

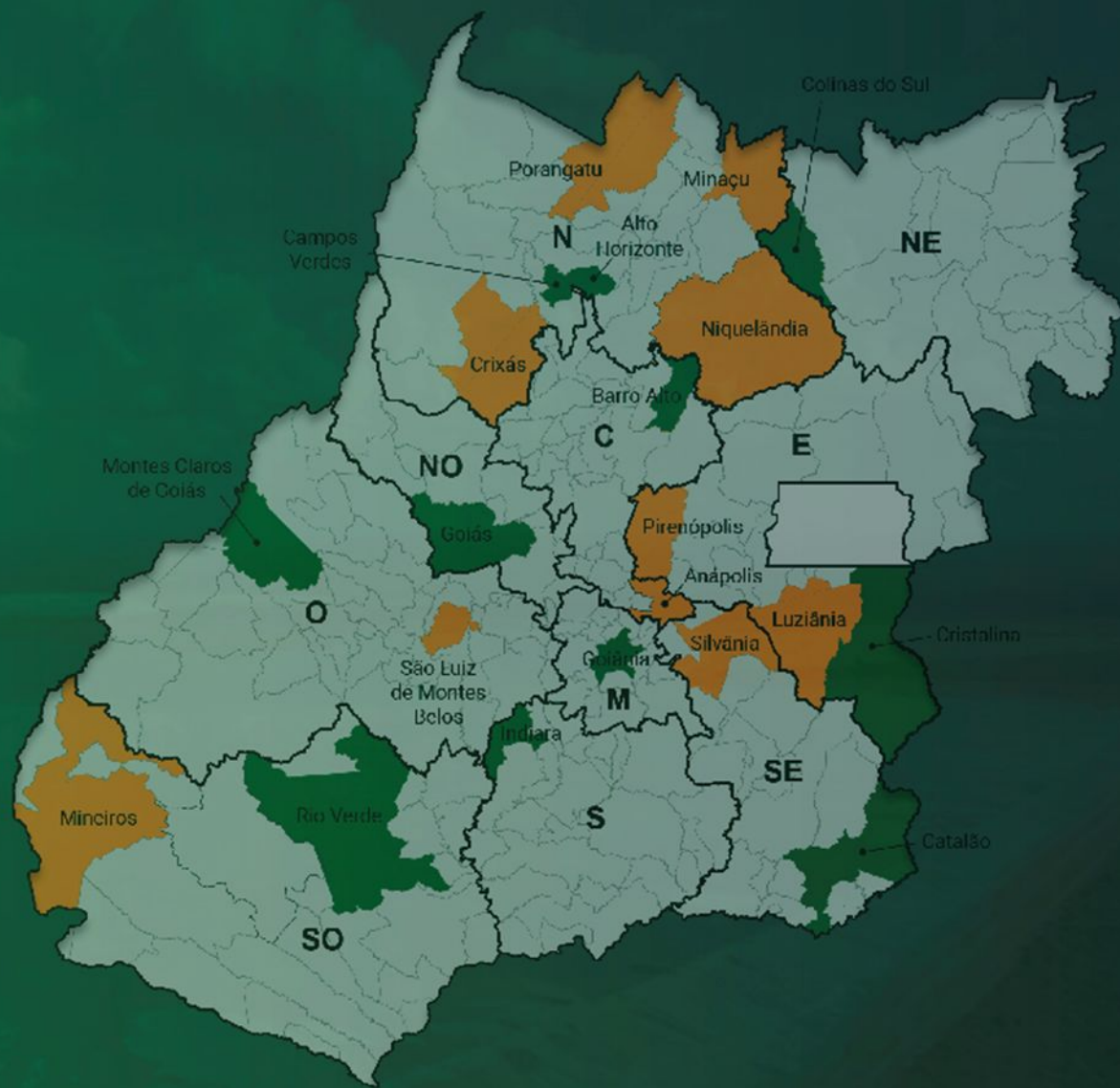


PERM-GO

Plano Estadual de Recursos Minerais

SIC
Secretaria de
Estado
de Indústria,
Comércio
e Serviços

GOVERNO DE
GOIÁS
O ESTADO QUE DÁ CERTO





Reunião do Projeto Mapeamento de Oportunidades do Setor Mineral em Goiás (MAP)

CRIXÁS

25 de abril de 2023



PREFEITURA DE
CAMPOS VERDES



SIC
Secretaria de
Estado de
Indústria,
Comércio e
Serviços



GEOLOGIA DO ESTADO DE GOIÁS:

POTENCIAL MINERAL DO ESTADO E GARGALOS PARA A EXPLORAÇÃO MINERAL

Profa. Dra. Estela L. C. Nascimento

Prof. Dr. Rodrigo P. Melo



HISTÓRICO DA MINERAÇÃO O NO ESTADO DE GOIÁS

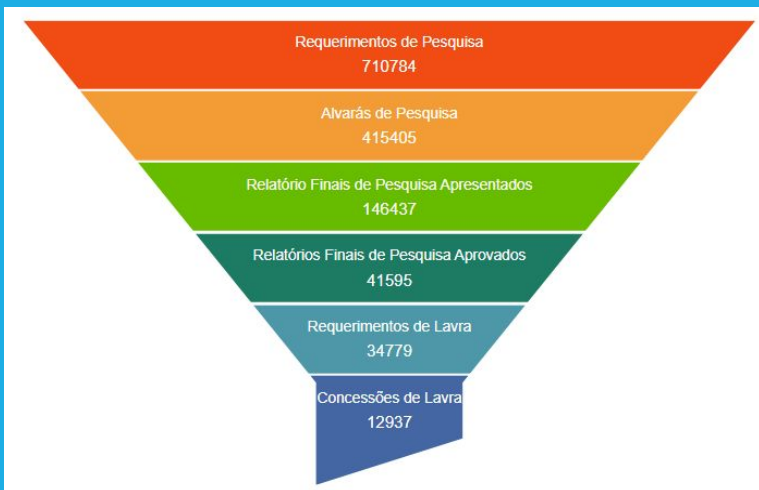
Século XVIII - "Século do ouro" em Goiás - fruto da convergência entre os interesses político-econômicos de Portugal e a iniciativa das Bandeiras de prospecção mineral.

Bandeirantes – primeiros prospectores - depósitos aluvionares.

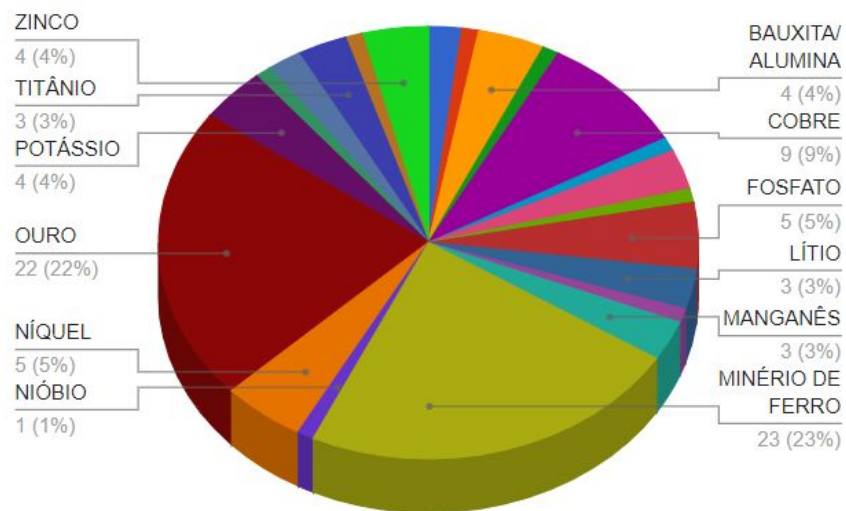
Bartolomeu Bueno da Silva, filho de Anhanguera (1722) - arraial de Sant'Anna – Vila Boa - cidade de Goiás

Espaço mineratório em Goiás do século XVIII - Entre 1722 e 1749.

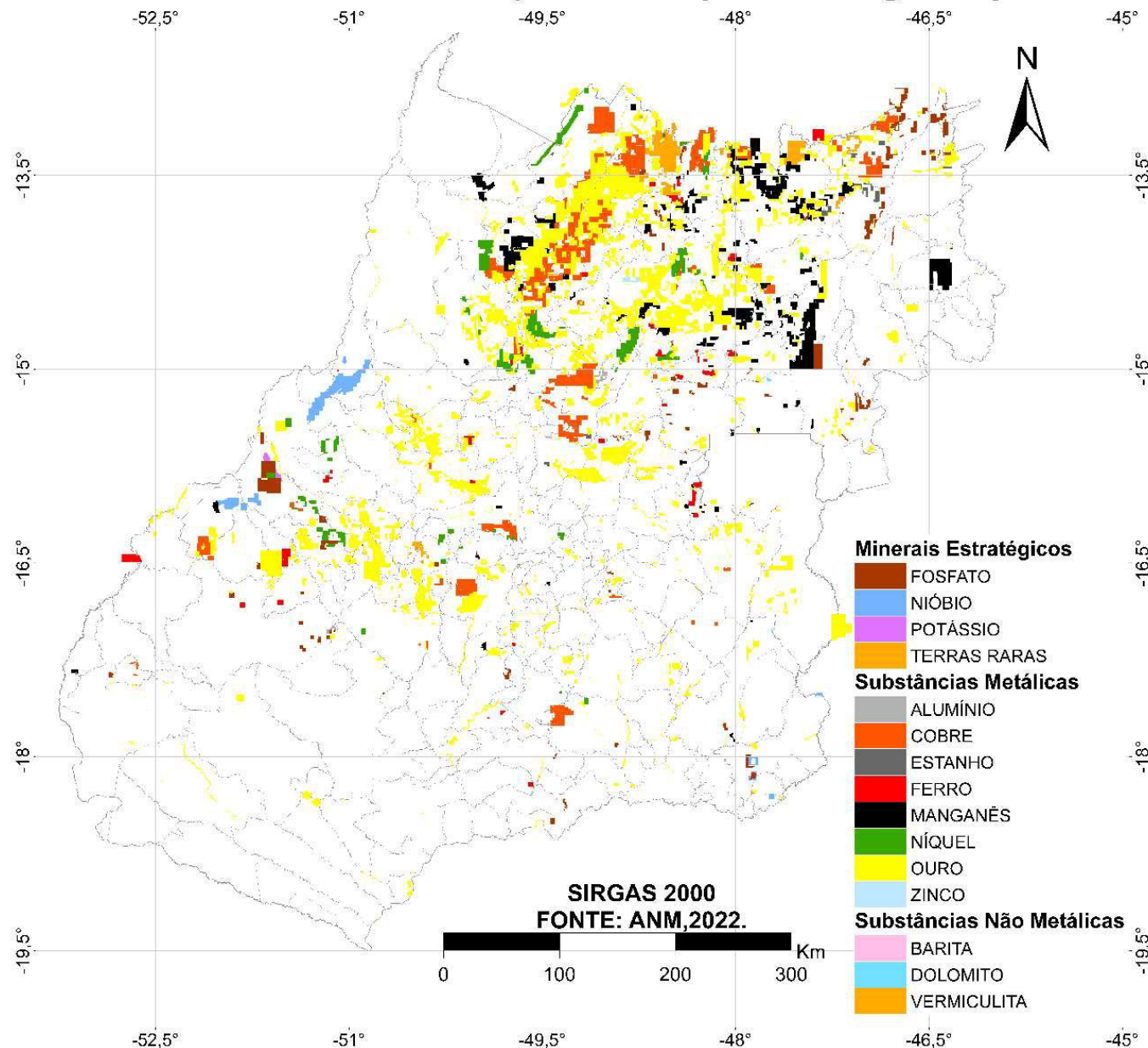
Regiões mineradoras mais importantes do Estado: Vila Boa, Traíras, Meia Ponte (Pirenópolis) e Crixás.

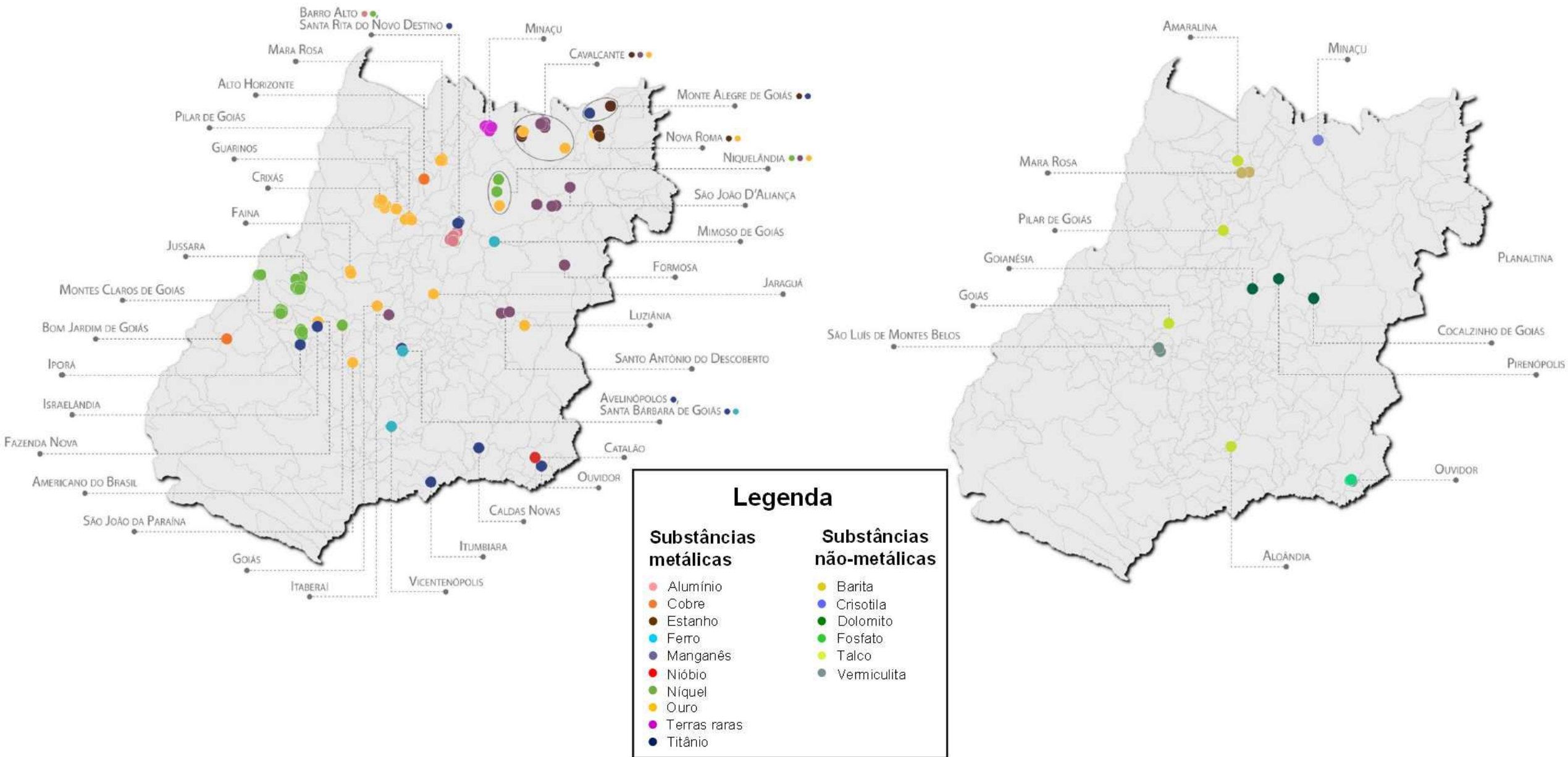


POTENCIAL MINERAL DO ESTADO DE



Recursos Minerais no Estado de Goiás Segundo Títulos Minerários de Autorização de Pesquisa Outorgados pela ANM

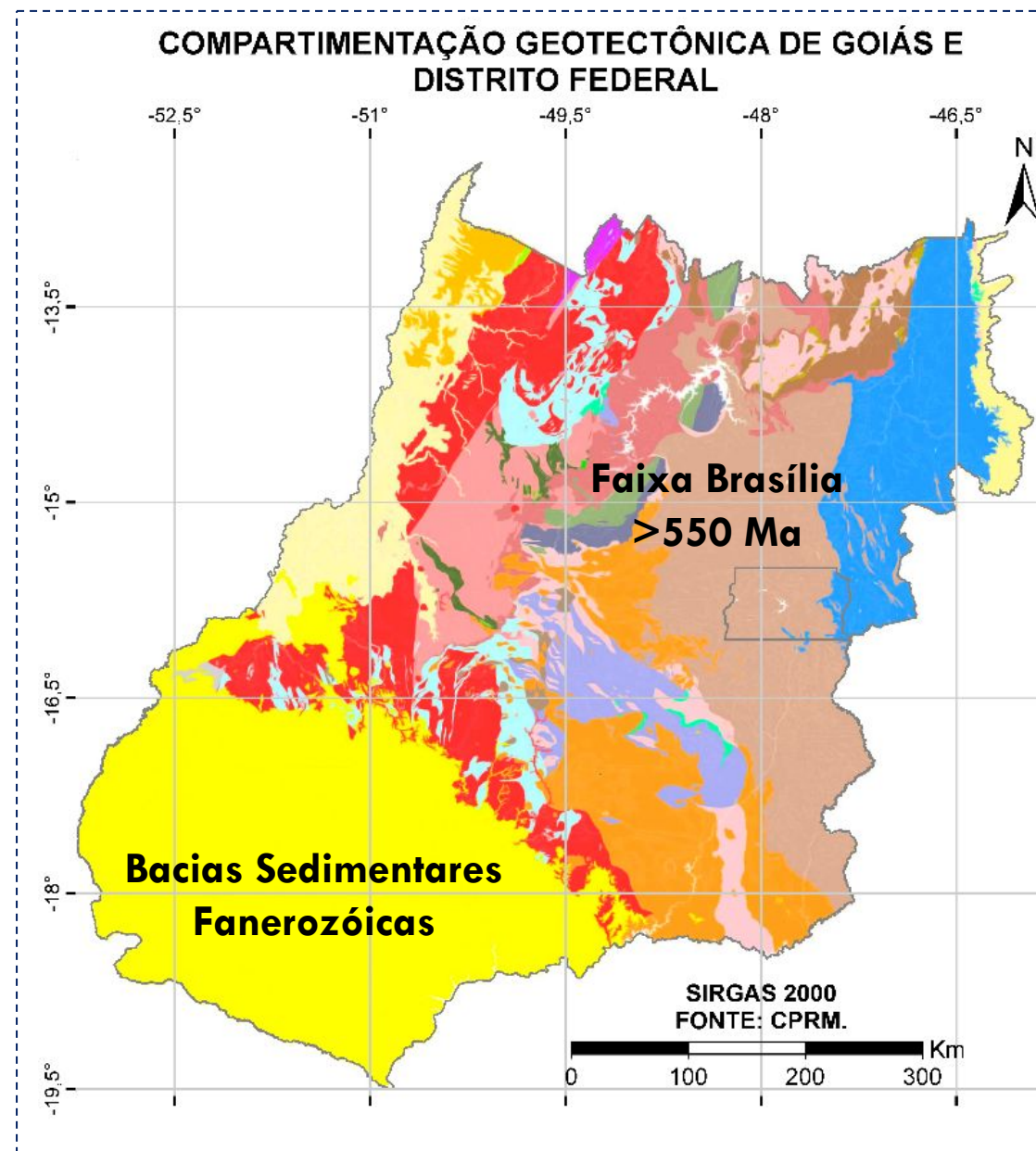


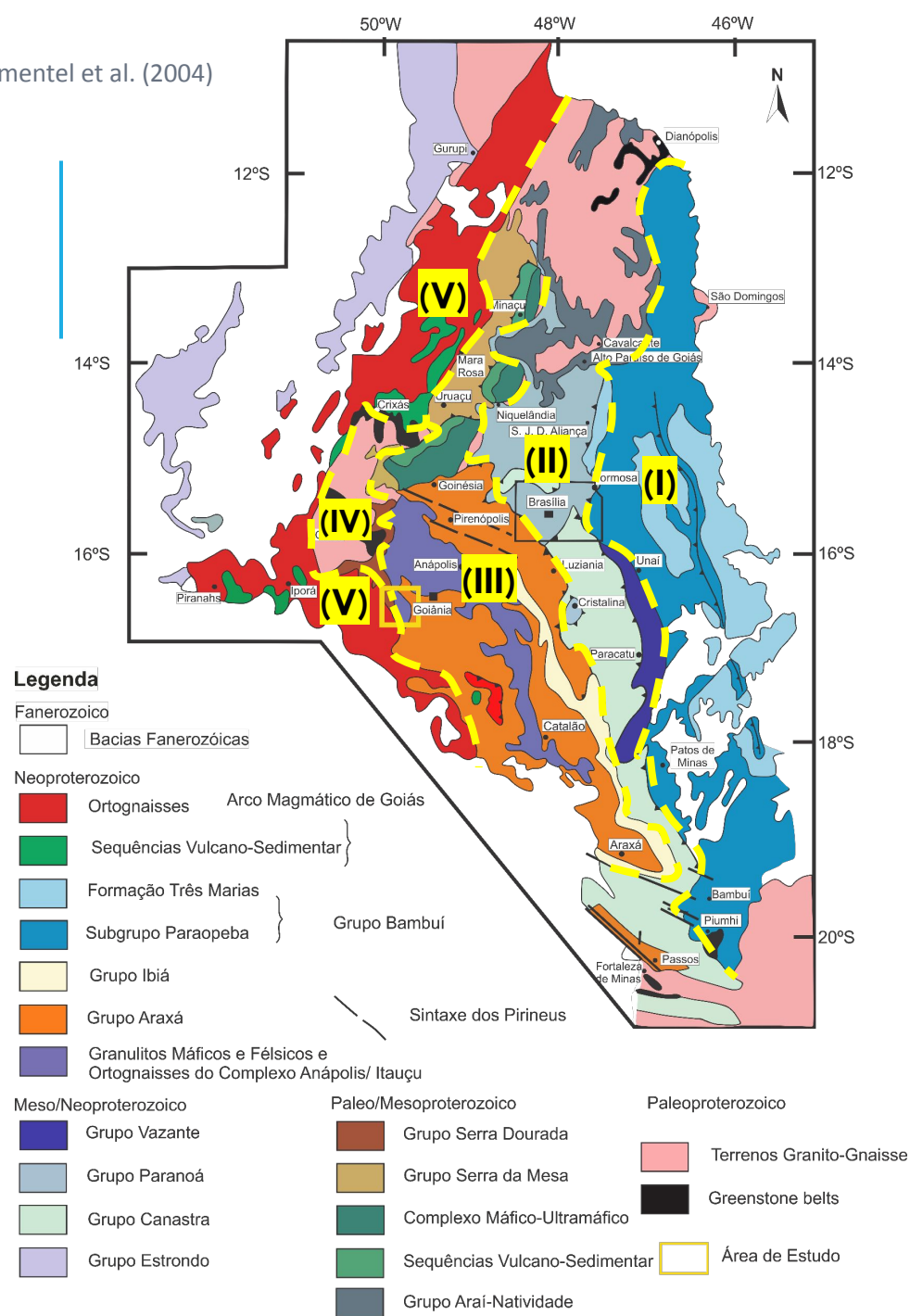


Principais reservas minerais de Goiás – metálicos e não-metálicos – ano-base 2017 (Extraído de ANM, 2019)

GEOLOGIA DO ESTADO DE GOIÁS

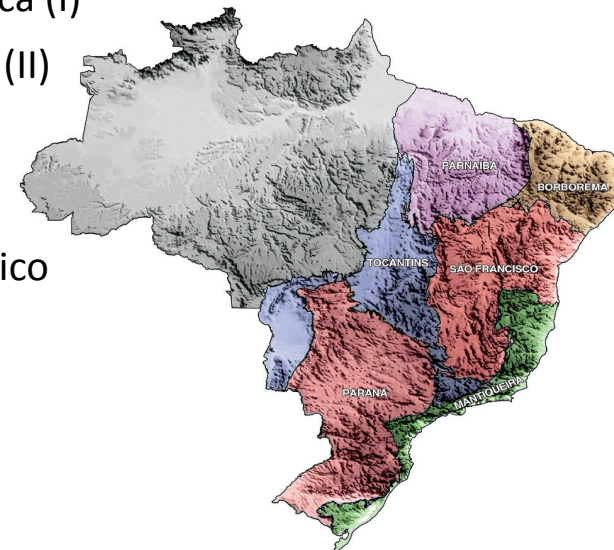
Dois Grandes Domínios Geológicos

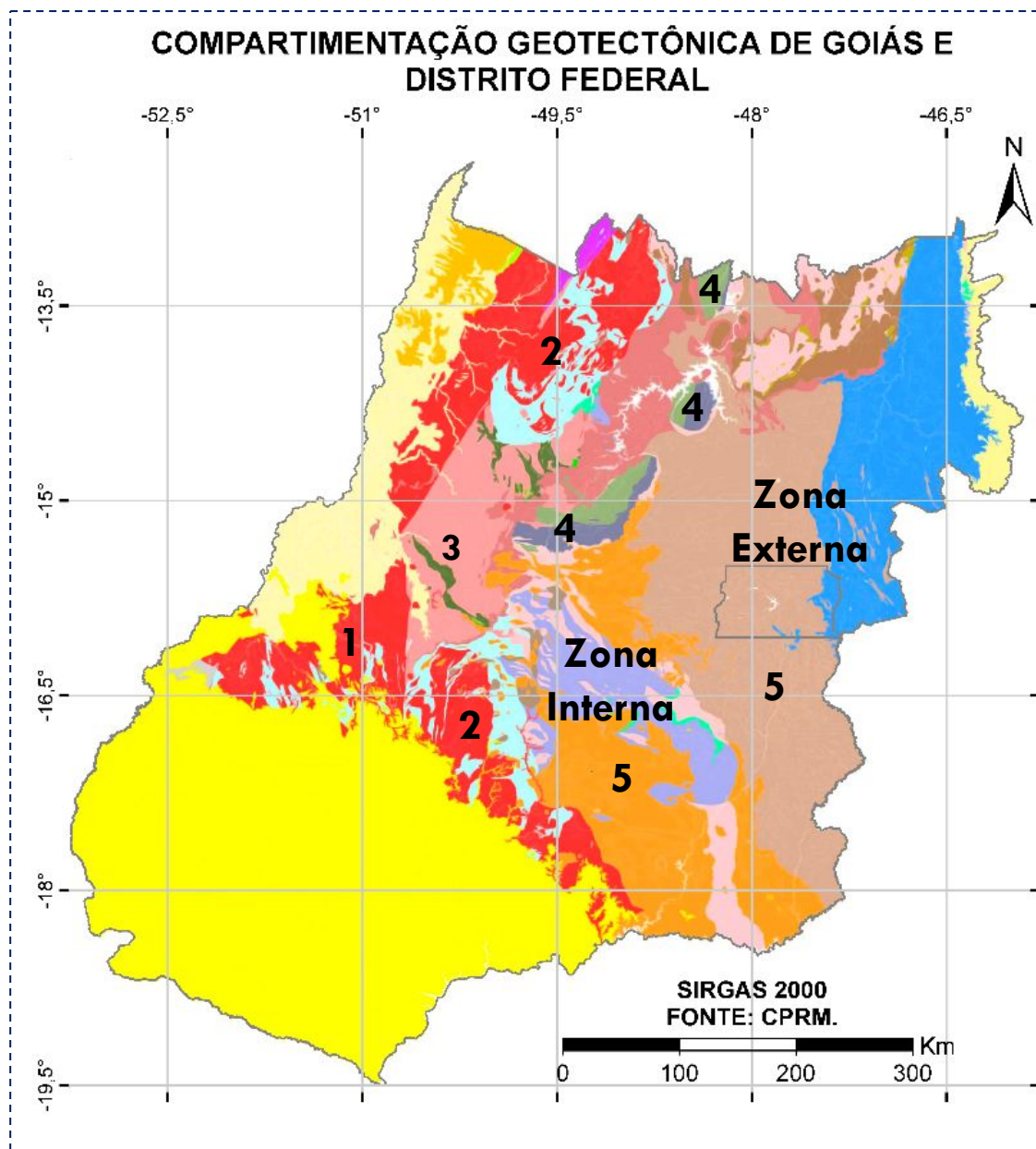




FAIXA BRASÍLIA

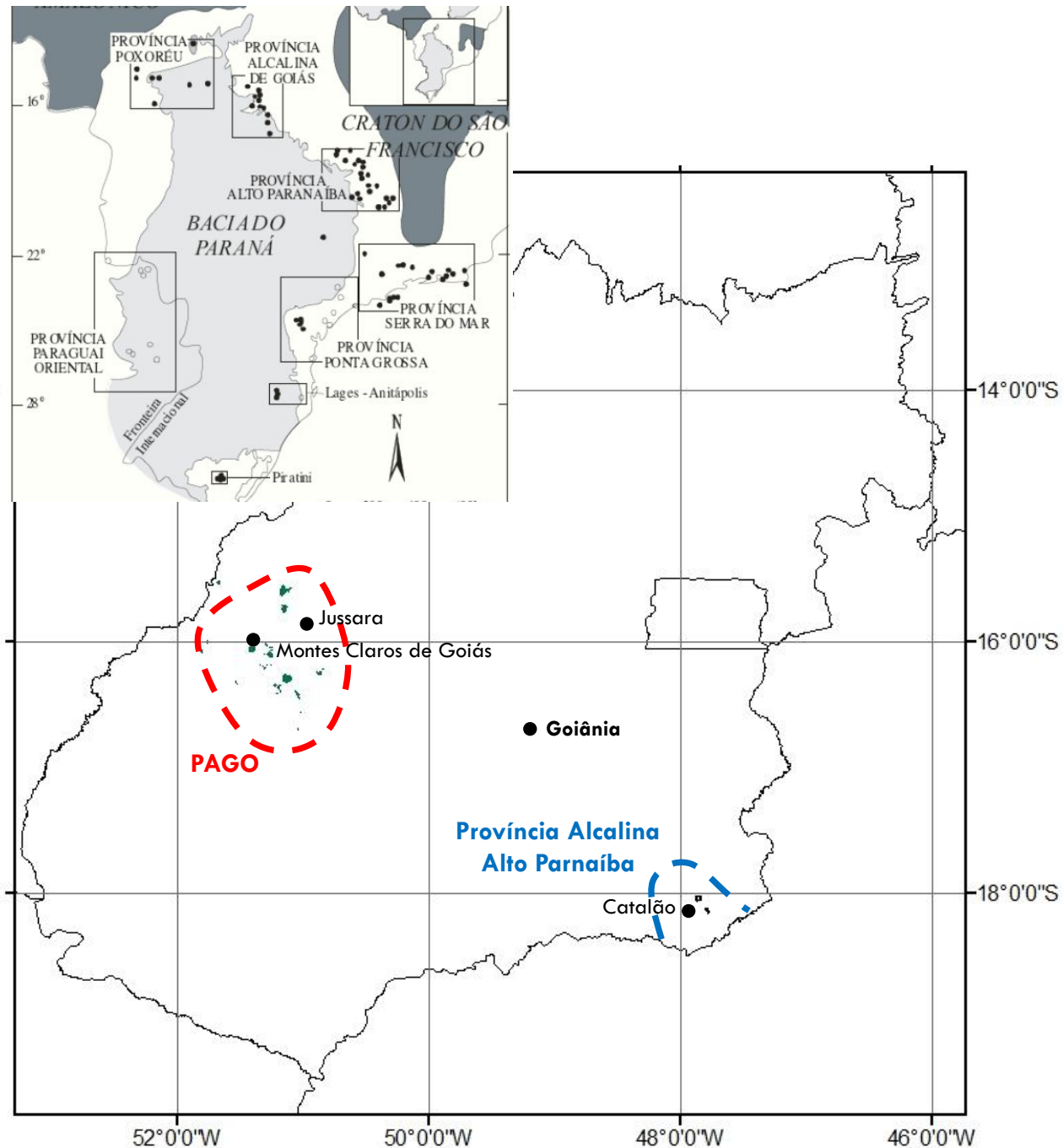
- ✓ Onde estão os depósitos minerais relevantes do Estado de Goiás;
- ✓ Orógeno acrescionário formado pela convergência entre massas continentais - cratons Amazônico (NW), São Francisco (E) e Paranapanema (SW).
- ✓ Parte de um grande sistema orogênico Neoproterozóico (1000 – 543 Ma) - exposto na porção central do Brasil - Província Tocantins;
- ✓ Colisão da FB ocorreu durante o período Brasileiro (750-550Ma);
- ✓ Se estende do norte do Estado de Minas Gerais até o Tocantins;
- ✓ Divide de Leste para Oeste em:
 - Margem Passiva ou Zona Cratônica (I)
 - Bacias *Foreland* ou Zona Externa (II)
 - Bacias sin-orogênicas ou Zona Interna (III)
 - Bloco Arqueano/ Paleoproterozóico de Goiás (IV)
 - Arco Magmático de Goiás (V)





5 Grandes províncias geológicas no Estado:

- 1. Província Alcalina de Goiás;**
- 2. Arco Magmático de Goiás;**
- 3. Bloco Arqueano/Paleoproterozóico de Goiás;**
- 4. Complexos Máficos Ultramáficos Acamadados;**
- 5. Sequências Metavulcanossedimentares Mesoproterozóicas e Granitos Anorogênicos;**



Província Alcalina de Goiás (PAGO)

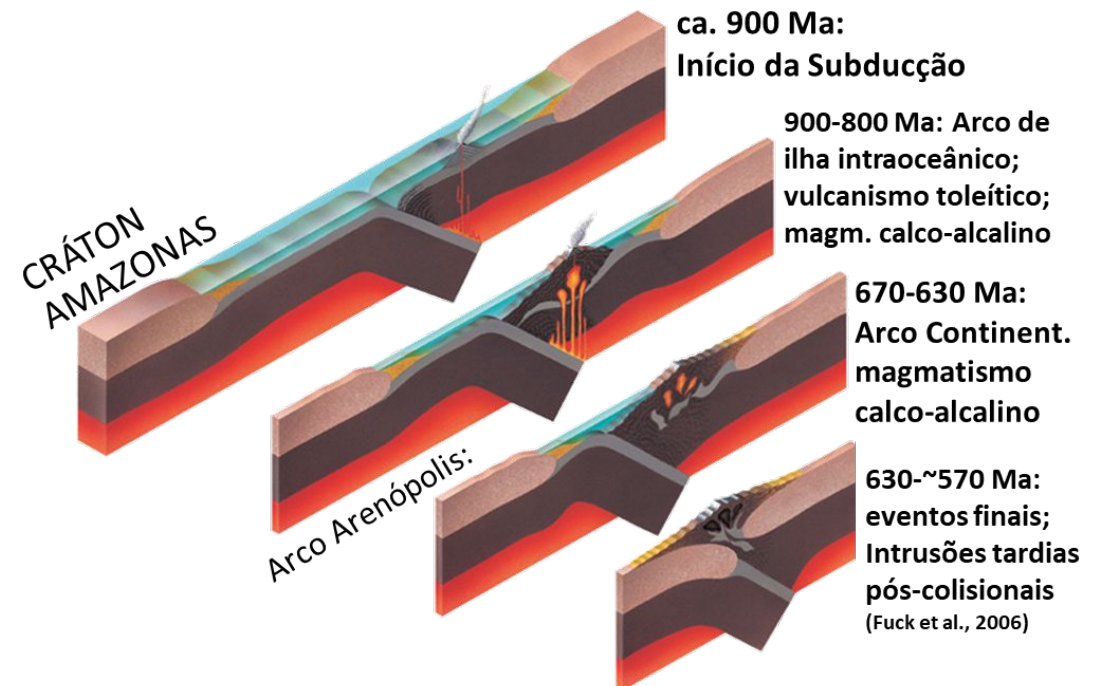
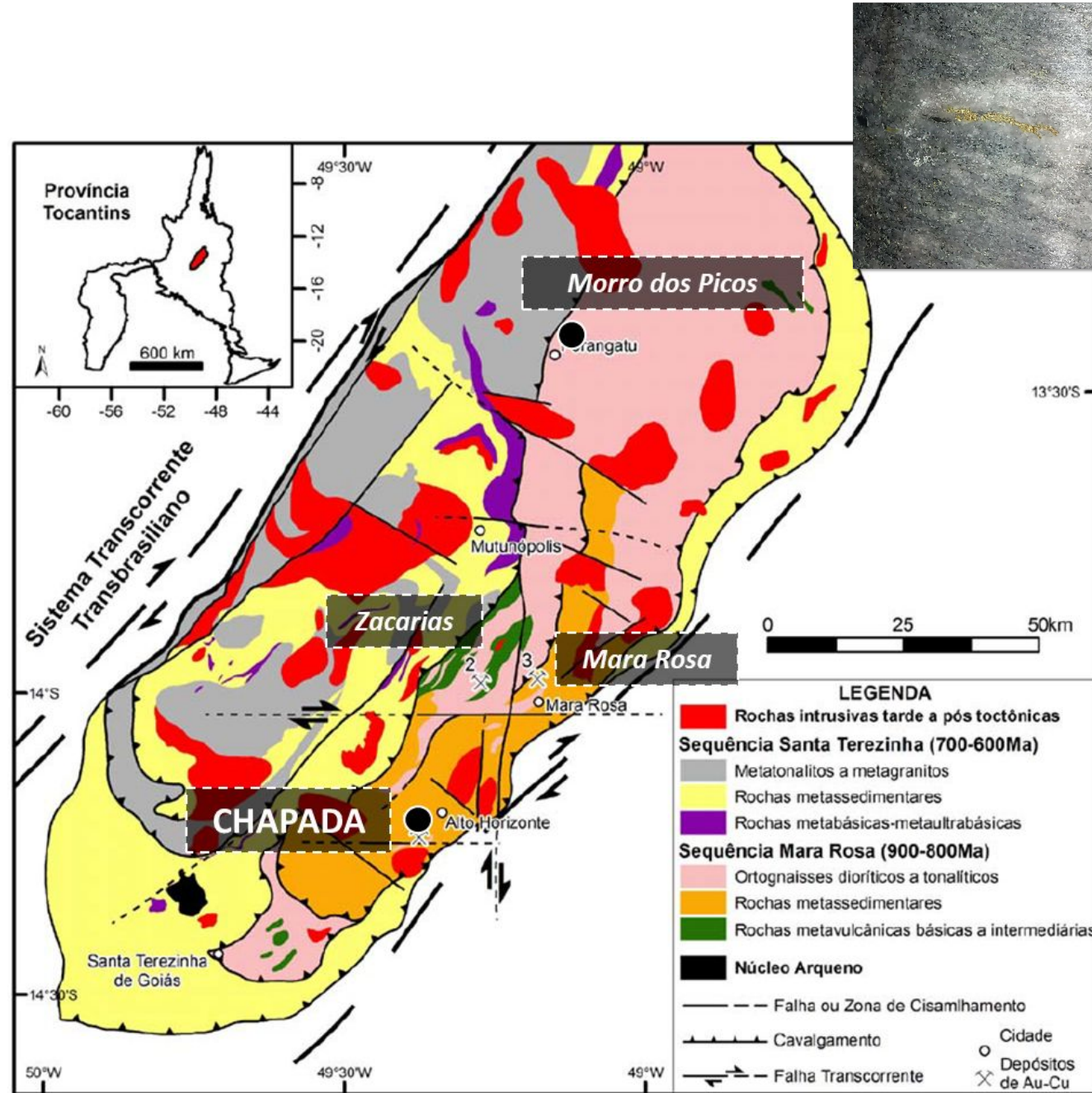
Província Alto Paranaíba (SW GO)

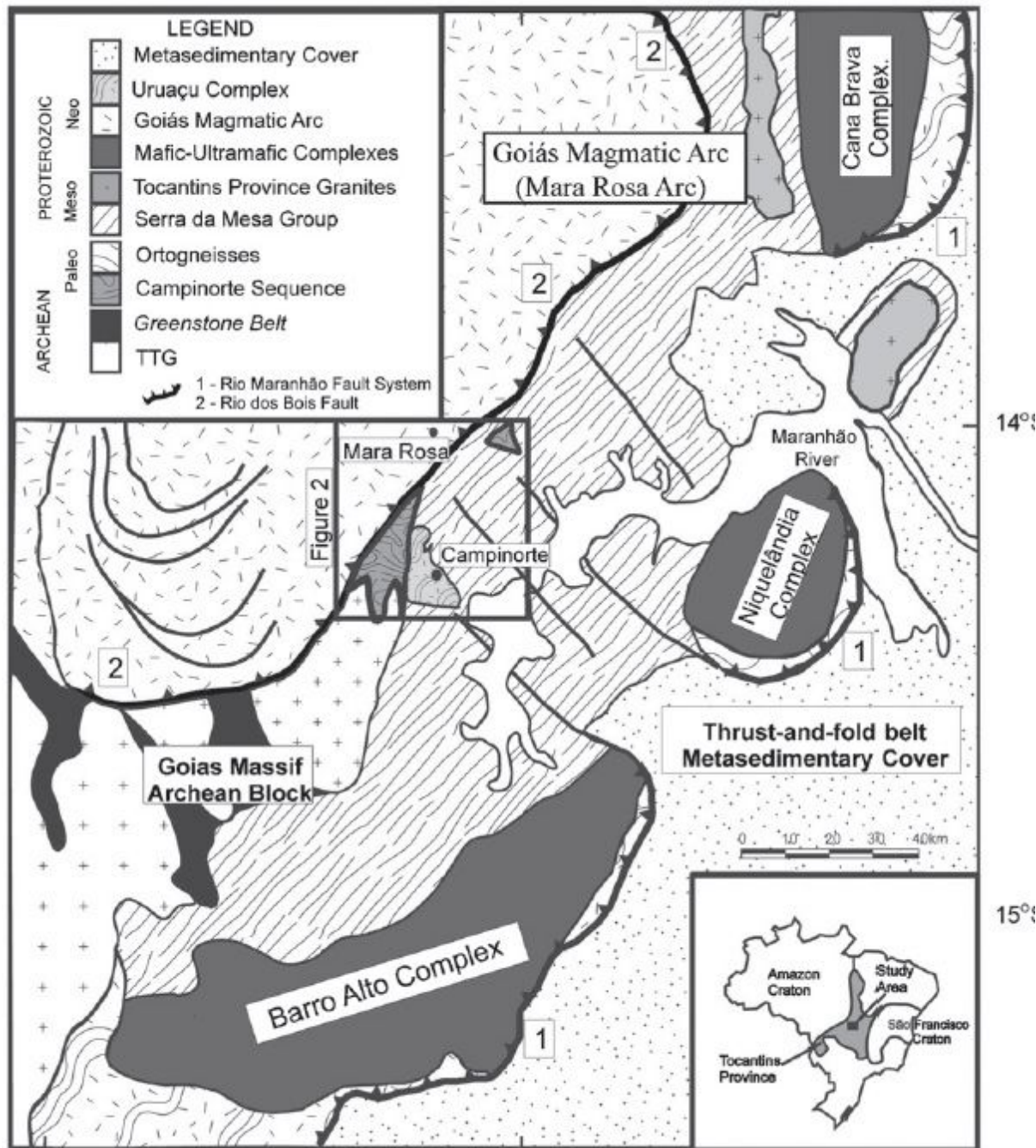
- ✓ **Vulcanismo alcalino Ígneo do Cretáceo**
- ✓ **Rochas:**
- ✓ **Província Alto Parnaíba (W de Minas Gerais – SE Goiás)**
 - ✓ Depósitos Catalão I e II: Intrusões alcalino-carbonatíticas
 - ✓ Recursos e Reservas de:
 - ✓ Nb (Pirocloro) -
 - ✓ Fosfato (P_2O_5) -
 - ✓ Recursos em ETR, TiO_2 , Ba, Vermiculita
 - ✓ ETR (ainda não aproveitado)
- ✓ **Província Alcalina de Goiás (PAGO)**
 - ✓ Recursos de Ni Laterítico
 - ✓ Recursos de Fosfato (P_2O_5)
 - ✓ Remineralizadores (Montes Claros)

Arco Magmático de Goiás

Terreno de >900 Ma, composto por arcos de ilha e arcos continentais de diferentes composições e idades.

- **Mina Chapada:** >1.09Bt @ 0.24Cu% + 0.15g/tAu (M&I)
- **Mina Posse / Mara Rosa:** 32Mt @ 1.1g/t Au (M&I)



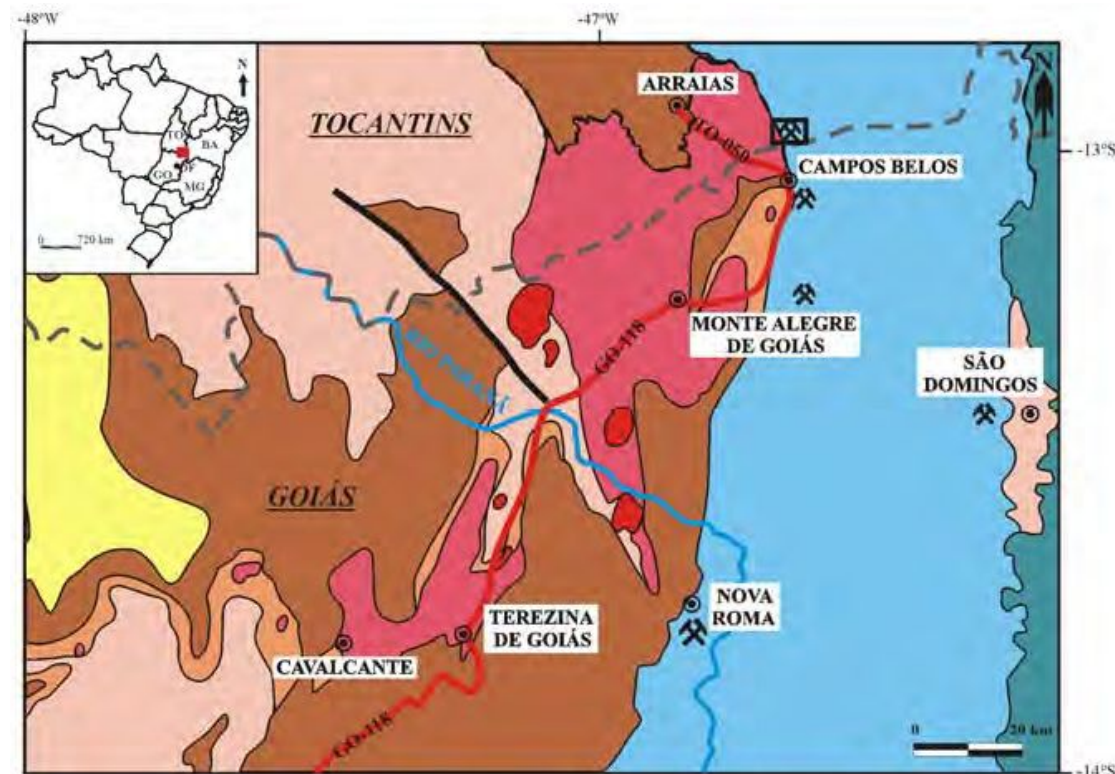


Complexo Máfico-Ultramáficos Acamadados de Goiás

- ✓ Complexos de Cana Brava, Niquelândia e Barro Alto
- ✓ Intrusões máfico-ultramáficas e sequências metavulcano-sedimentares
 - ✓ Cana Brava
 - ✓ Depósito de crisotila – SAMA - 150Mt@ 3.5%
 - ✓ Sequência Palmeirópolis - depósito vulcanogênico de Zn-Pb-Cu - 6,5 Mt @ 3.63% Zn+0.57% Pb+0.79% Cu
 - ✓ Niquelândia
 - ✓ Ni saprolítico e ocorrências de Ni sulfetado +PGE
 - ✓ Barro Alto
 - ✓ Ni saprolítico - reserva de 42.9Mt@ 1.29%Ni

Faixa Externa – Faixa Brasília - Leste de Goiás

- ✓ São João d'Aliança e região - > 440 Kt @ 39% Mn
- ✓ Formação Paracatu – Grupo Canastra - depósitos de Au e metais-base – potencial em Goiás (Morro Agudo e Vazante – MG)
- ✓ Depósitos tipo Campos Belos/Arraías - fosfato sedimentar Form. Sete Lagoas - ITAFÓS - 40M t @ 5% P₂O₅
- ✓ Depósitos de Au – Grupo Araí (distrito Minaçu) e Paranoá (distrito Niquelândia)

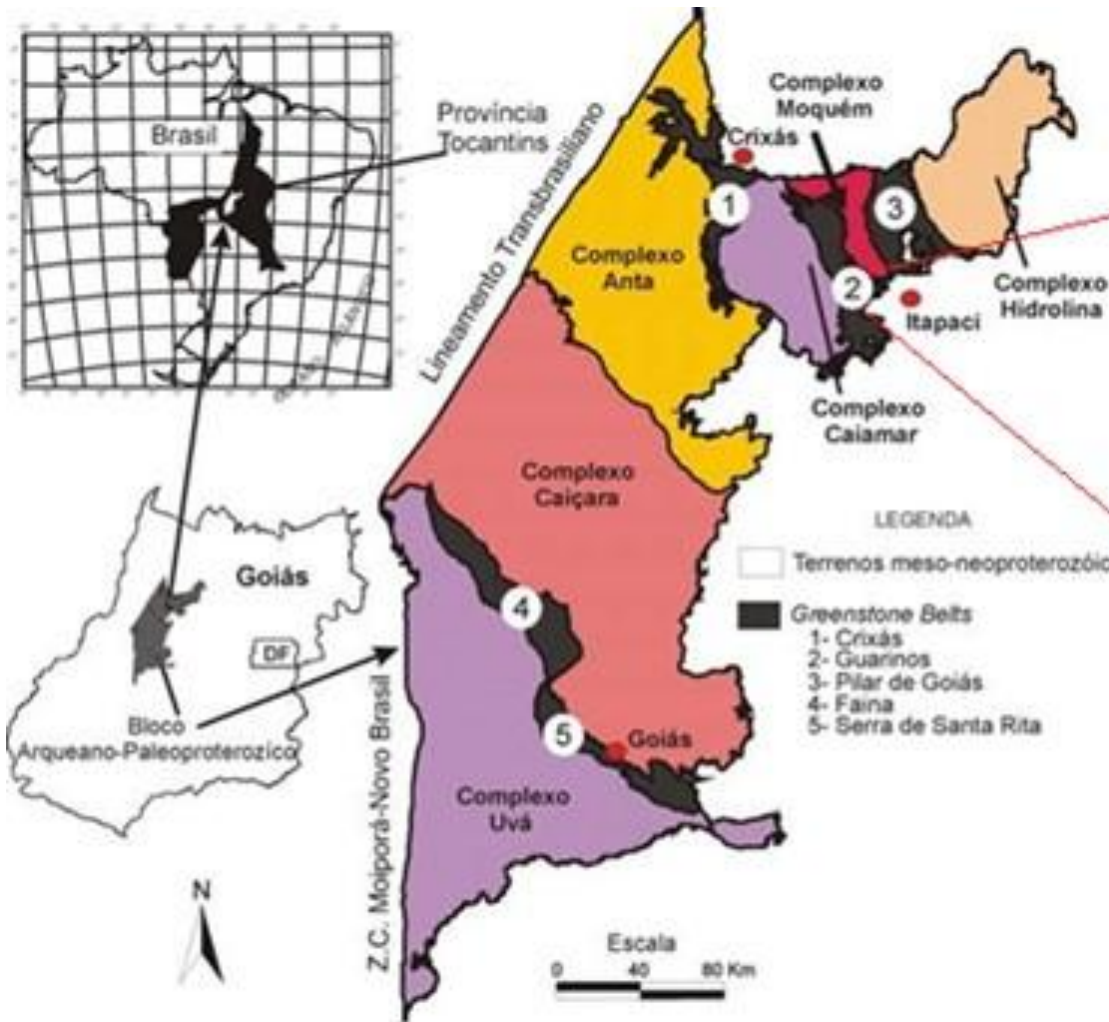


Terrenos Paleoproterozóicos no NE de Goiás - Potencial para ETR e Sn



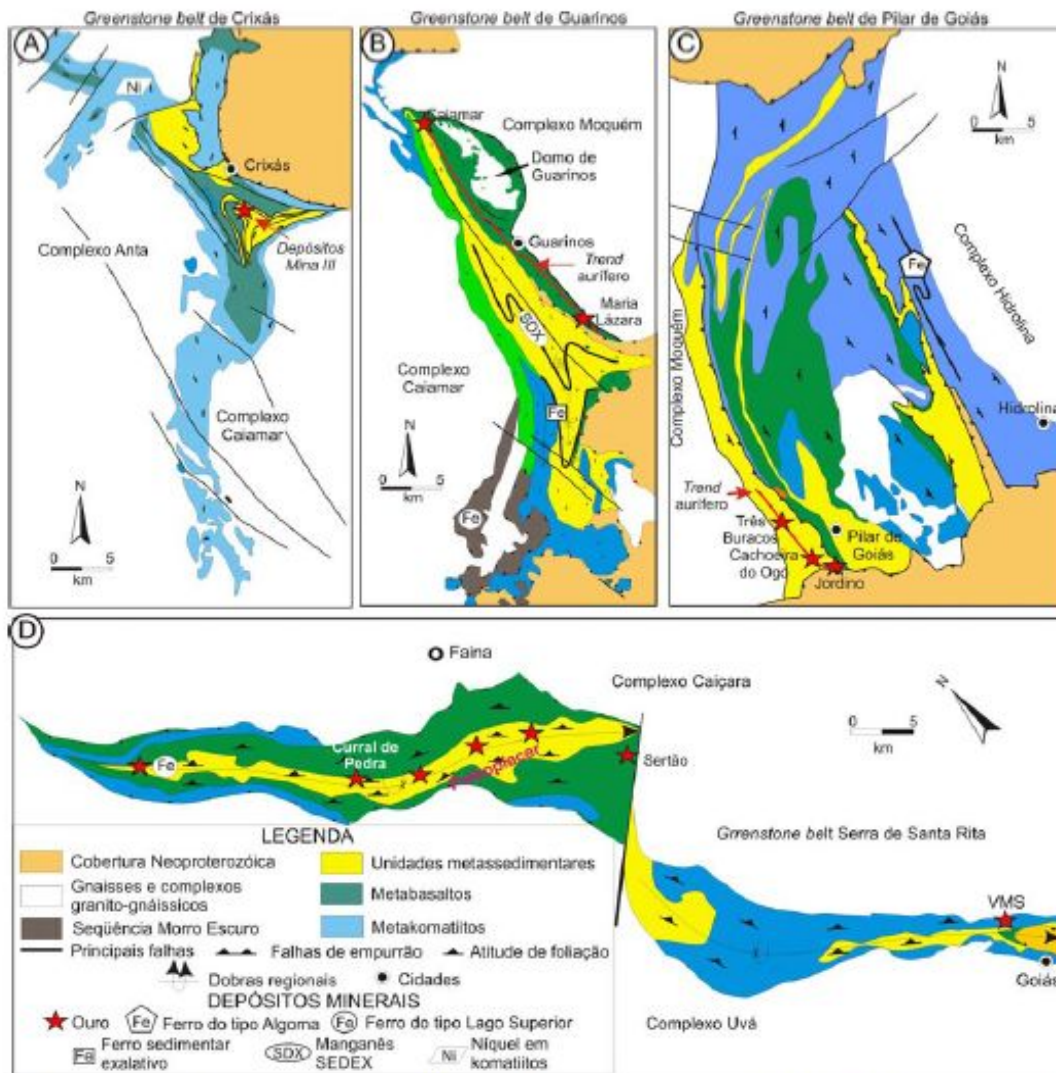
BLOCO ARQUEANO-PALEOPROTEROZÓICO DE GOIÁS

- ✓ ~50 mil Km² de área (Blum et al., 2003)
- ✓ **Terrenos muito antigos:** > 2.1 bilhões de anos (Arqueano/Paleoproterozóico)
- ✓ Geologia é dada por:
 - Gnaisses Tonalíticos a Trondjemíticos (TTG)
 - Sequências vulcanossedimentares de crosta oceânica antiga (*Greenstone belts*)
- ✓ Maiores produtores de ouro do Estado (em 2017 representou >15% da produção mineral do estado, em valor);
- ✓ Terrenos similares no Canadá, Austrália e África do Sul possuem os maiores depósitos de ouro do mundo;



Subdivisão do Bloco Arqueano-Paleoproterozóico de Goiás.

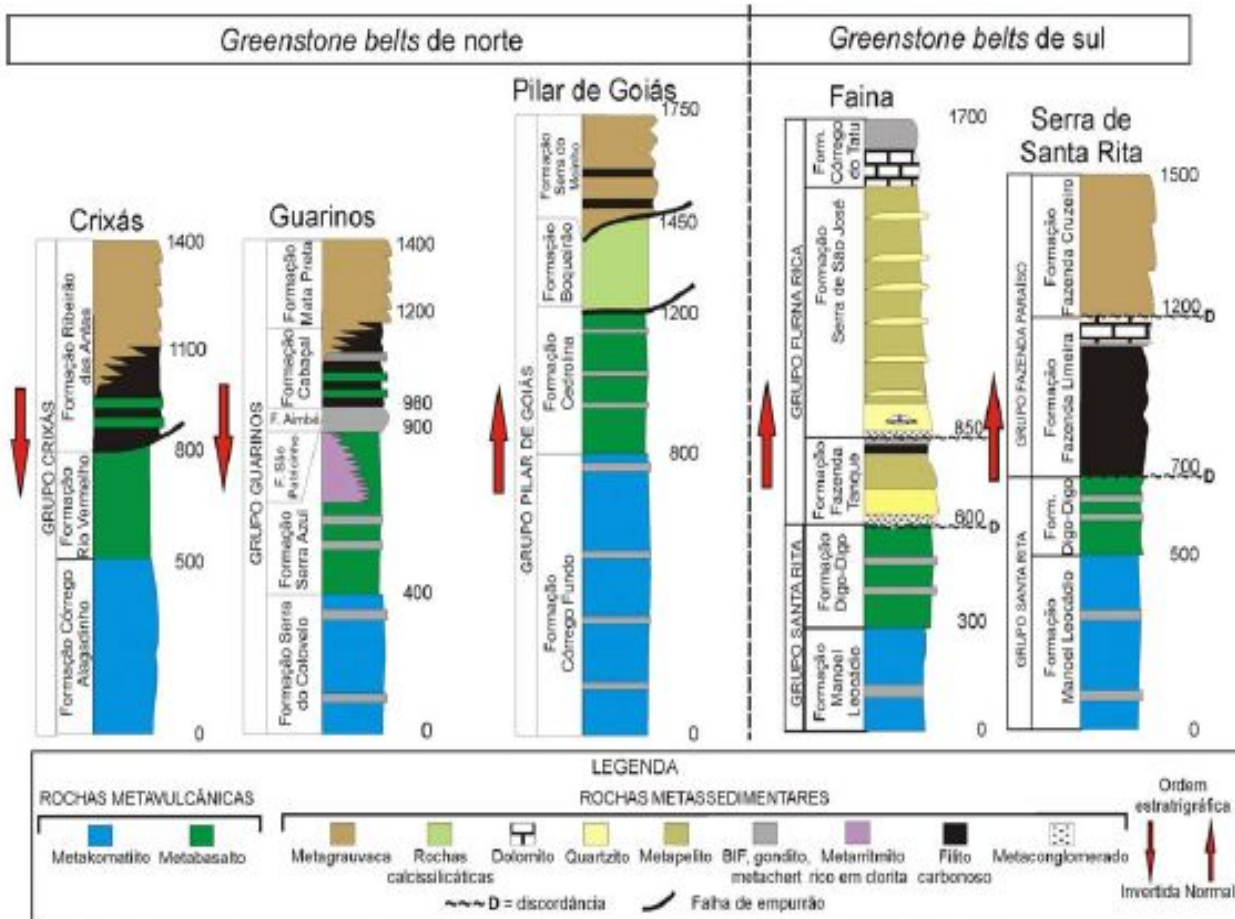
Modificada de Pimentel et al. (.2002).)



Mapa Geológico dos cinco greenstone belts alojados no Terreno Arqueano-Paleoproterozóico com a distribuição das principais unidades litológicas e as ocorrências minerais associadas (Extraído de Jost et al., 2014).

GREENSTONE BELTS DO BLOCO ARQUEANO-PALEOPROTEROZÓICO DE GOIÁS

- ✓ Cinco sequências do tipo (*Greenstone belts*) separadas entre si por TTG's
 - Serra de Santa Rita (D)
 - Faina (D)
 - Crixás (A)
 - Pila de Goiás (C)
 - Guarinos (B)
- ✓ Pelo menos 15 depósitos de ouro conhecidos;
- ✓ 7 minas em Produção: Mina III, Mina Nova; Mina Palmeira e Open pit (Crixás); Mina de Pilar (Pilar de Goiás); Mina Maria Lázara (Guarinos).
- ✓ Reservas cubadas > 7,15 milhões de toneladas com teor de 2.41 g/tAu (> 550Koz Au)
- ✓ Recurso estimado em ~60 milhões de toneladas com teores de 2.3 a 3.95 g/tAu (5,48 Moz Au)



GREENSTONE BELTS DO BLOCO ARQUEANO-PALEPROTEROZÓICO DE GOIÁS

- ✓ Estratigrafia dos greenstone belts é muito similar:
 - ✓ Rochas metassedimentares no topo (metapelitos, rochas calciossilicatados, metagrauvacas, dolomitos, filitos carbonosos)
 - ✓ Rochas metaígneas básicas na porção intermediária (metabasaltos)
 - ✓ Rochas metaígneas ultramáficas (metakomatíitos) – às vezes com estruturas do tipo *pillow lavas* – fundo oceânico;
 - ✓ Depósitos localizados na porções superiores dos *greenstone belts* – Sequências Sedimentares



Fotos veios de quartzo com ouro da zona mineralizada do Depósito Maria Lázara no Greenstone Belt Guarinos (Extraído de Souza 2022)

GREENSTONE BELTS DO BLOCO ARQUEANO-PALEPROTEROZÓICO DE GOIÁS

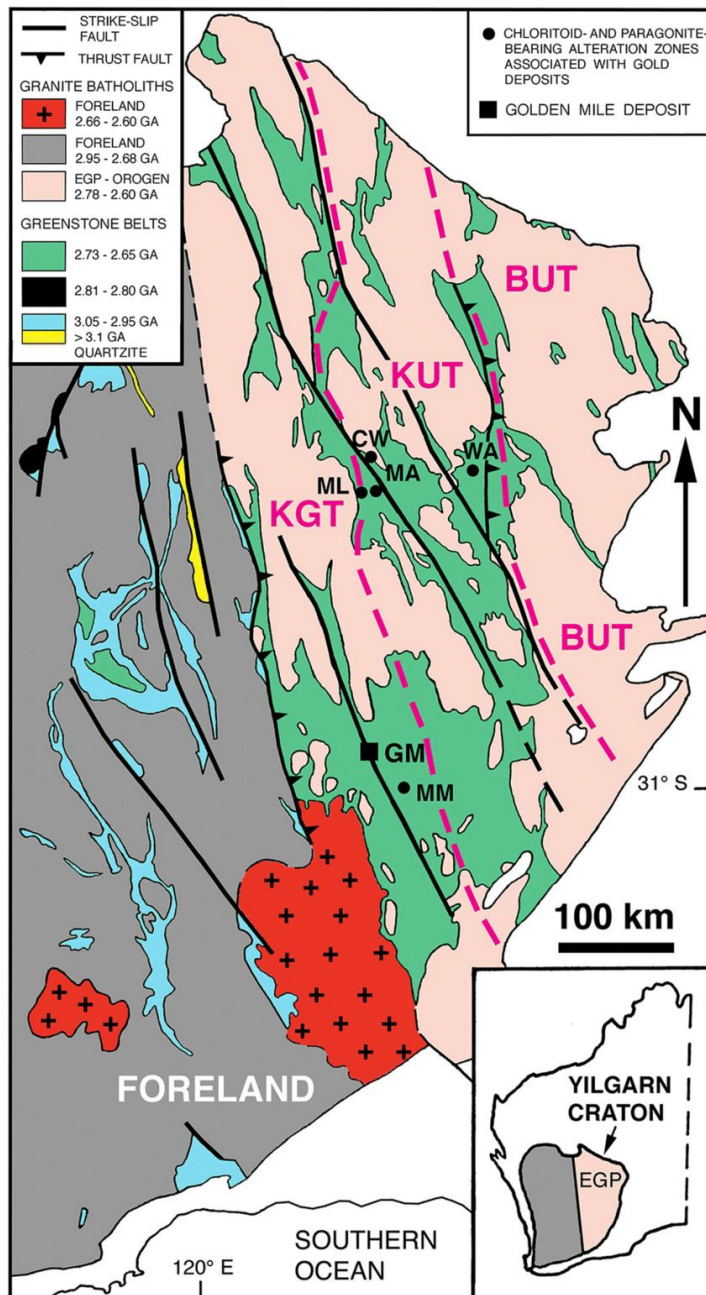
✓ Depósitos de Ouro do tipo Orogênico (maioria)

- ✓ Circulação de fluidos hidrotermais aquo-carbônicos de baixa salinidade;
- ✓ Desvolatilização durante o metamorfismo;
- ✓ Mineralização estão associada veios de quartzo com sulfeto (arsenopirita, pirrotita) e ouro livre;
- ✓ Dep. Orogênicos: Hospedados em estruturas de segunda ordem associadas a grandes estruturas de escala crustal.

✓ Além de ouro há potencial para:

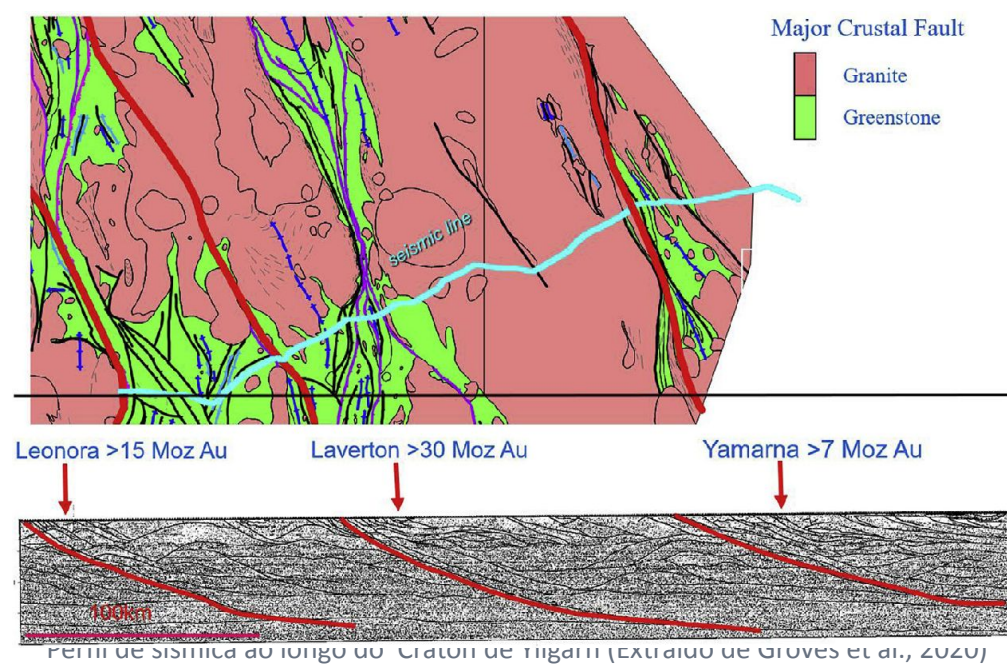
- ✓ Depósitos VMS de Au e metais base (Zn-Pb) no greenstone belt Serra de Santa Rita;
- ✓ Depósitos de Fe em Formações Ferríferas bandadas (Pilar de Goiás – Faina);
- ✓ Depósito de Ni laterítico associado a komatiitos (Dep. Boa Vista NW do GB de Crixás)
- ✓ Depósitos de Mn SEDEX (Guarinos)

EXEMPLO AUTRALIANO – BLOCO YILGARN



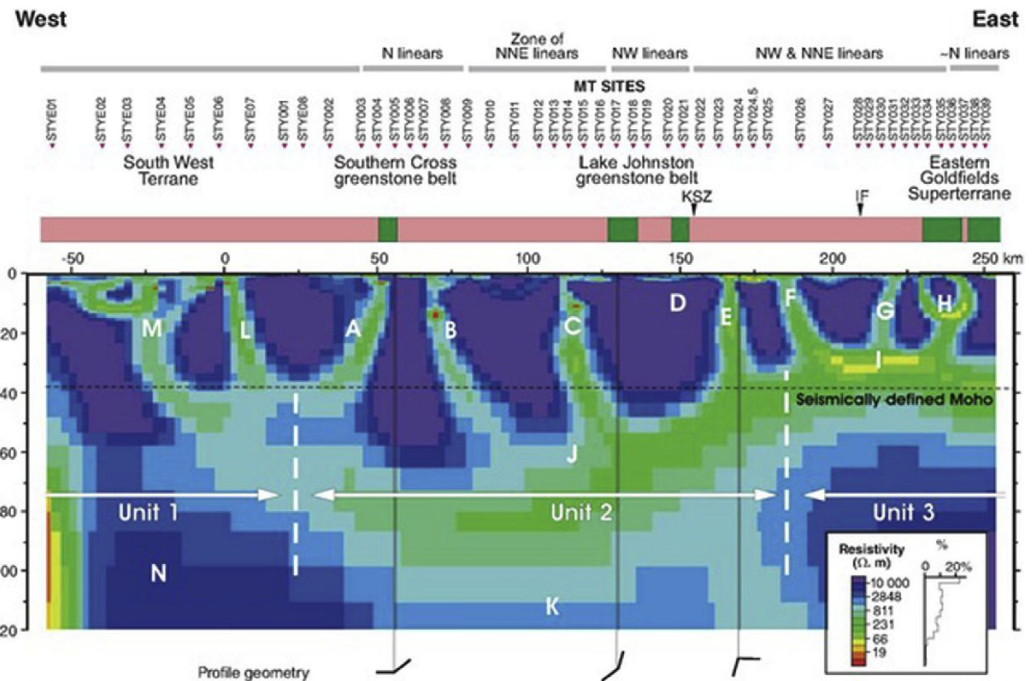
Eastern Goldfields Province – Bloco Yilgarn Austrália , com alguns dos grandes depósitos da província.

- ✓ **Bloco Yilgarn (SW – Austrália): 650 mil Km²**
 - ✓ Recurso total > 120 Moz Au
 - ✓ 4% das reservas e recursos de Au do Planeta;
 - ✓ Terreno Cratônico do SW da Austrália – muito similar ao Bloco A/P Goiás
 - ✓ Dividido em 3 Grandes províncias
 - ✓ Maiores depósitos - Eastern Goldfields Province (~250 mil Km²)
 - ✓ Golden Mile
 - ✓ Mt. Charlotte
 - ✓ Wiluna
 - ✓ Oroya
- ✓ **Qual o motivo do sucesso australiano? Será somente o aspecto de fertilidade geológica da província?**

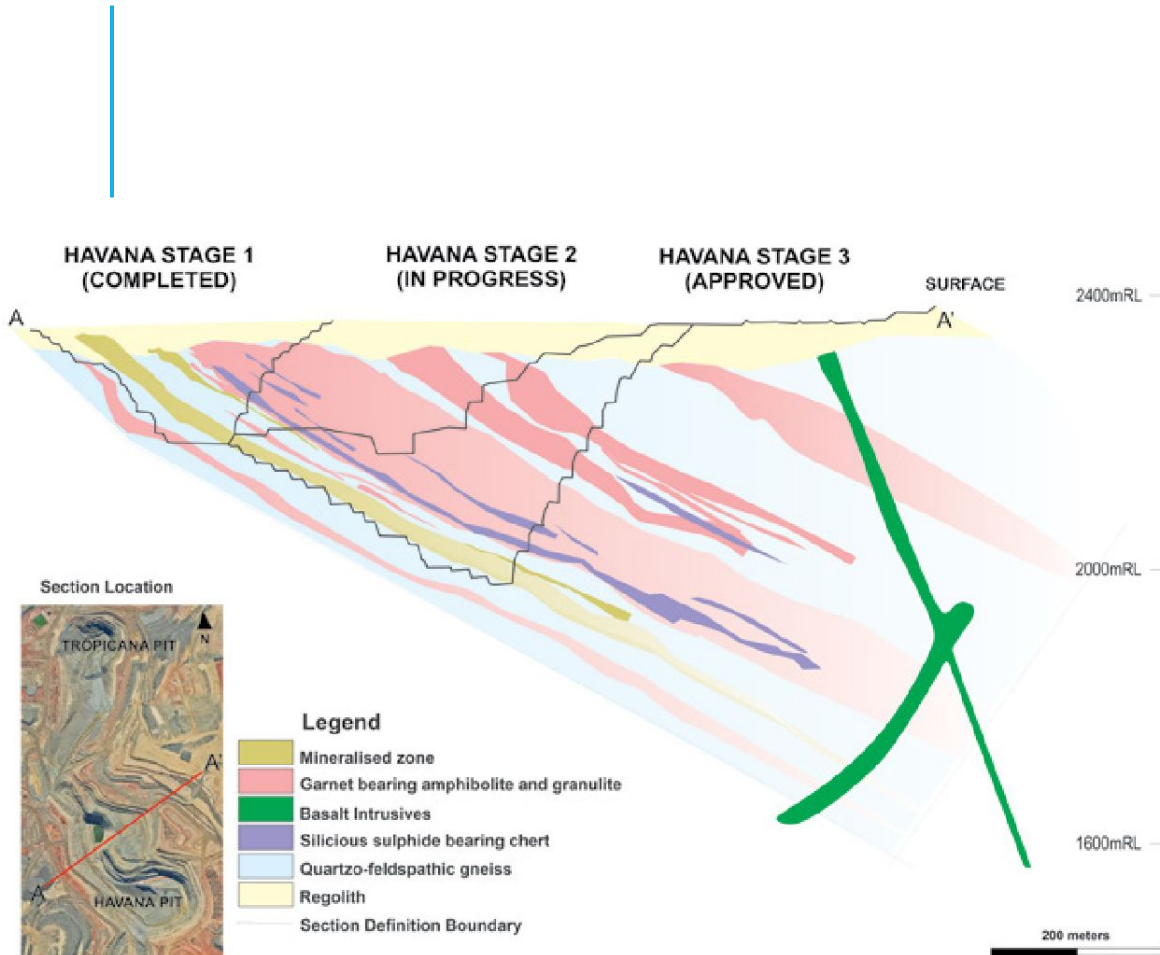


EXEMPLO AUTRALIANO – BLOCO YILGARN

- ✓ Ampla gama de dados de geologia básica disponíveis:
 - ✓ Mapas geológicos em escala de semi-detalhe e de detalhe das regiões de maior interesse;
 - ✓ Dados de levantamentos geoquímicos regionais (solo, rocha e sedimentos de corrente);
- ✓ Levantamentos geofísicos Incluem:
 - ✓ Levantamentos aeromagnetometricos e radiométricos em várias escalas, com detalhes em regiões de maior interesse;
 - ✓ Levantamentos gravimétricos;
 - ✓ Perfis de magneto-telúrico (importante para identificar grandes estruturas geológicas);
 - ✓ Linhas de sismica terrestre (importante para identificar grandes estruturas geológicas);
- ✓ Grande número de estudos científicos a respeito da gênese, e arquitetura dos depósitos;



EXEMPLO DO DEPÓSITO TROPICANA



Seção geológica do Depósito Tropicana – Fonte: Anglo Gold Ashanti

- ✓ **Joint Venture Anglo Gold Ashanti – Regis Resources LTDA**
 - ✓ **4.4 Moz** (classe mundial - > 3.2 Moz)
 - ✓ Mina começou a operar em 2020;
 - ✓ **Produção** atingiu **330Koz**;
 - ✓ Vida da mina estimada em 24 anos;
 - ✓ Localizado na **margem E da EGP - Craton Yilgarn**;
 - ✓ **Rochas encaixantes: Anfibolitos e granulitos - geologia extremamente desfavorável**;
 - ✓ Depósito localizado sob **espessa cobertura regolítica**;
 - ✓ Mineralização pós metamórfica (Py disseminada) – Doyle et al., (2015)
 - ✓ Descoberta ocorreu em 2005 após a Anglo Gold Ashanti insistir em pesquisar uma anomalia incomum de ouro na cobertura de solo;
 - ✓ Anomalia obtida em campanha regional de solo dos anos 1990's;
 - ✓ **Um dos melhores exemplos de que vale a pena investir em Geologia Básica**;

CONCLUSÃO

1- Estado de Goiás como um todo possui grande potencial para a descoberta de novos depósitos e consequente ampliação do setor mineral no Estado;

2- Necessário um conjunto de políticas públicas que tenham como eixo:

- ▣ Investimento em Geologia Básica (Cartografia Geológica; Geoquímica Regional; Levantamentos Geofísicos etc);
- ▣ Investimento em ciência para melhorar o entendimento dos depósitos existentes e fornecer subsídios a novas descobertas
- ▣ Investimento no desenvolvimento tecnológico para aproveitamento dos recursos existentes (Ex. ETR de Catalão)

2- Bloco Arqueano/Paleoproterozóico de Goiás – Província Mineral mais madura do estado;

3- Necessário investimentos maciços em geologia não só para atrair investimentos, mas também para manter a produtividade da província no longo prazo.

CONCLUSÃO

O caso australiano mostra que a produção mineral é proporcional ao nível de investimento em geologia básica e em ciência.