Belo Horizonte, CODEMIG.
- Noce C.M., Pedrosa-Soares A.C., Grossi-Sad J.H., Baars F.J., Guimarães M.L.V., Mourão M.A.A., Oliveira M.J.R., Roque N.C. 1997. Nova Divisão Estratigráfica Regional do Grupo Macaúbas na Faixa Araçuaí: O registro de uma bacia neoproterozoica. *Boletim Núcleo Minas Gerais da SBG*, **14**:29-31.
- Oliveira I.W.B., Sachs L.L.B., Silva V.A., Batista I.H. 2004. Folha SE.23-Belo Horizonte. In: Schobbenhaus C., Gonçalves J.H., Santos J.O.S., Abram M.B., Leão Neto R., Matos G.M.M., Vidotti R.M., Ramos M.A.B., Jesus J.D.A. (eds.). *Carta Geológica do Brasil ao milionésimo: Sistema de Informações Geográficas – SIG e 46 folhas na escala 1: 1.000.000*. Brasília: CPRM. 41 CD-ROM Pack.
- Oliver N.H.S., Thomson B., Freitas-Silva F.H., Holcombe R.J., Rusk B., Almeida B.S., Faure K., Davidson G.R., Esper E.L., Guimarães P.J., Dardenne M.A. 2015. Local and regional mass transfer during thrusting, veining, and boudinage in the genesis of the giant shale-hosted Paracatu Gold Deposit, Minas Gerais, Brazil. *Economic Geology*, **110**:1803-1834. doi: 10.2113/econgeo.110.7.1803
- Paiva G. 1946. Províncias Pegmatíticas do Brasil. Rio de Janeiro, *Boletim DNPM/DFPM*, **78**:13-21.
- Pedrosa-Soares A.C. 1995. *Potencial aurífero do Vale do Araçuaí, MG: história da exploração, geologia e controle tectono-metamórfico*. Tese de doutorado, Universidade de Brasília.
- Pedrosa-Soares A.C., Noce C.M., Wiedemann C.M., Pinto C.P. 2001. The Araçuaí–West Congo orogen in Brazil: an overview of a confined orogen formed during Gondwanland assembly. *Precambrian Research*, **110**(1-4):307-323. doi: 10.1016/S0301-9268(01)00174-7
- Pedrosa-Soares A.C., Noce C.M., Alkmim F.F., Silva L.C., Babinski M., Cordani U.G., Castañeda C. 2007. Orógeno Araçuaí: Síntese do Conhecimento 30 anos após Almeida 1977. *Geonomos*, **15**(1):1-16. doi: 10.18285/geonomos.v15i1.103
- Pedrosa-Soares A.C., Babinski M., Noce C.M., Martins M., Queiroga G., Vilela F. 2011. The Neoproterozoic Macaúbas Group, Araçuaí orogen, SE Brazil. In: Arnaud E., Halverson G.P., Shields-Zhou G. (eds.). *The Geological Record of Neoproterozoic Glaciations*. London, Geological Society, *Geological Society of London, Memoirs*, **36**:523-534. doi: 10.1144/M36.49
- Pinto C.P. & Silva M.A. 2014. *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, Escala 1:1.000.000*. Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, CODEMIG e Serviço Geológico do Brasil, CPRM.
- Pires F.R.M. 1977. *Geologia do Distrito Manganífero de Conselheiro Lafaiete*. Tese de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 344 p.
- Pires F.R.M. 2013. *Urânio no Brasil: geologia, jazidas e ocorrências*. Eletrobrás Eletronuclear, Rio de Janeiro, 299 p. ISBN: 9788588071025
- Porto C.G., Palermo N., Pires F.R.M. 2002. Panorama da Exploração e Produção do Ouro no Brasil. In: Trindade R.B.E. & Barbosa Filho O. (eds.). *Extração de Ouro - Princípios, Tecnologia e Meio Ambiente*. CETEM, Rio de Janeiro, p. 1-22.
- Renger F.E., Noce C.M., Romano A.W., Machado N. 1994. Evolução sedimentar do Supergrupo Minas: 500 Ma de registro geológico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. *Geonomos*, **2**(1):1-11. doi: 10.18285/geonomos.v2i1.227
- Rojas A.J. 2008. *Estudos químico-mineralógicos e microtermométricos do topázio imperial da região de Antônio Pereira, Ouro Preto, Minas Gerais*. 2008. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 111 p.

- Rolim V.K. 2016. *As formações ferríferas da região de Conceição do Mato Dentro – MG: posicionamento estratigráfico, evolução tectônica, geocronologia, características geoquímicas e gênese do minério*. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 215 p. + anexos.
- Roque N.C., Grossi-Sad J.H., Noce C.M., Fonseca E. 1997. Geologia da Folha Rio Pardo de Minas. In: Grossi-Sad J.H., Lobato L.M., Pedrosa-Soares A.C., Soares-Filho B.S. (eds.). *Projeto Espinhaço em CD-ROM (textos, mapas e anexos)*. Belo Horizonte, CODEMIG.
- Rosière C.A., Siemes H., Quade H., Brokmeier H.G., Jansen E.M. 2001. Microstructures, textures and deformation mechanisms in hematite. *Journal of Structural Geology*, **23**: 1429-1440.
- Rosière C.A., Spier C.A., Rios F.J., Suckau V.E. 2008. The itabirites of the Quadrilátero Ferrífero and related high-grade iron ore deposits: An overview. In: Hagemann S., Rosière C.A., Gutzmer J., Beukes N.J. (eds.). *Banded Iron Formation-Related High-Grade Iron Ore*. Society of Economic Geologists, Inc. Reviews in Economic Geology, **15**:223-254. ISBN: 9781629495736
- Rosière C.A., Sanglard J.C.D., Santos J.O.S., McNaughton N., Fletcher I.R., Suckau V.E., Spier C.A. 2012. Structural control and age of the high-grade iron ore of the Quadrilátero Ferrífero, Brazil. *Society of Economic Geologists-SEG Conference, Integrated Exploration and Ore Deposits*. Lima, Peru.
- Roy S. 2006. Sedimentary manganese metallogenesis in response to the evolution of the Earth system. *Earth-Science reviews*, **77**(4):273-305. doi: 10.1016/j.earscirev.2006.03.004
- Sgarbi G.N.C., Sgarbi P.B.A., Campos J.E.G., Dardenne M.A., Penha U.C. 2001. Bacia Sanfranciscana: O registro Fanerozóico da Bacia do São Francisco. In: Pinto C.P. & Martins-Neto M.A. (eds.). *Bacia do São Francisco. Geologia e Recursos Naturais*, Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 93-138.
- Silva A.B., Marchetto M., Souza O.M. 1979. Geologia do complexo carbonatítico de Araxá (Barreiro), MG. *Mineração e Metalurgia*, **415**:14-18.
- Tassinari C.C.G., Mateus A.M., Velásquez M.E., Munhá J.M.U., Lobato L.M., Bello R.M., Chiquini A.P., Campos W.F. 2015. Geochronology and thermochronology of gold mineralization in the Turmalina deposit, NE of the Quadrilátero Ferrífero Region, Brazil. *Ore Geology Reviews*, **67**:368-381. doi: 10.1016/j.oregeorev.2014.12.013
- Tedeschi M.F., Novo T.A., Azevedo R.A., Amaral L.F.S., Degler R., Vieira P.L.N.C.R. 2015. Mapa geológico: Folha Caldas SF.23-V-D-IV, Folha Poços de Caldas SF.23-V-C-VI, 1:100.000. In: *Projeto Fronteiras de Minas*, Belo Horizonte, UFMG-IGC-CPMTC-CODEMIG.
- Uhlein A., Assis L.C., Dardenne M.A. 1983. As mineralizações de ouro e cromita da seqüência vulcano-sedimentar de Serro (MG). In: 2º Simpósio de Geologia de Minas Gerais, Belo Horizonte. SBG-MG, Anais..., Boletim 3, p. 306-320.
- USGS - U.S. Geological Survey. 2015. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global. Disponível em <https://lta.cr.usgs.gov/SRTM1Arc>. Acesso em 2/1/2018.
- Valeriano C.M., Dardenne M.A., Fonseca M.A., Simões L.S.A., Seer H.J. 2004. A Evolução Tectônica da Faixa Brasília. In: Mantesso-Neto V., Bartorelli A., Carneiro C.D.R., Brito-Neves B.B. (eds.). *Geologia do Continente Sul-Americano. Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Beca, São Paulo, p. 575-592. ISBN: 8587256459
- Vial D.S., Duarte B.P., Fuzikawa K., Vieira M.B.H. 2007a. An epigenetic origin for the Passagem de Mariana gold deposit, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Ore Geology Reviews*, **32**:596-613. doi: 10.1016/j.oregeorev.2005.03.017
- Vial D.S., Groves D.I., Cook N.J., Lobato L.M. (eds.). 2007b. Preface - Special issue on gold deposits of Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. *Ore Geology Reviews*, **32**(3-4):469-470. doi: 10.1016/j.oregeorev.2006.11.006

- Vilela F.T., Pedrosa-Soares A.C., Carvalho M.T.N., Arimatéia R., Santos E., Voll E. 2014. Metalogênese da Faixa Araçuaí: O Distrito Ferrífero Nova Aurora (Grupo Macaúbas, Norte de Minas Gerais) no contexto dos recursos minerais do Orógeno Araçuaí. *In: Silva M.G., Rocha-Neto M.B., Jost H., Kuyumjian R.M. (orgs.). Metalogênese das províncias tectônicas brasileiras. 1ª ed. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, v. único, p. 415-430. ISBN: 9788574992211*
- Viveiros J.F.M., Sá E.L., Vilela O.V., Santos O.M., Moreira J.M.P., Holder-Neto F., Vieira V.S. 1978. Geologia dos vales dos rios Peixe Bravo e Alto Vacaria, norte de Minas Gerais. *In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Recife. SBG, Anais..., v. 1, p. 243-254.*
- Zucchetti M. & Baltazar O.F. (eds.). 1996. *Projeto Rio das Velhas - Texto Explicativo do Mapa Geológico Integrado, escala 1:100.000. 2ª edição*, Departamento Nacional de Produção Mineral/CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Belo Horizonte, 121 p.