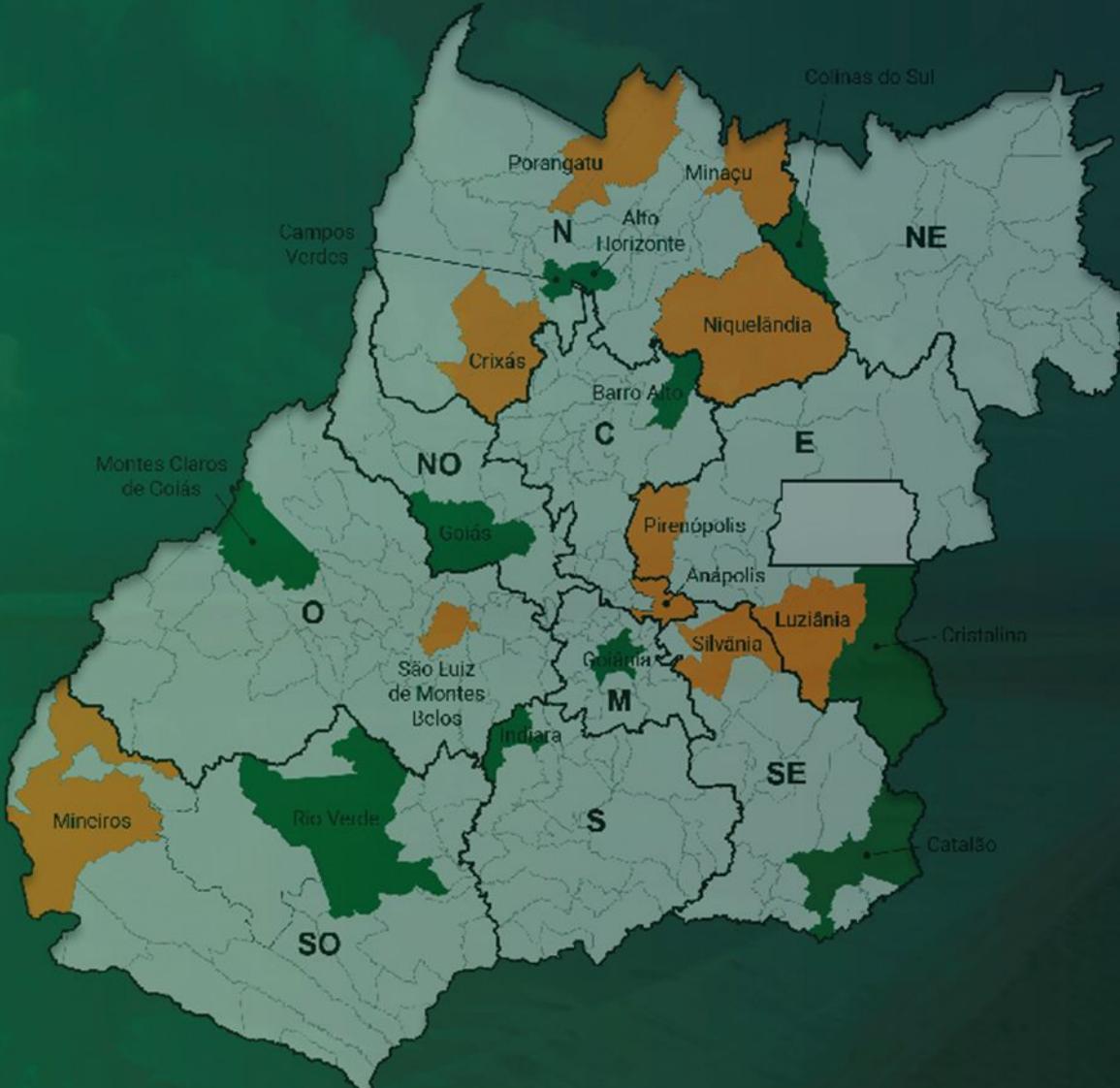




# PERM-GO

## Plano Estadual de Recursos Minerais

**SIC**  
Secretaria de  
Estado  
de Indústria,  
Comércio  
e Serviços





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



**CRIXÁS**

25 de abril de 2023



PREFEITURA DE  
**CAMPOSVERDES**



**PERM-GO**  
Plano Estadual de  
Recursos Minerais

SIC  
Secretaria de  
Indústria,  
Comércio e  
Serviços



Universidade  
Federal de  
Goiás



**FUNAPE**  
Fundação de Apoio à Pesquisa



**SUDECO**  
Sindicato dos  
Desenvolvedores  
do Centro-Oeste

**SGO**  
Serviço Geológico  
do Brasil - CGEP



# 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 NO ESTADO DE GOIÁS

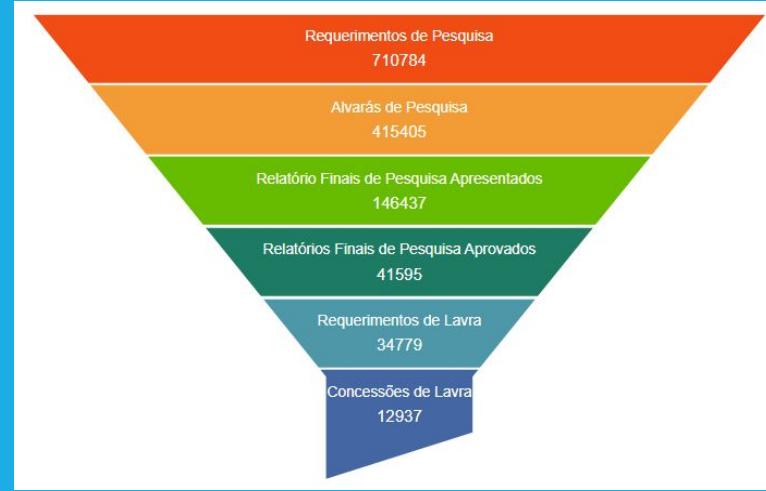
Século XVIII - "Século do ouro" em Goiás - fruto da convergência entre os interesses político-econômicos de Portugal e a iniciativa das Bandeiras de prospecção mineral.

Bandeirantes – primeiros prospectores - depósitos aluvionares.

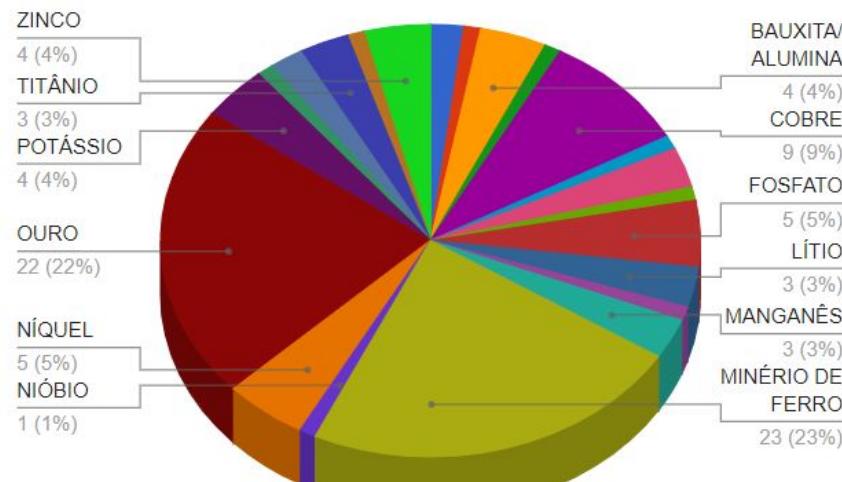
Bartolomeu Bueno da Silva, filho de Anhanguera (1722) - arraial de Sant'Anna – Vila Boa - cidade de Goiás

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

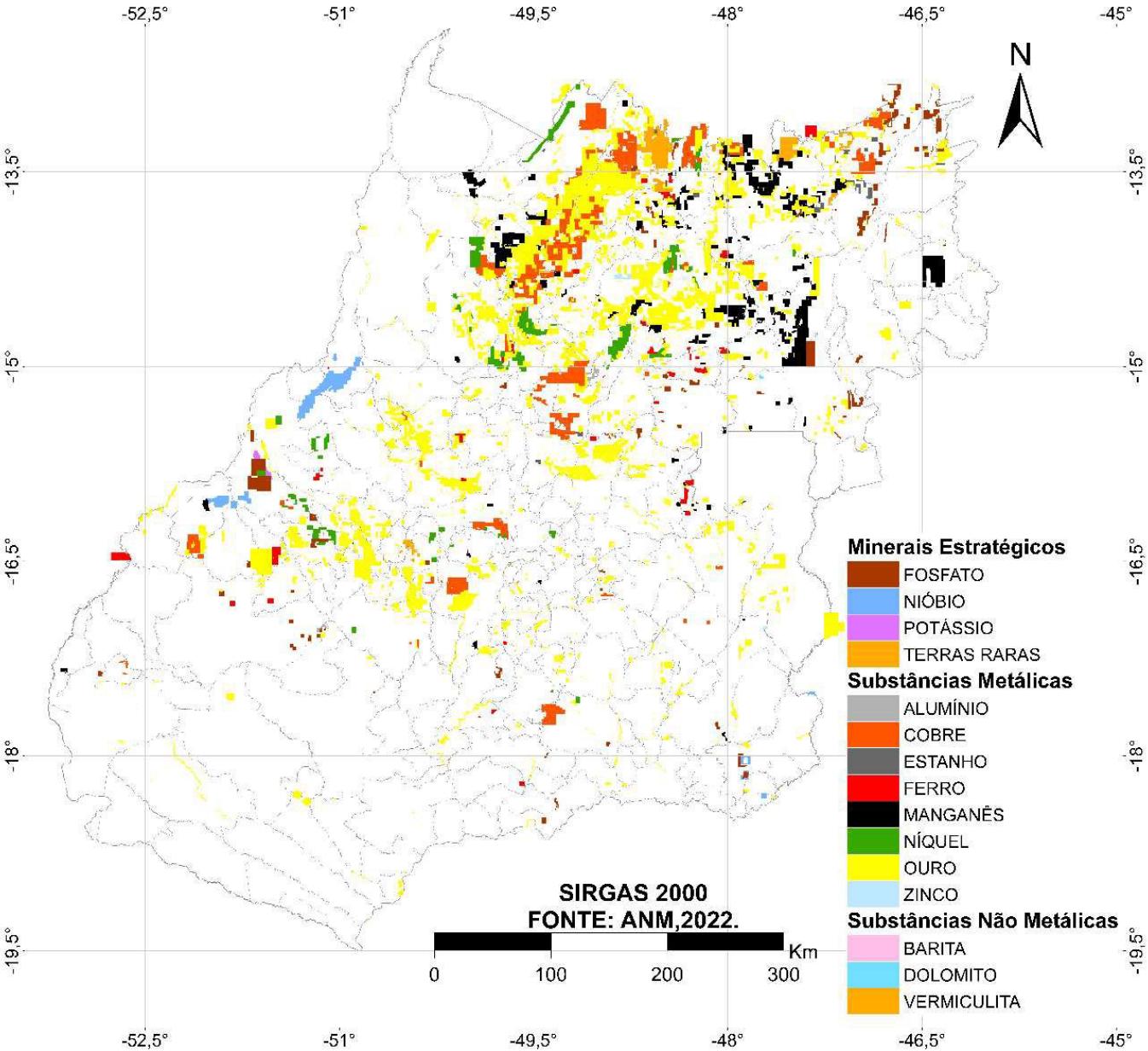
Regiões mineradoras mais importantes do Estado: Vila Boa, Traíras, Meia Ponte (Pirenópolis) e Crixás.

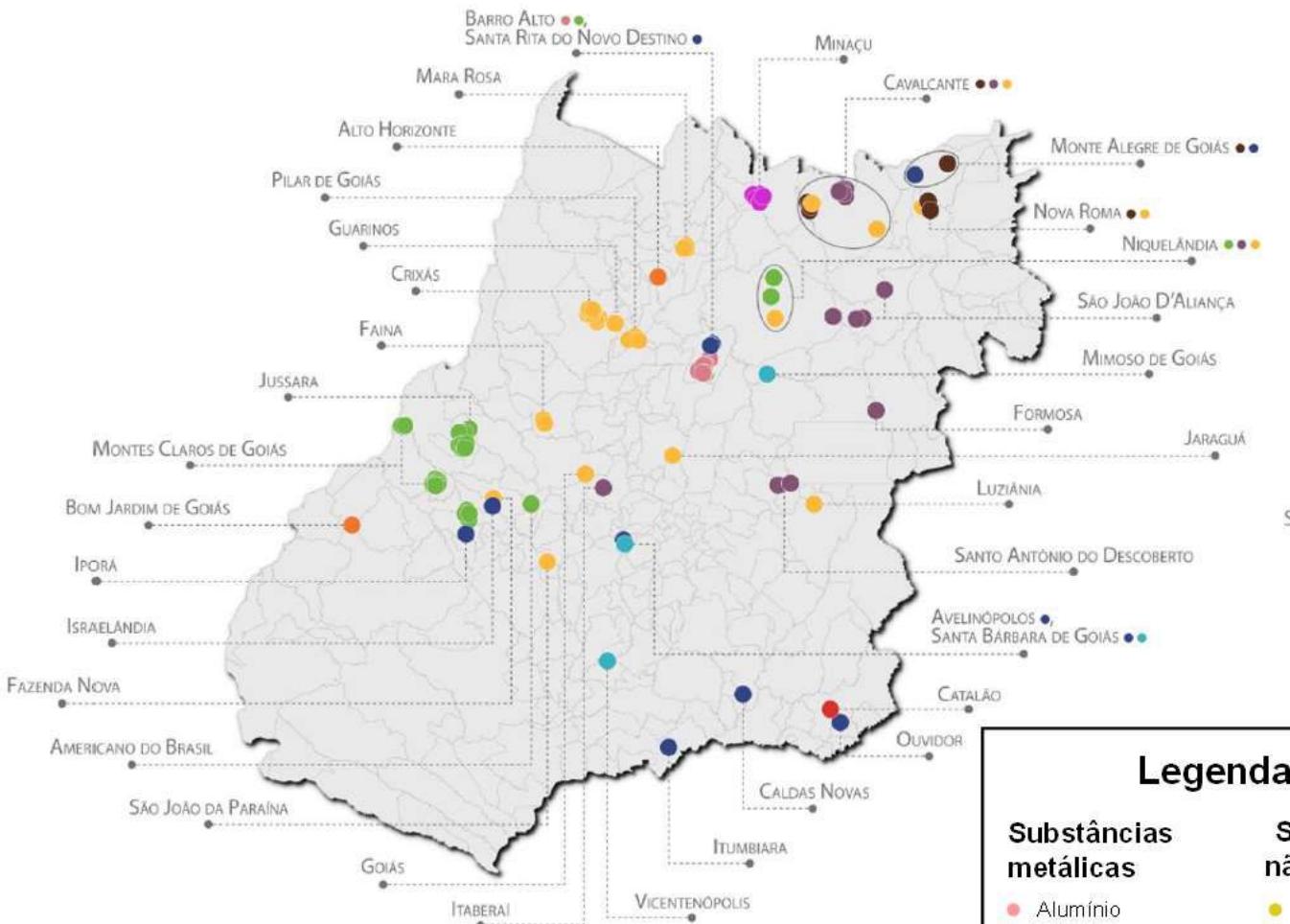


# POTENCIAL MINERAL DO ESTADO DE



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





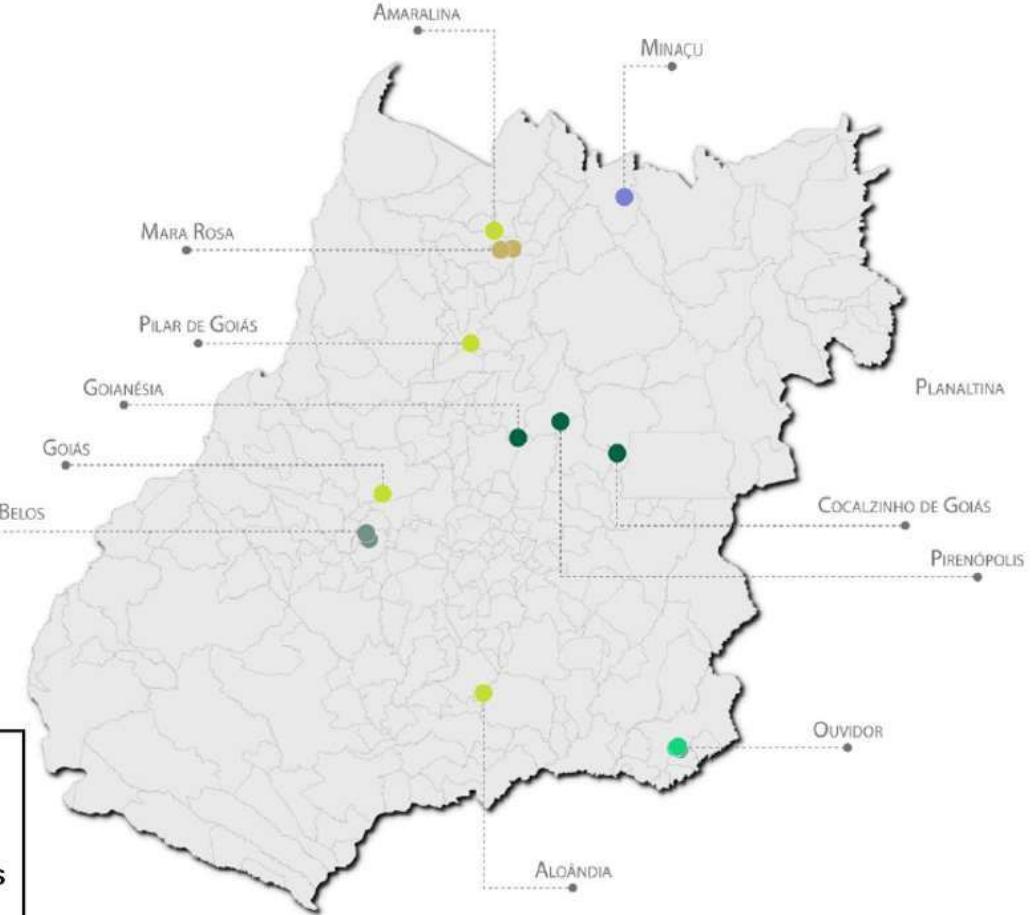
### Legenda

#### Substâncias metálicas

- Alumínio
- Cobre
- Estanho
- Ferro
- Manganês
- Nióbio
- Níquel
- Ouro
- Terras raras
- Titânio

#### Substâncias não-metálicas

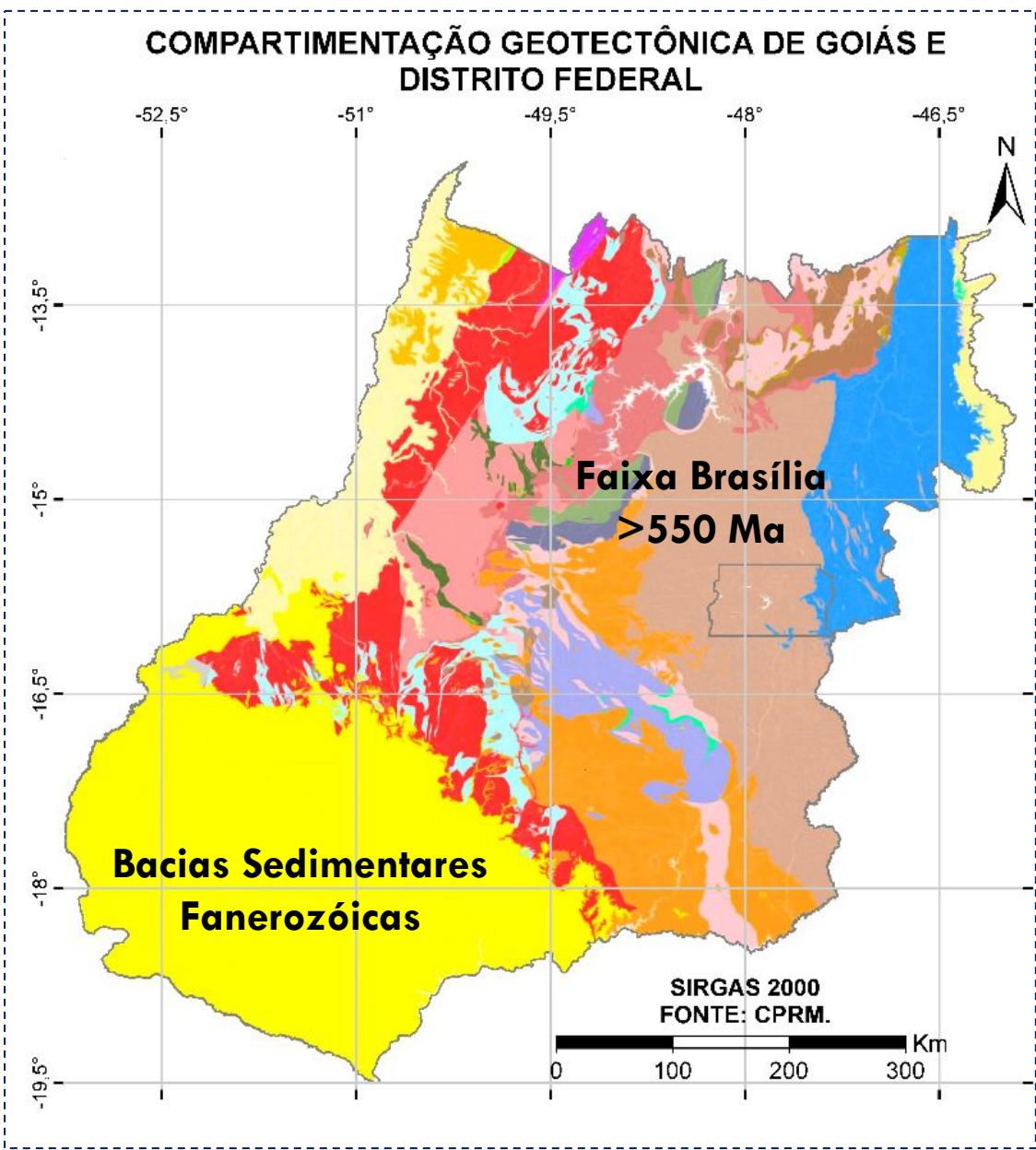
- Barita
- Crisotila
- Dolomito
- Fosfato
- Talco
- Vermiculita

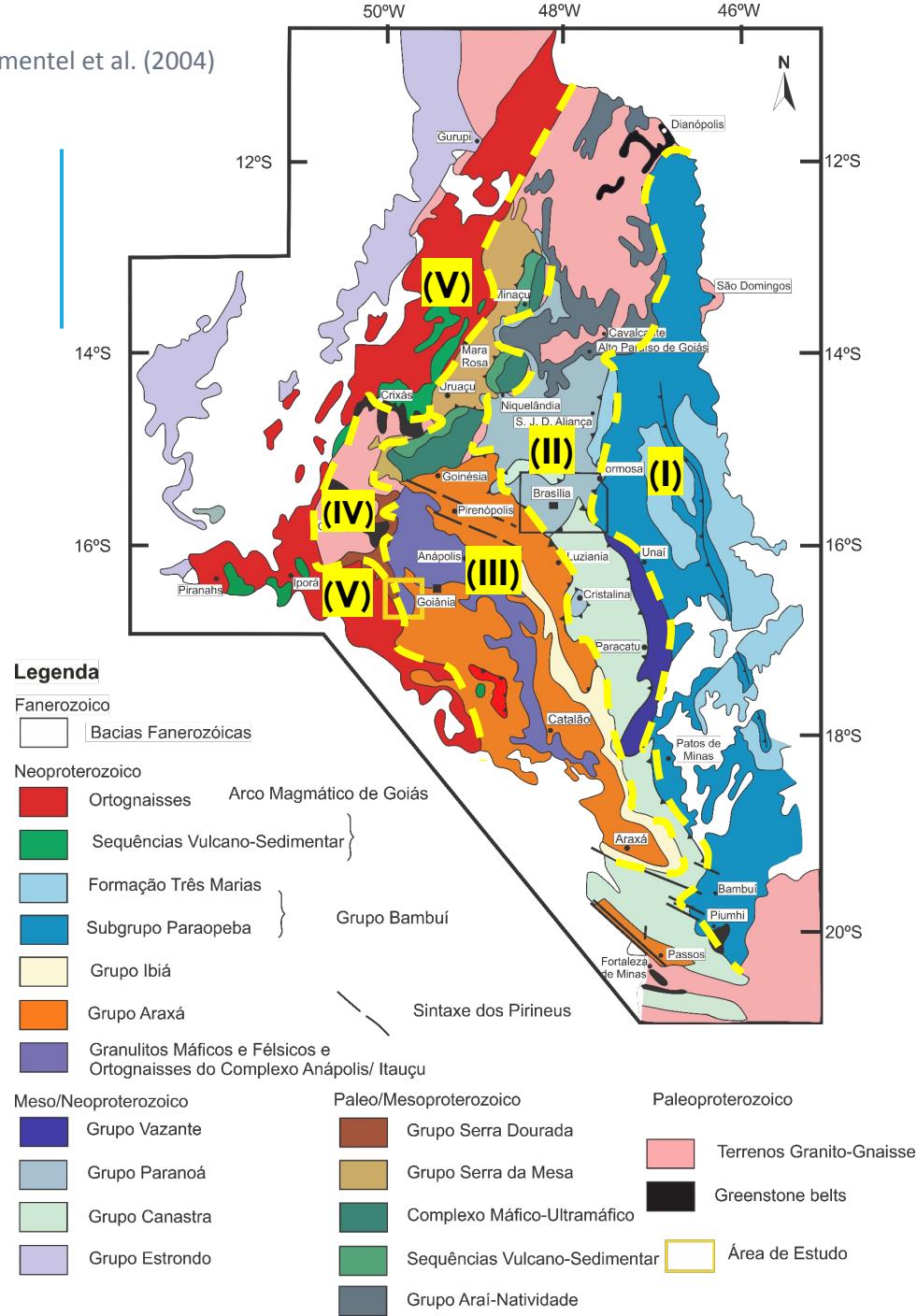


Principais reservas minerais de Goiás – metálicos e não-metálicos – ano-base 2017 (Extraído de ANM, 2019)

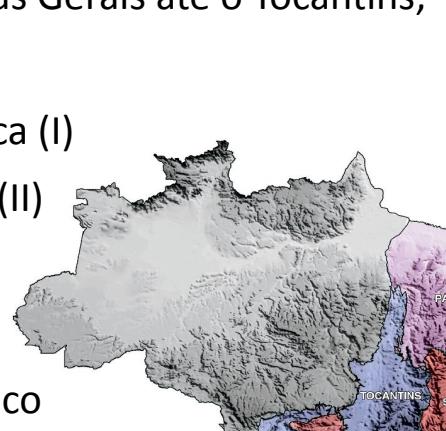
# GEOLOGIA DO ESTADO DE GOIÁS

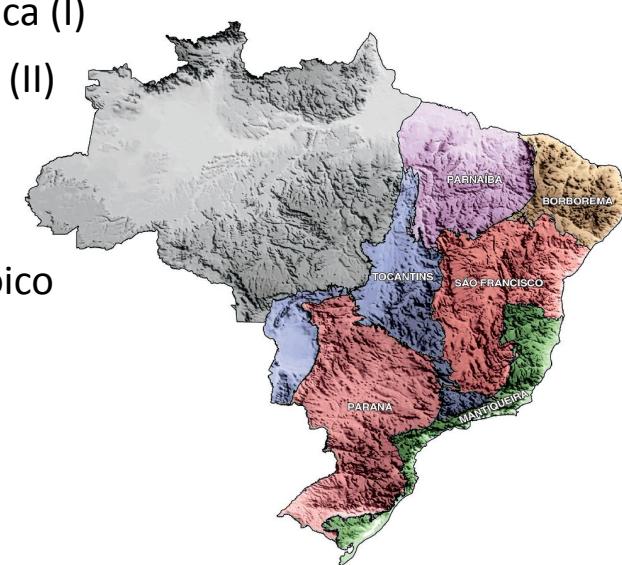
## Dois Grandes Domínios Geológicos

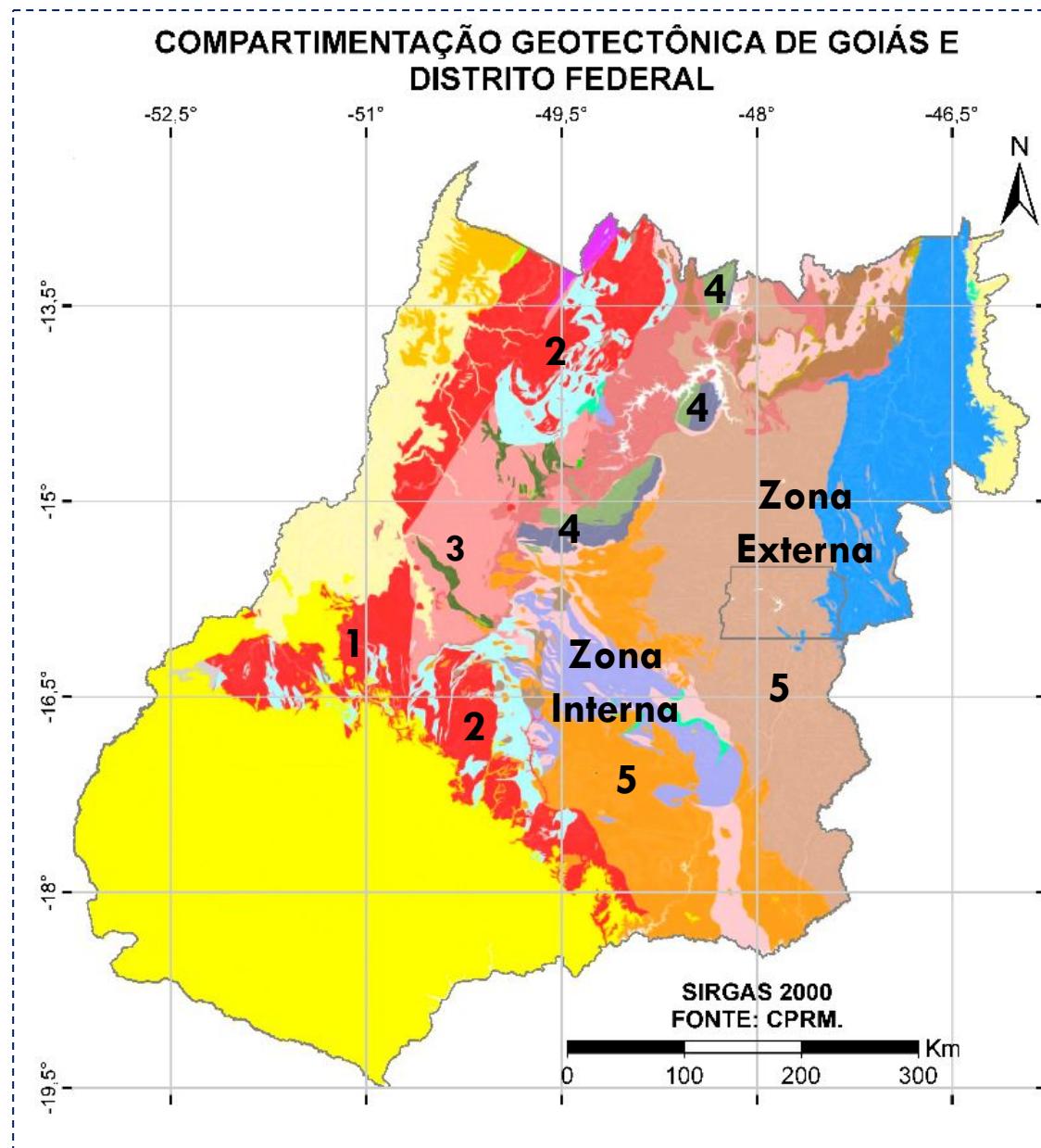




# FAIXA BRASÍLIA

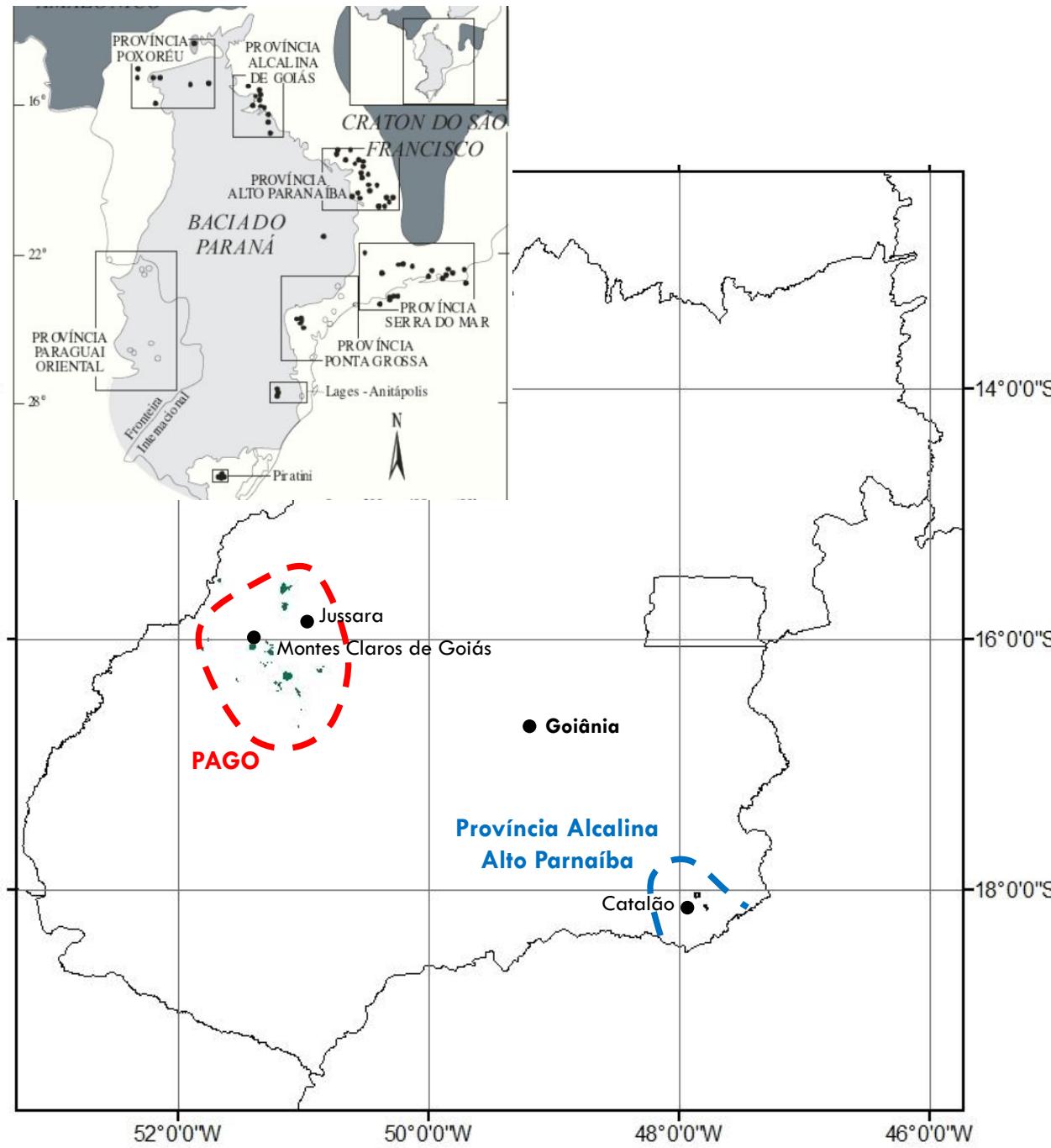
- ✓ Onde estão os depósitos minerais relevantes do Estado de Goiás;
  - ✓ Orógeno acrecional formado pela convergência entre massas continentais - cratons Amazônico (NW), São Francisco (E) e Paranapanema (SW).
  - ✓ Parte de um grande sistema orogênico Neoproterozóico (1000 – 543 Ma) - exposto na porção central do Brasil - Província Tocantins;
  - ✓ Colisão da FB ocorreu durante o período Brasiliano (750-550Ma);
  - ✓ Se estende do norte do Estado de Minas Gerais até o Tocantins;
  - ✓ Divida 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:

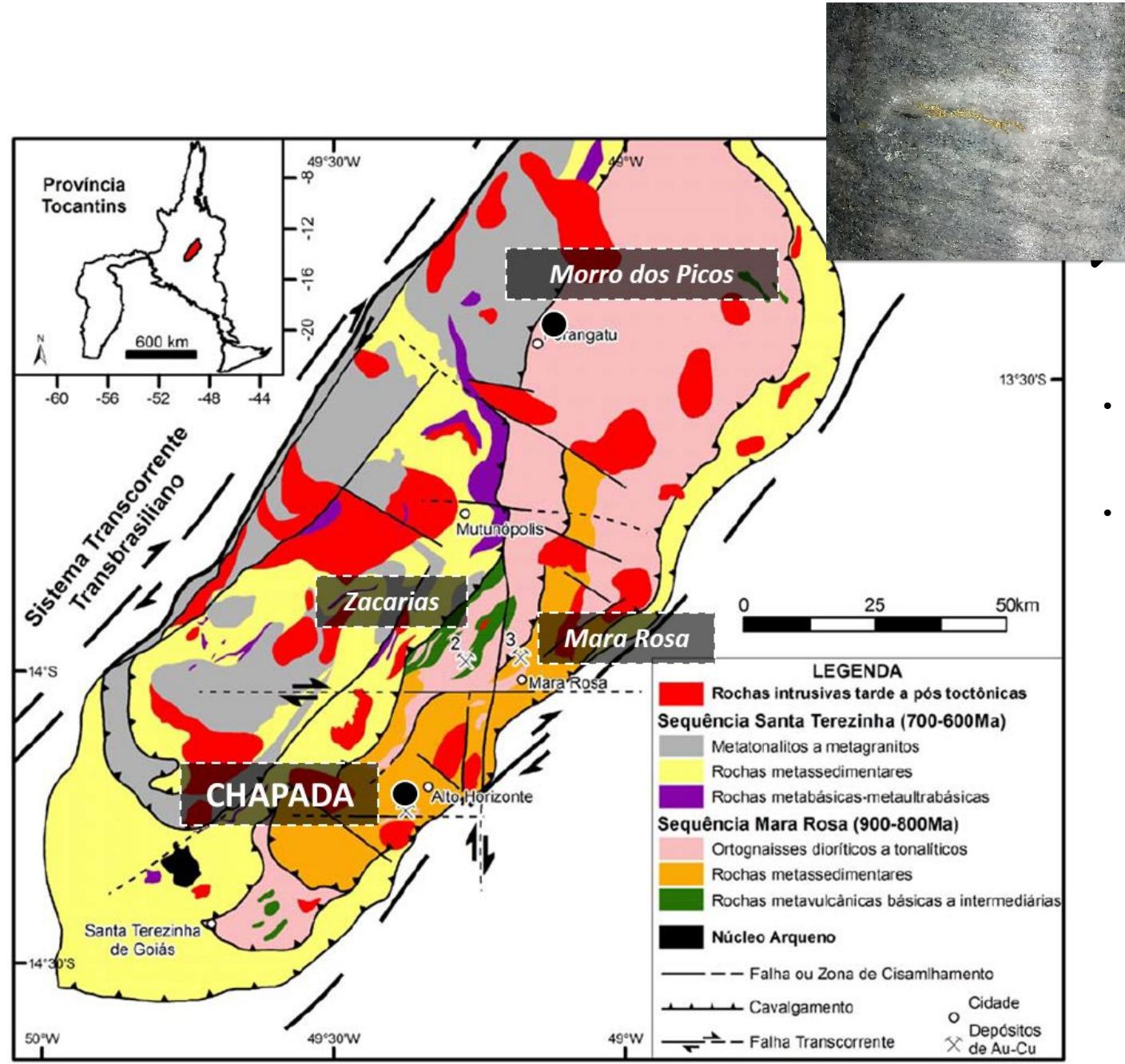
1. **Província Alcalina de Goiás;**
2. **Arco Magmático de Goiás;**
3. **Bloco Arqueano/Paleoproterozóico de Goiás;**
4. **Complexos Máficos Ultramáficos Acamadados;**
5. **Sequências Metavulcanossedimentares Mesoproterozóicas e Granitos Anorogênicos;**



## Província Alcalina de Goiás (PAGO) Província Alto Paranaíba (SW GO)

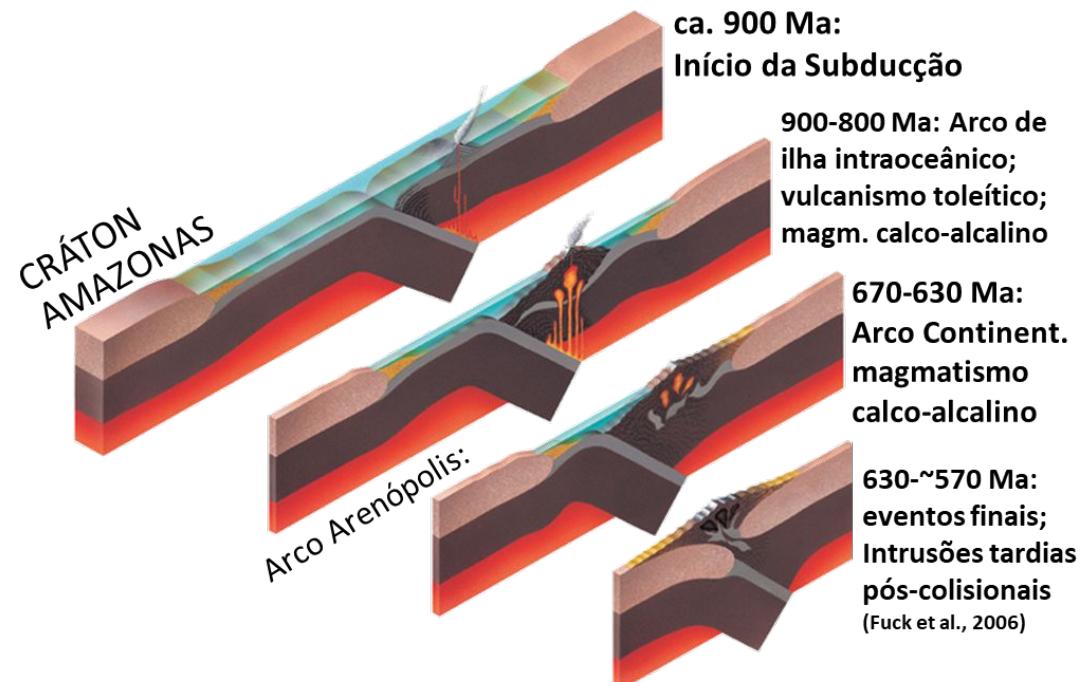
- ✓ Vulcanismo alcalino Igneo do Cretáceo
- ✓ Rochas:
- ✓ Província Alto Paranaíba (W de Minas Gerais – SE Goiás)
  - ✓ Depósitos Catalão I e II: Intrusões alcalino-carbonatíticas
  - ✓ Recursos e Reservas de:
    - ✓ Nb (Pirocloro) -
    - ✓ Fosfato ( $P_2O_5$ ) -
  - ✓ Recursos em ETR,  $TiO_2$ , Ba,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

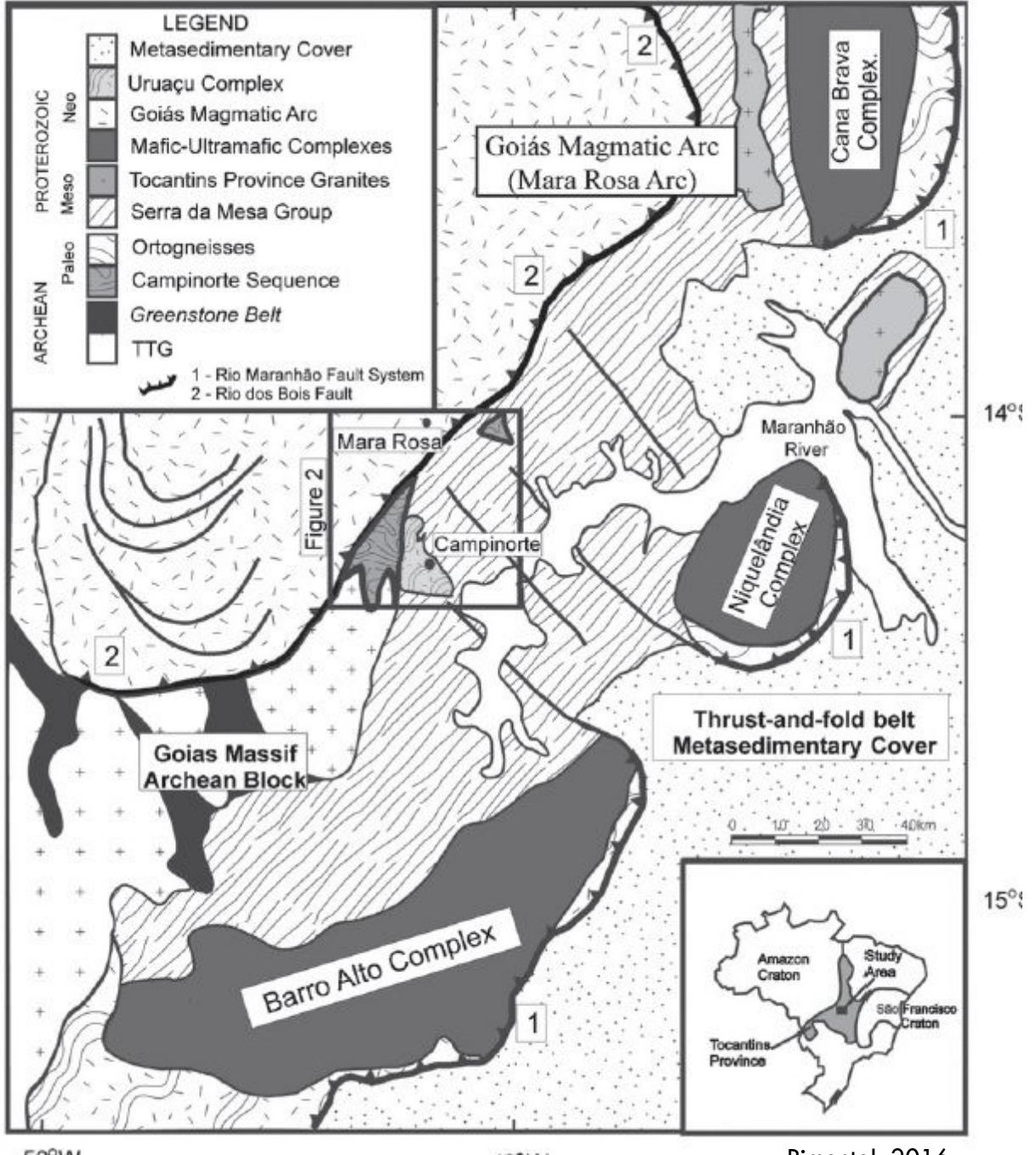
# Arco Magmático de Goiás



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)



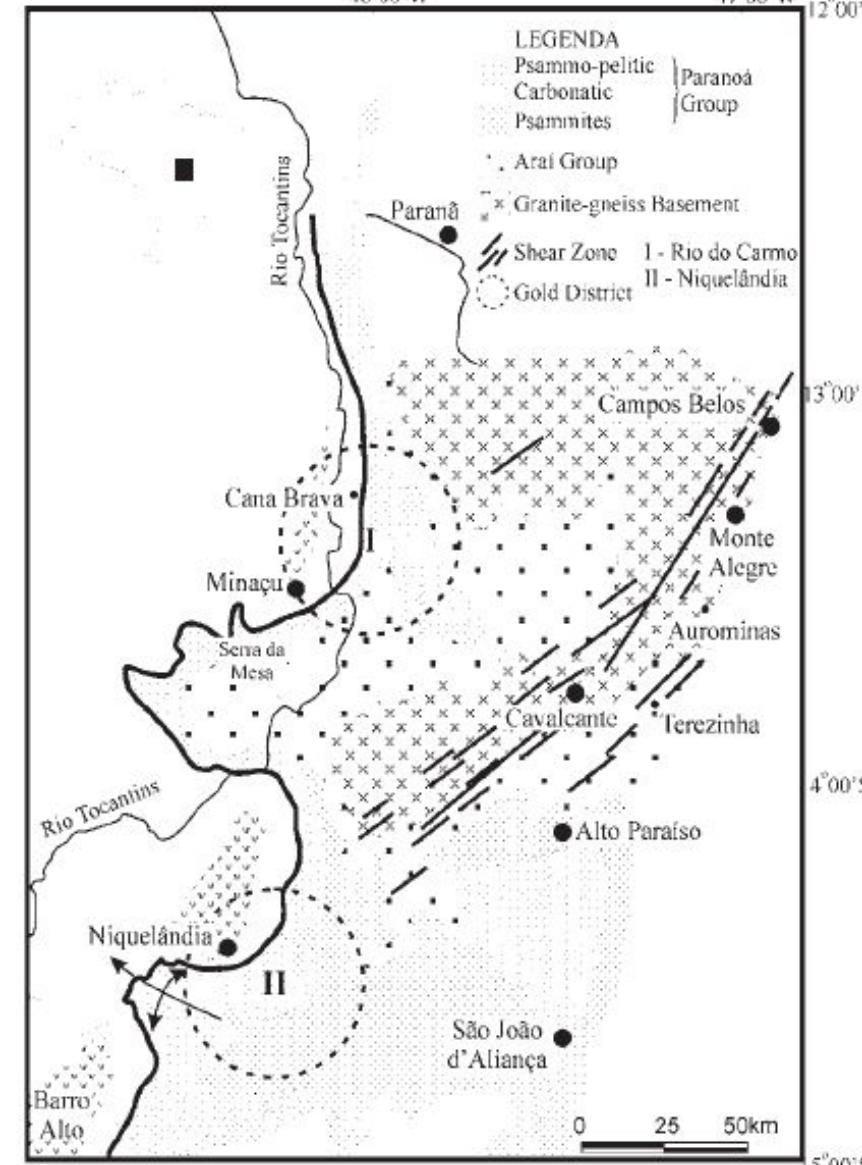


# Complexo Máfico-Ultramáficos Acamadados de Goiás

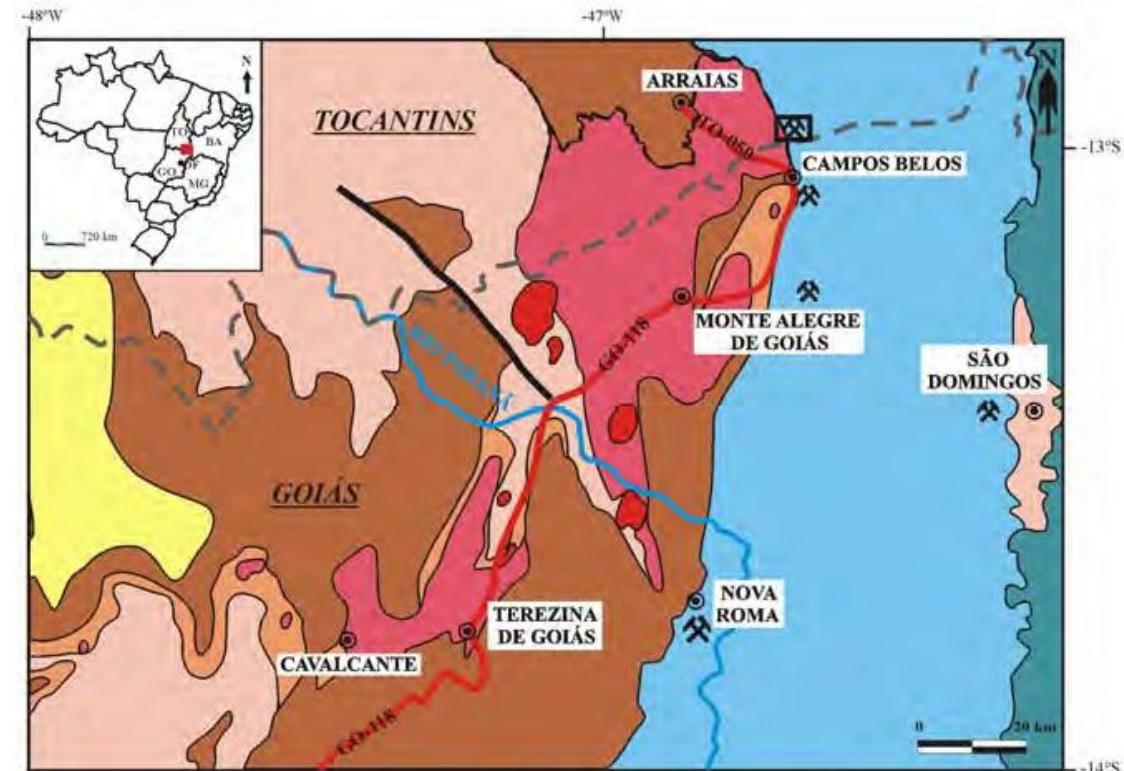
- ✓ Complexos de Cana Brava, Niquelândia e Barro Alto
- ✓ Intrusões mafico-ultramáficas e sequências metavulcano-sedimentares
- ✓ Cana Brava
  - ✓ Depósito de crisotila – SAMA - 150Mt@ 3.5%
  - ✓ Sequência Palmeirópolis - depósito vulcanogênico de Zn-Pb-Cu - 6,5 Mt @ 3.63% Zn+0.57% Pb+0.79% Cu
- ✓ Niquelândia
  - ✓ 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

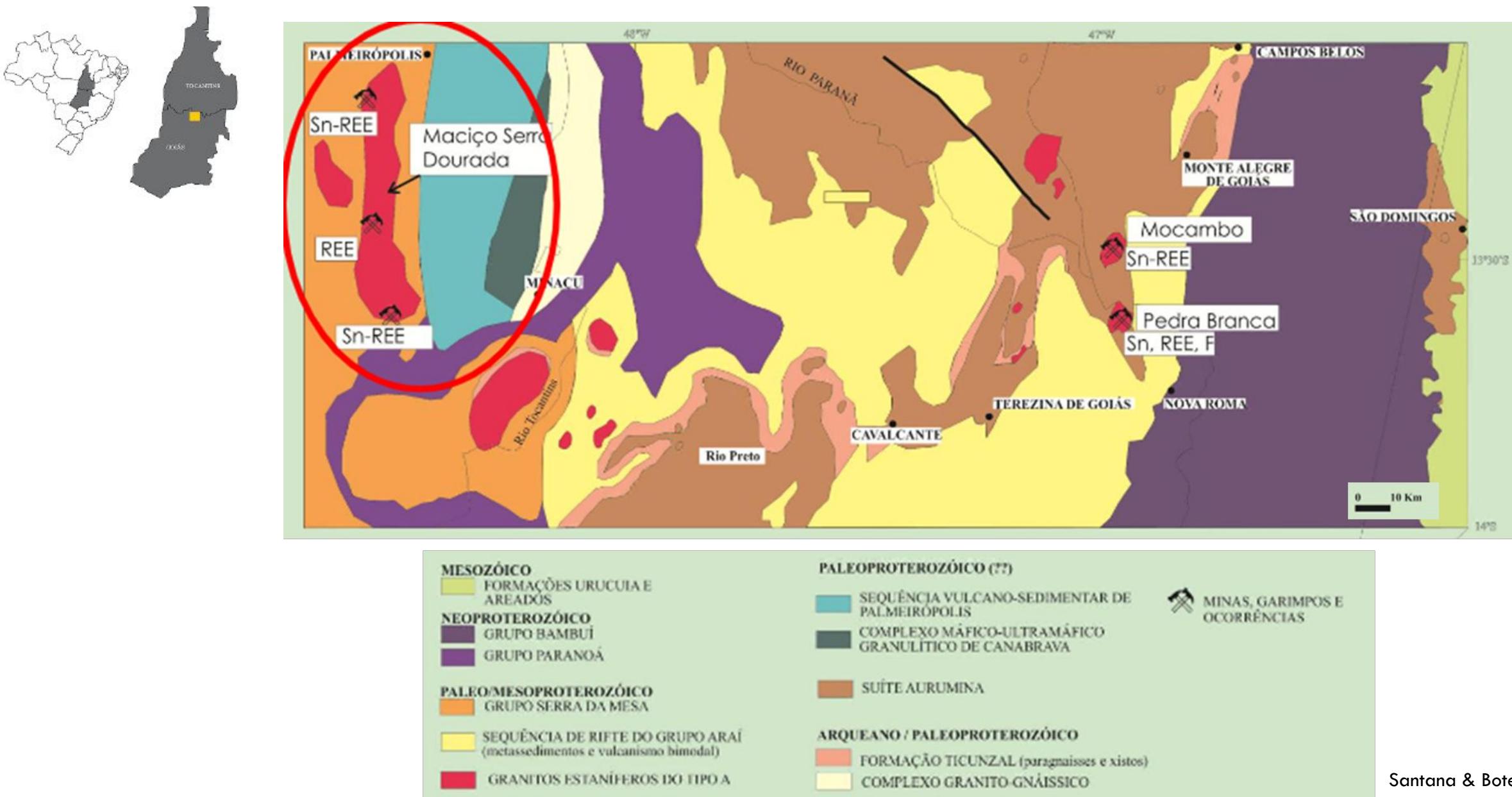
- ✓ São João d'Aliança e região - > 440 Kt @ 39% Mn
- ✓ Formação Paracatu – Grupo Canastra - depósitos de Au e metais-base – potencial em Goiás (Morro Agudo e Vazante – MG)
- ✓ Depósitos tipo Campos Belos/Arraias - fosfato sedimentar Form. Sete Lagoas - ITAFÓS - 40M t @ 5% P2O5
- ✓ Depósitos de Au –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

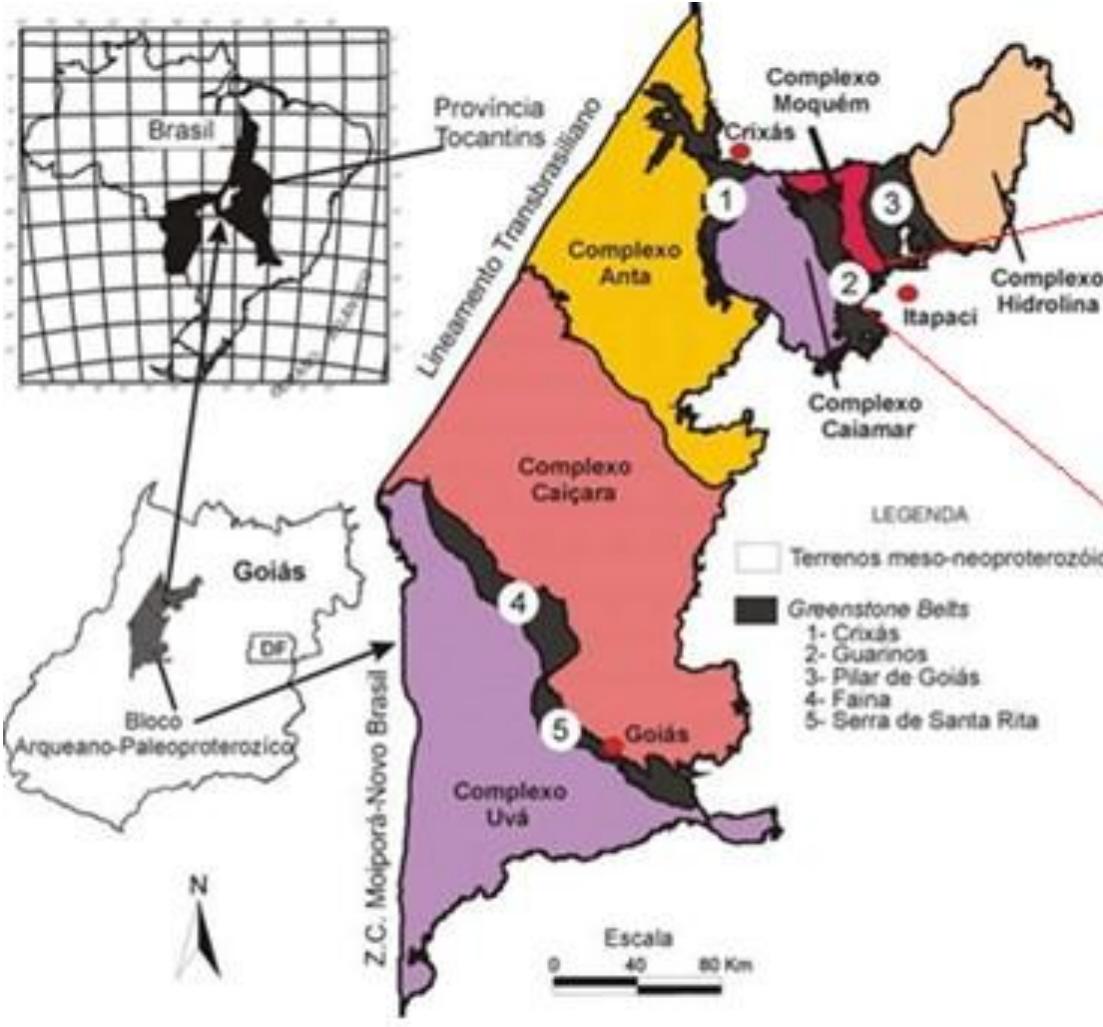


Dardenne & Botelho, 2014



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



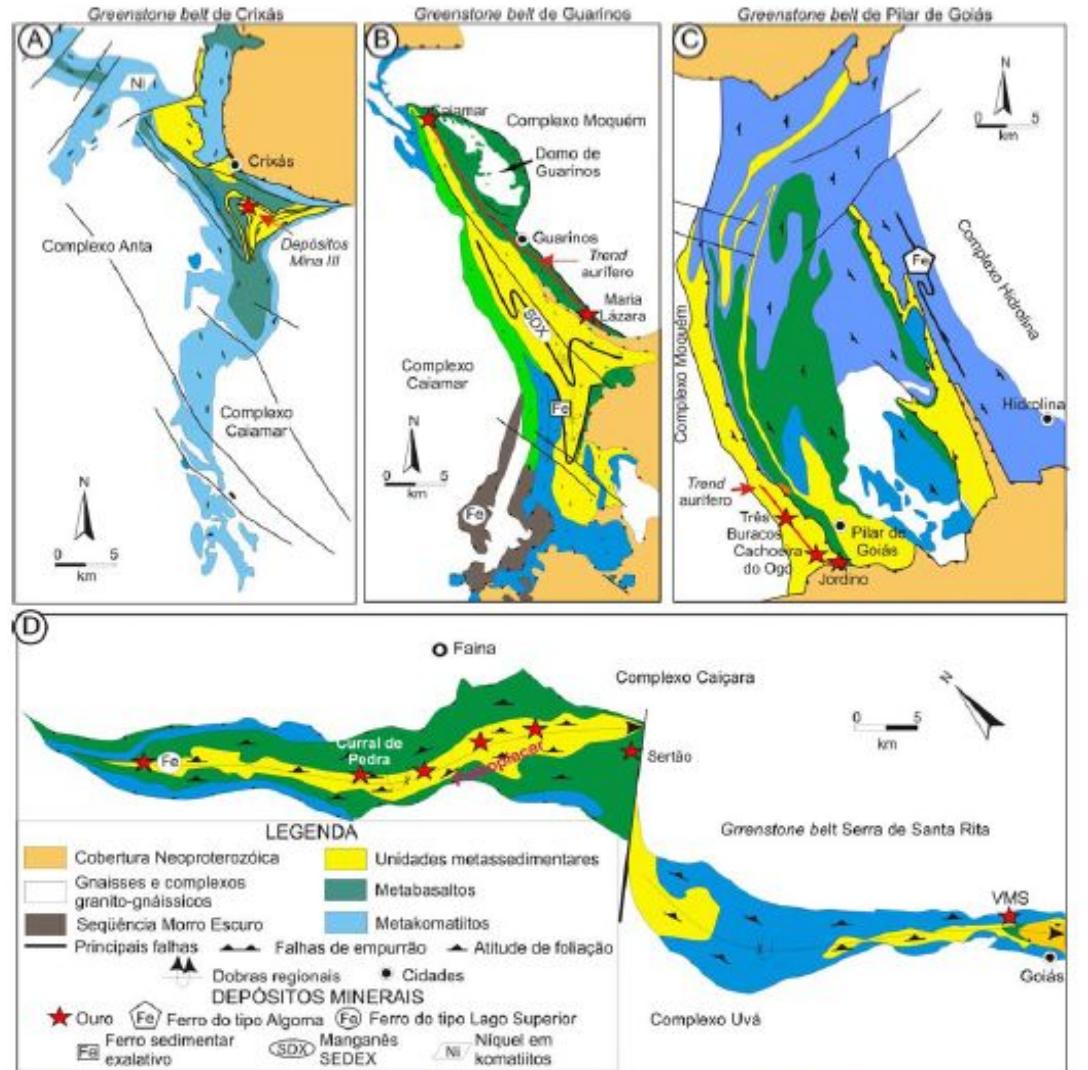


Subdivisão do Bloco Arqueano-Paleoproteorozoico de Goiás.

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

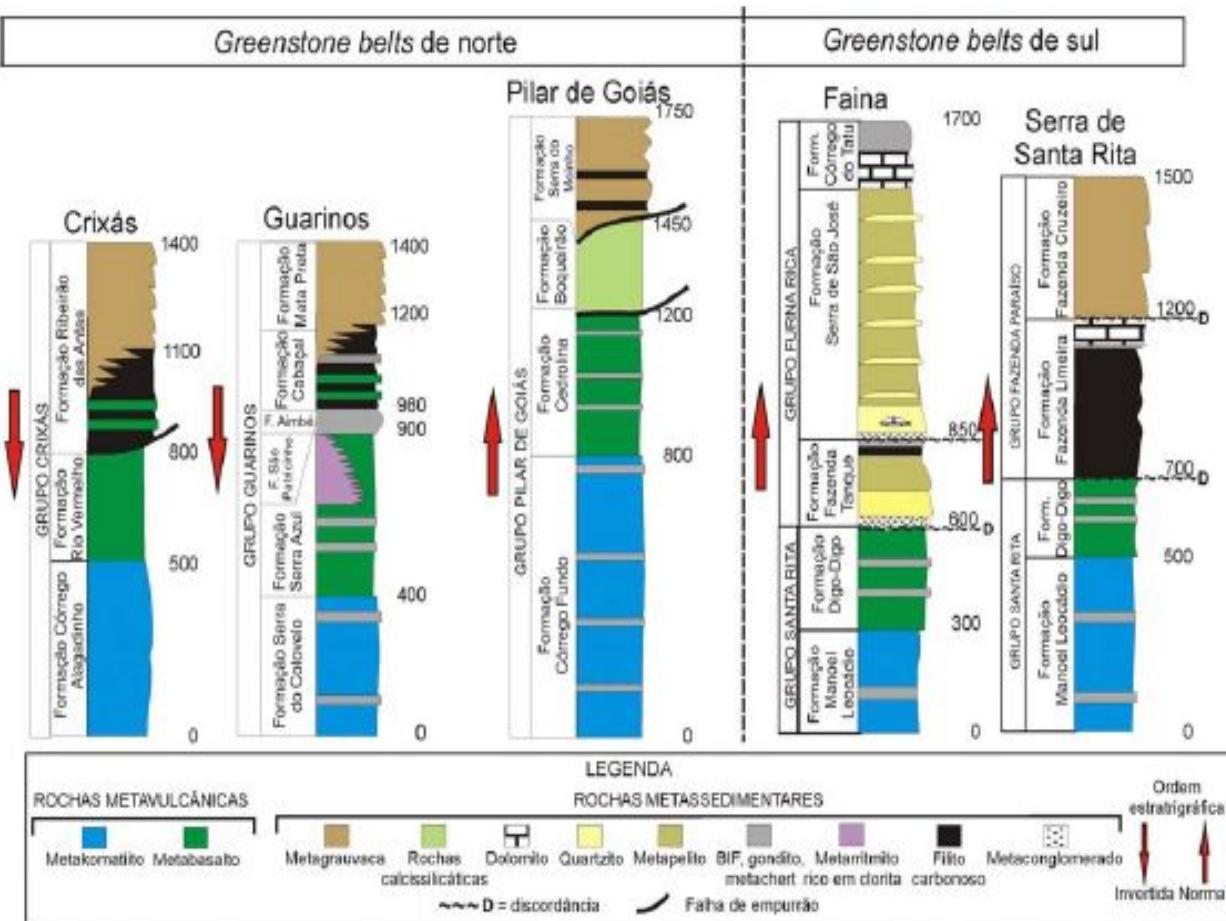
## BLOCO ARQUEANO-PALEOPROTEROZOICO DE GOIÁS

- ✓ ~50 mil Km<sup>2</sup> de area (Blum et al., 2003)
- ✓ Terrenos muito antigos: > 2.1 bilhões de anos (Arqueano/Paleoproterozoico)
- ✓ 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;



# 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)



Colunas estratigráficas dos greenstone belts de Goiás. Extraído de Jost et al. (2014)

## GREENSTONE BELTS DO BLOCO ARQUEANO-PALEPROTEROZÓICO DE GOIÁS

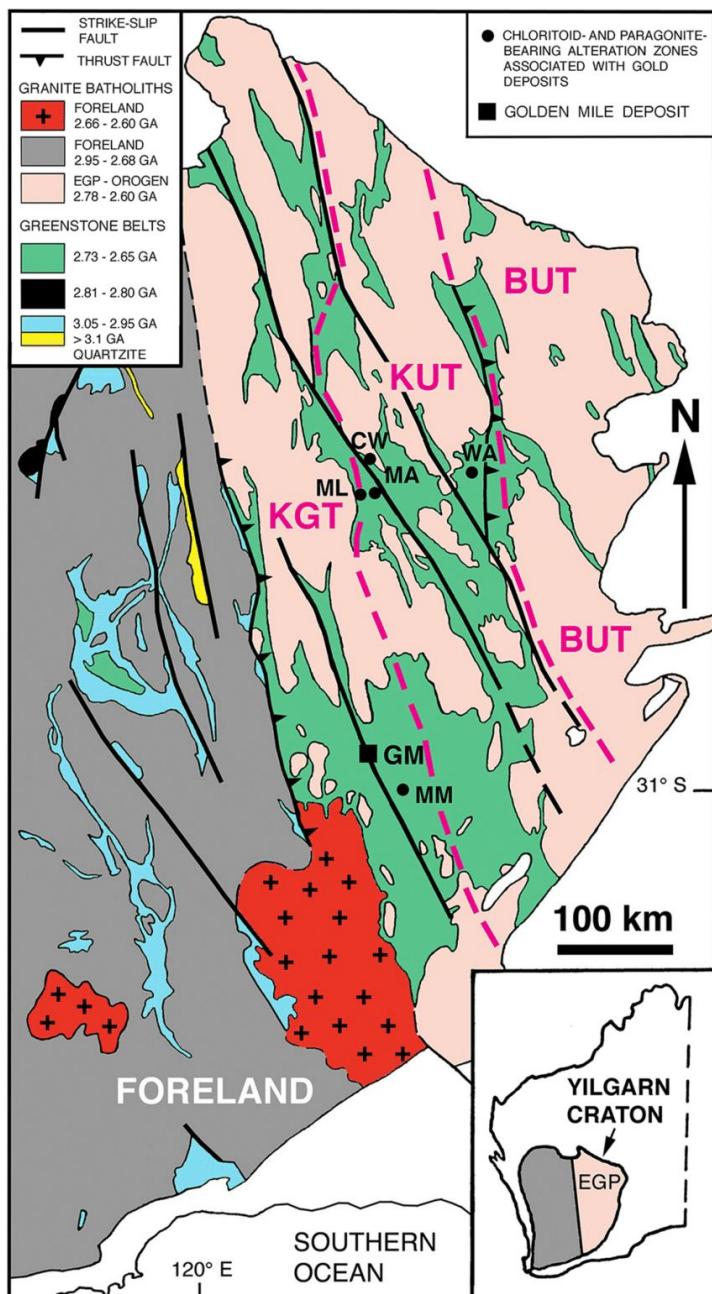
- ✓ Estratigrafia dos greenstone belts é muito similar:
  - ✓ Rochas metassedimentares no topo (metapelitos, rochas calciosilicatados, metagrauvacas, dolomitos, filitos carbonosos)
  - ✓ Rochas metaígneas básicas na porção intermediária (metabasaltos)
  - ✓ Rochas metaígneas ultramáficas (metakomatítitos)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

# GREENSTONE BELTS DO BLOCO ARQUEANO-PALEPROTEROZÓICO DE GOIÁS



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

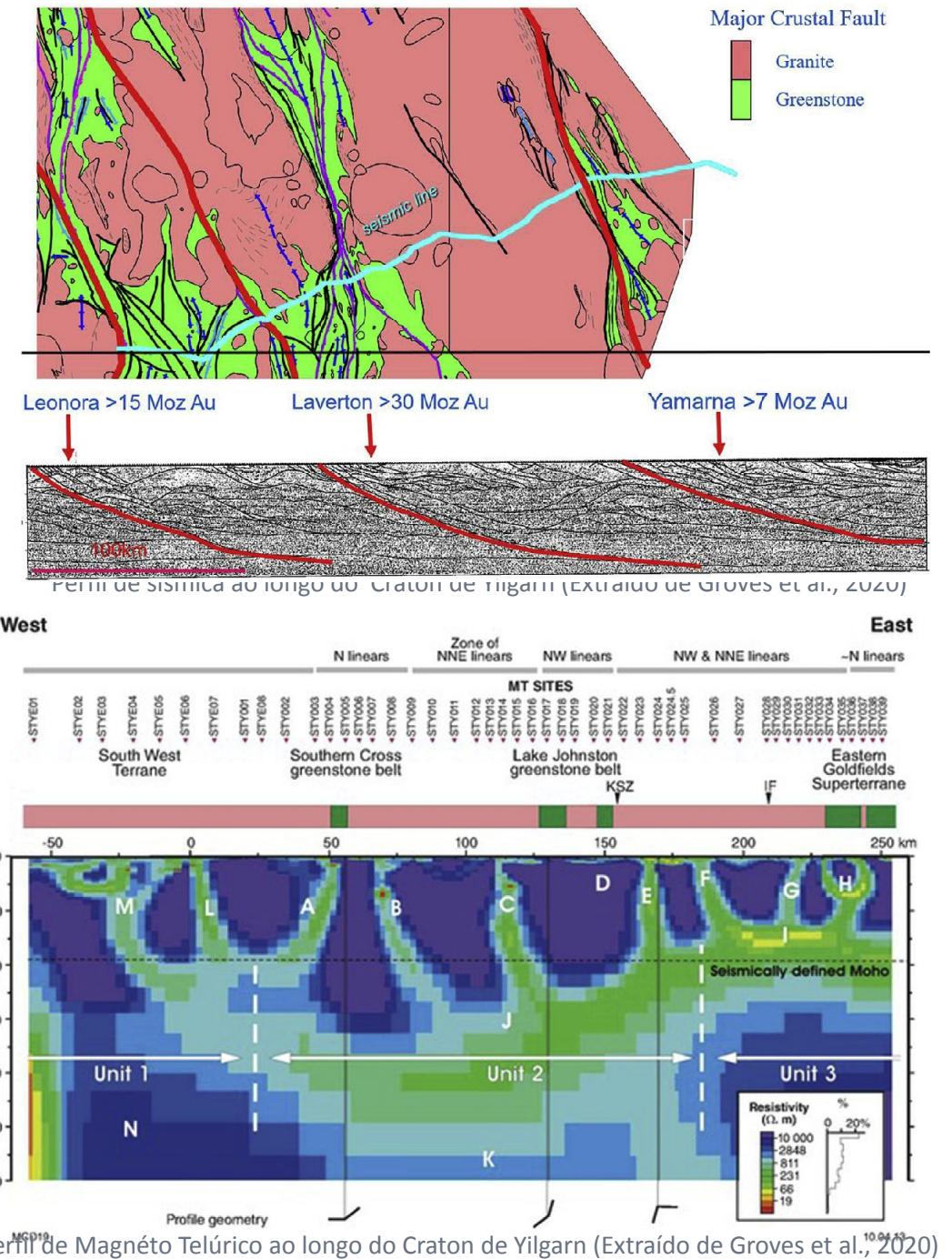
- ✓ **Depósitos de Ouro do tipo Orogênico (maioria)**
  - ✓ Circulação de fluidos hidrotermais aquo-carbônicos de baixa salinidade;
  - ✓ Desvolatilização durante o metamorfismo;
  - ✓ Mineralização estão associada veios de quartzo com sulfeto (arsenopirita, pirrotita) e ouro livre;
  - ✓ Dep. Orogênicos: 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 komatiítos (Dep. Boa Vista NW do GB de Crixás)
  - ✓ Depósitos de Mn SEDEX (Guarinos)



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

## EXEMPLO AUSTRALIANO – BLOCO YILGARN

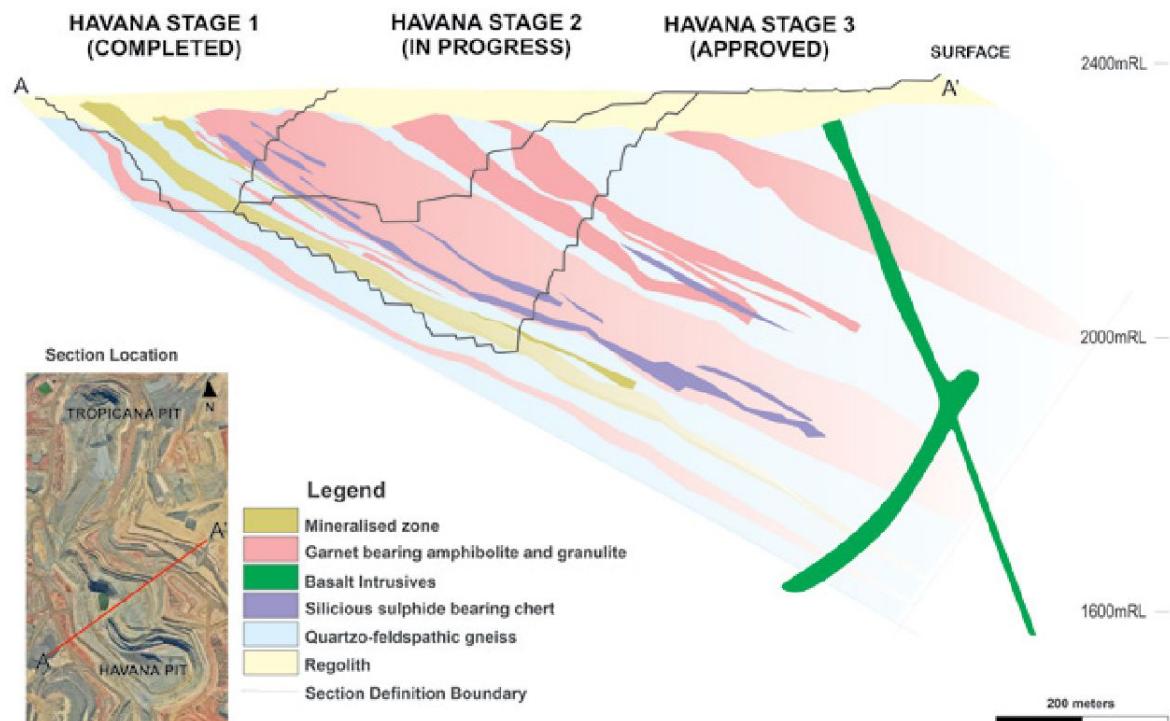
- ✓ **Bloco Yilgarn (SW – Austrália): 650 mil Km<sup>2</sup>**
  - ✓ Recurso total > 120 Moz Au
  - ✓ 4% das reservas e recursos de Au do Planeta;
  - ✓ Terreno Cratônico do SW da Austrália – muito similar ao Bloco A/P Goiás
  - ✓ Dividido em 3 Grandes províncias
    - ✓ Maiores depósitos - Eastern Goldfields Province (~250 mil Km<sup>2</sup>)
      - ✓ Golden Mile
      - ✓ Mt. Charlotte
      - ✓ Wiluna
      - ✓ Oroya
- ✓ **Qual o motivo do sucesso australiano? Será somente o aspecto de fertilidade geológica da província?**



## EXEMPLO AUSTRALIANO – 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**;
- ✓ Mineraliação 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 depósito 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.