



Conhecimento atual sobre os geossistemas ferruginosos e a inserção de Carajás no panorama brasileiro

Flavio Fonseca do Carmo
Luciana Kamino
Instituto Prístino

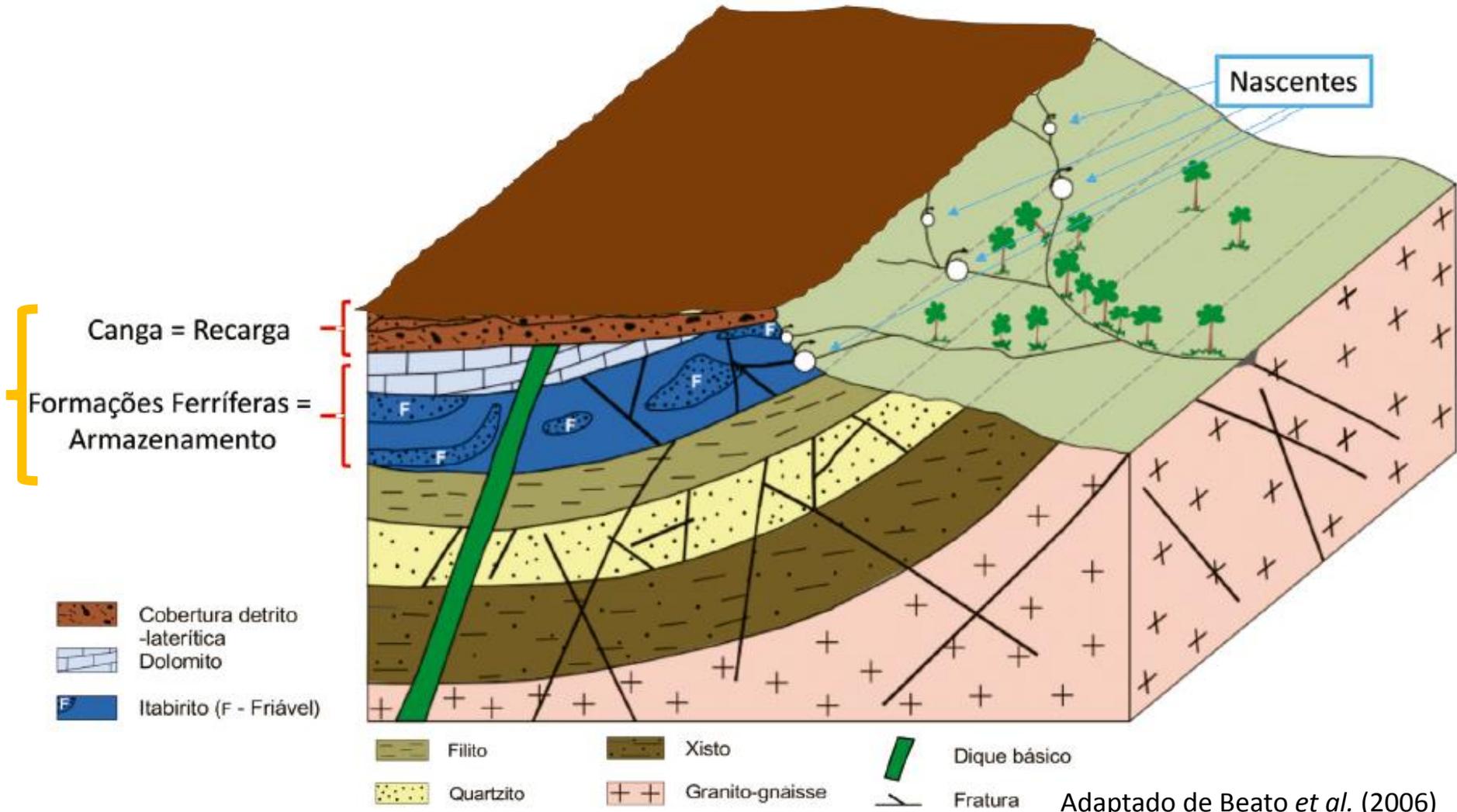
Geossistemas Ferruginosos

A

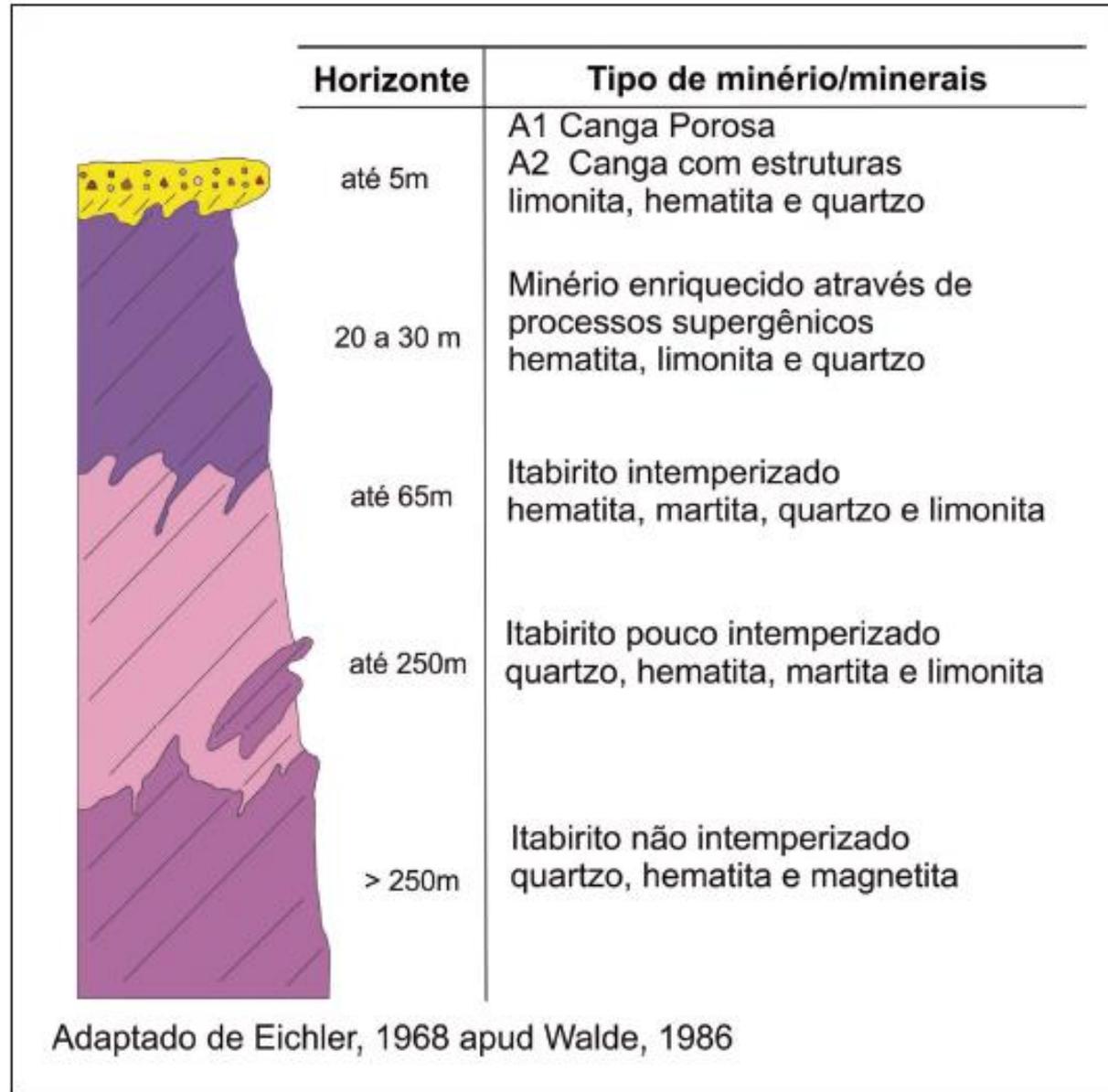


Geossistemas Ferruginosos

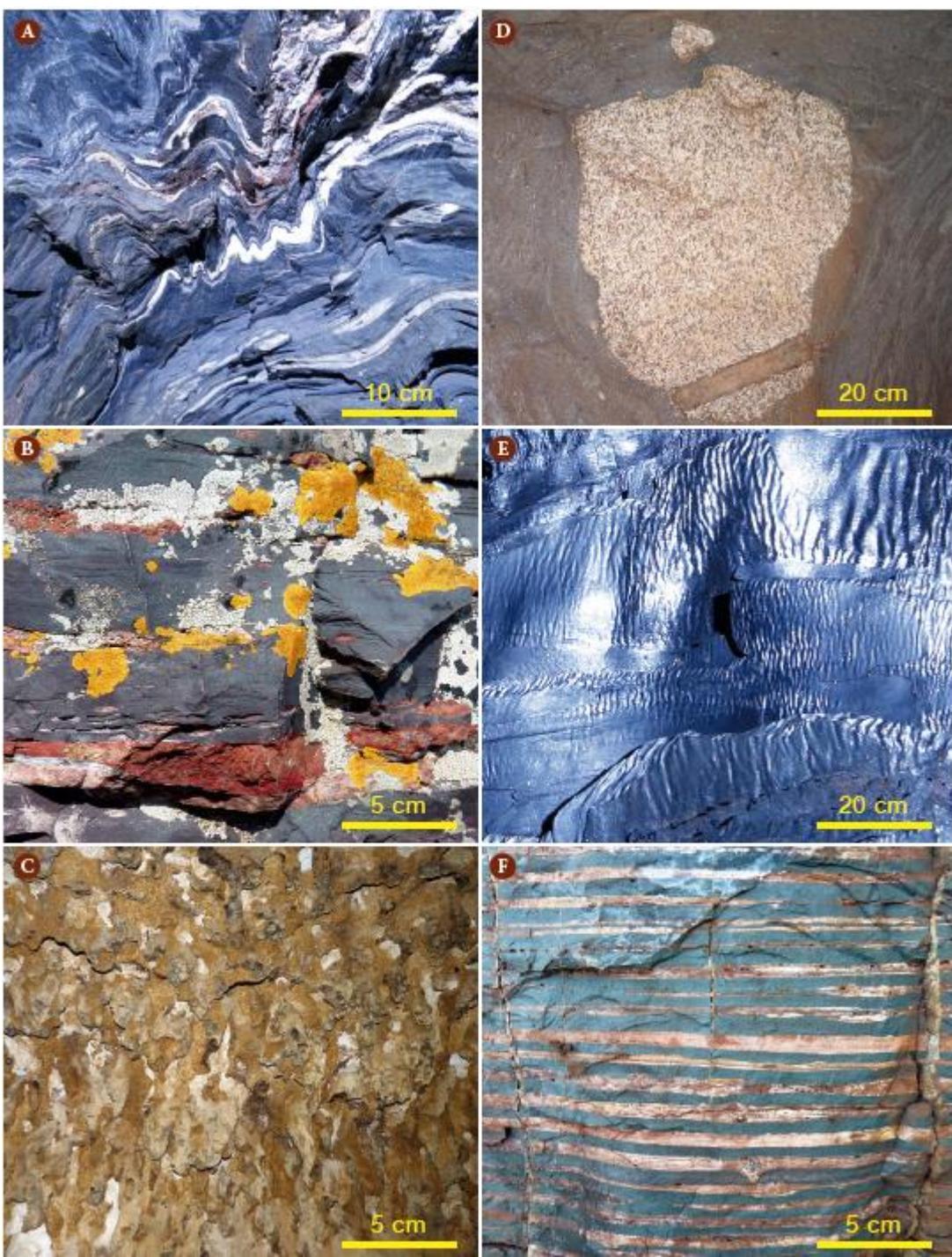
Composto por rochas >15% Fe (formações ferríferas) e as cangas associadas



Geossistemas Ferruginosos

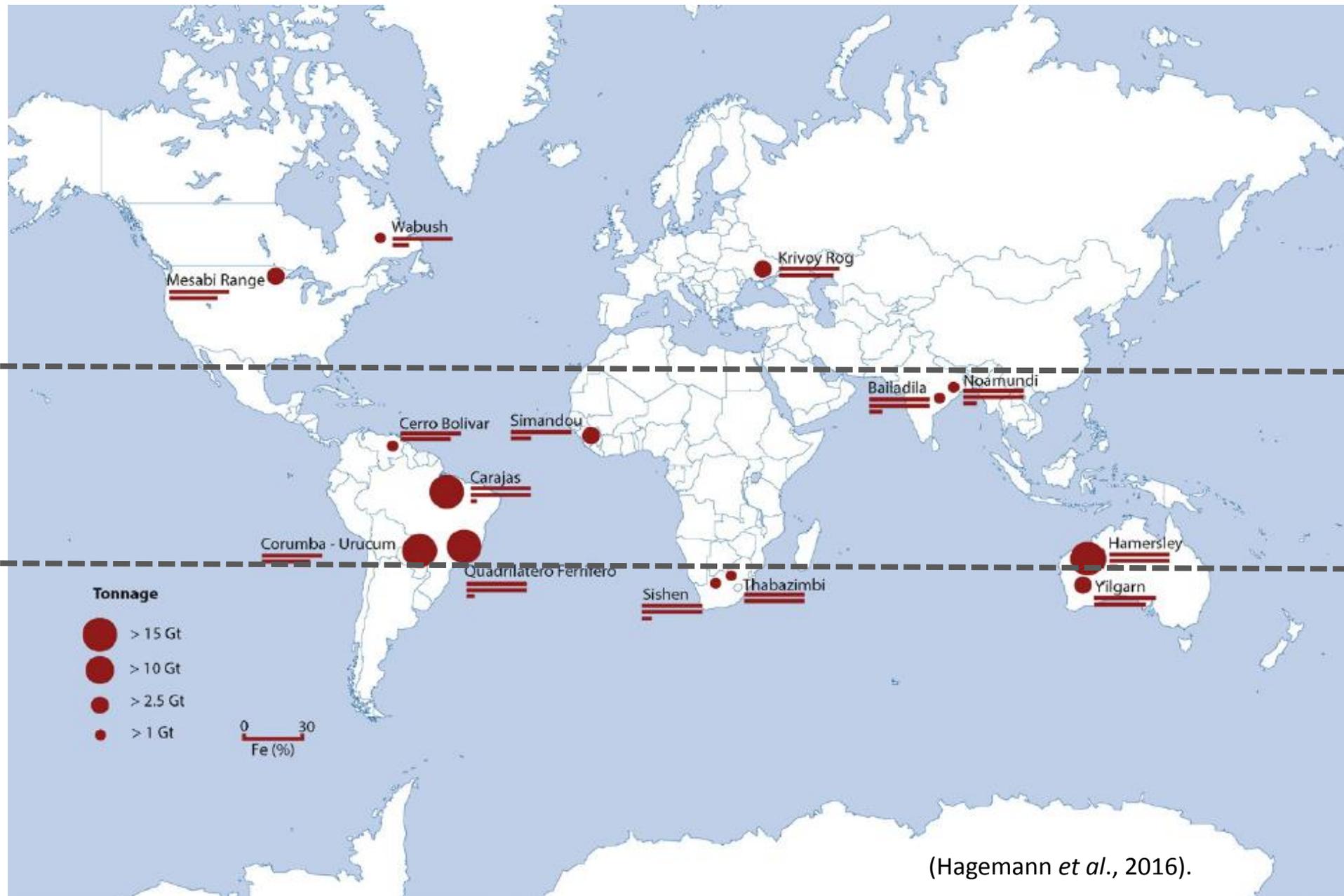


**Formações Ferríferas:
Geodiversidade**

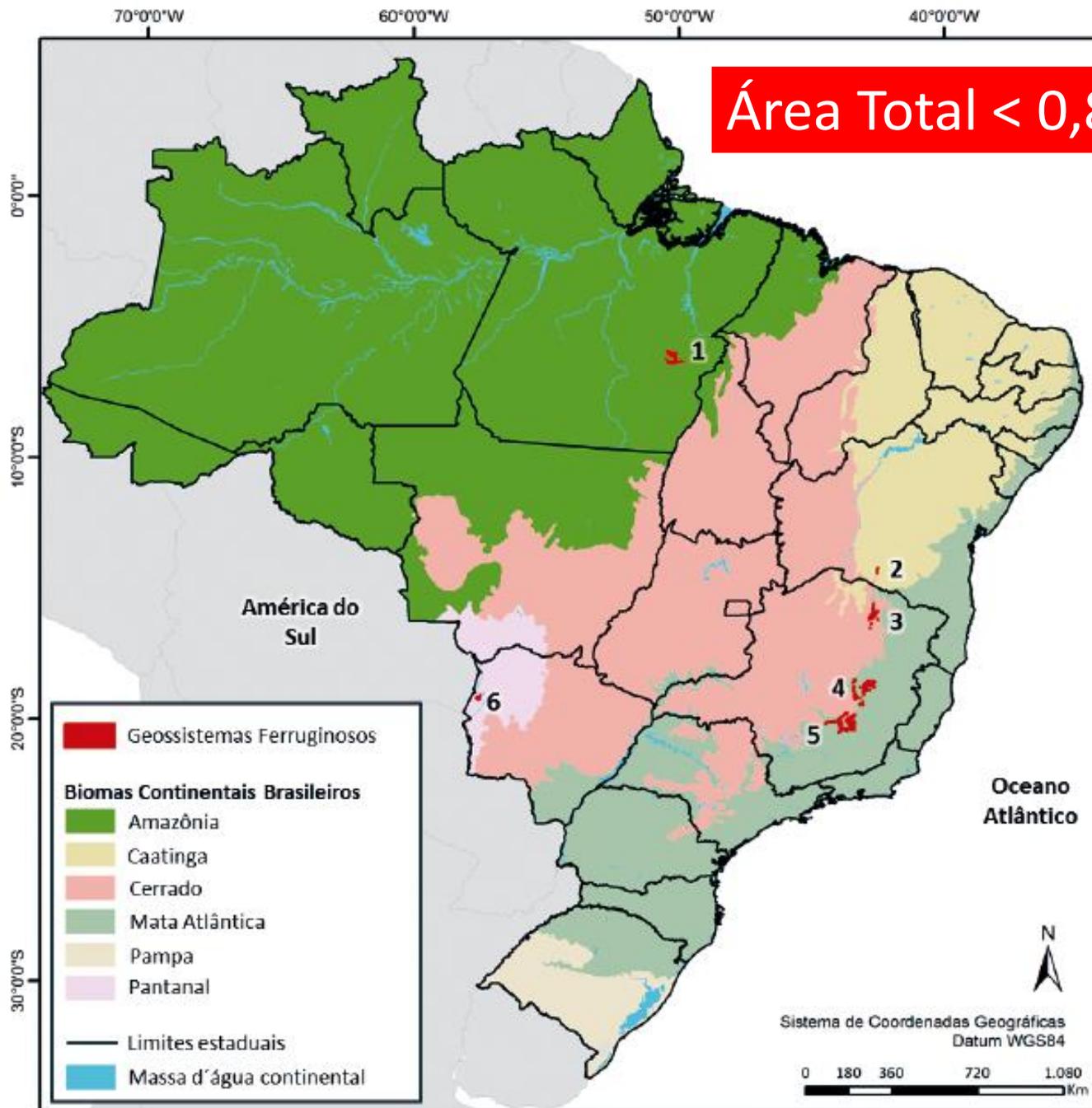


Formações Ferríferas: Geodiversidade

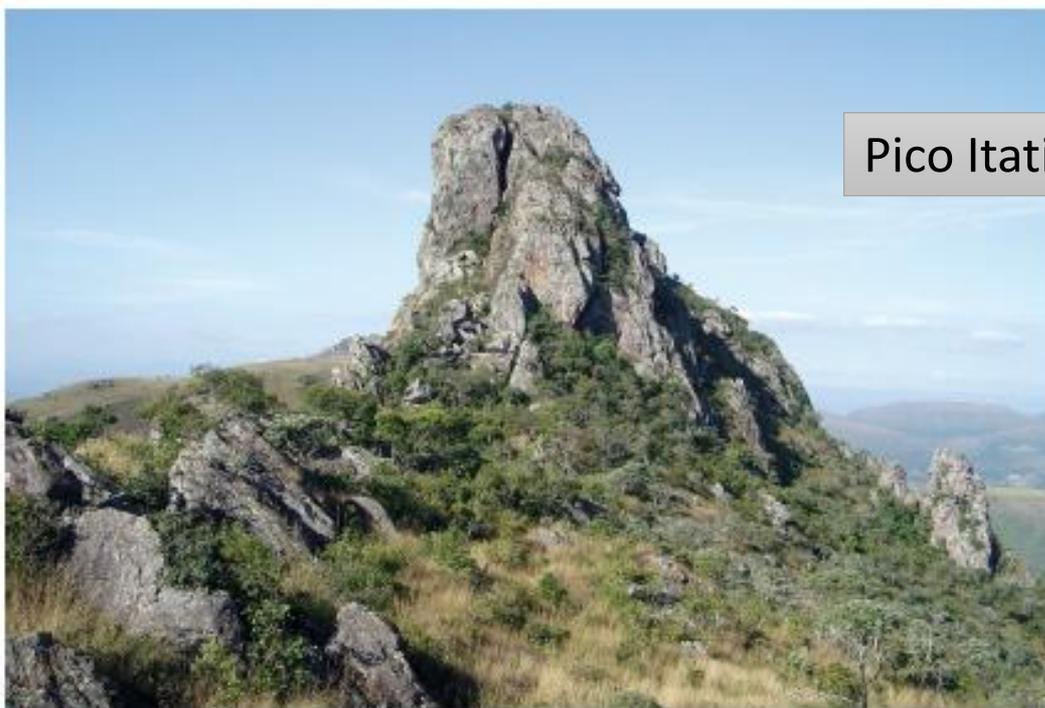
Principais localidades de FFB/depósitos minerais



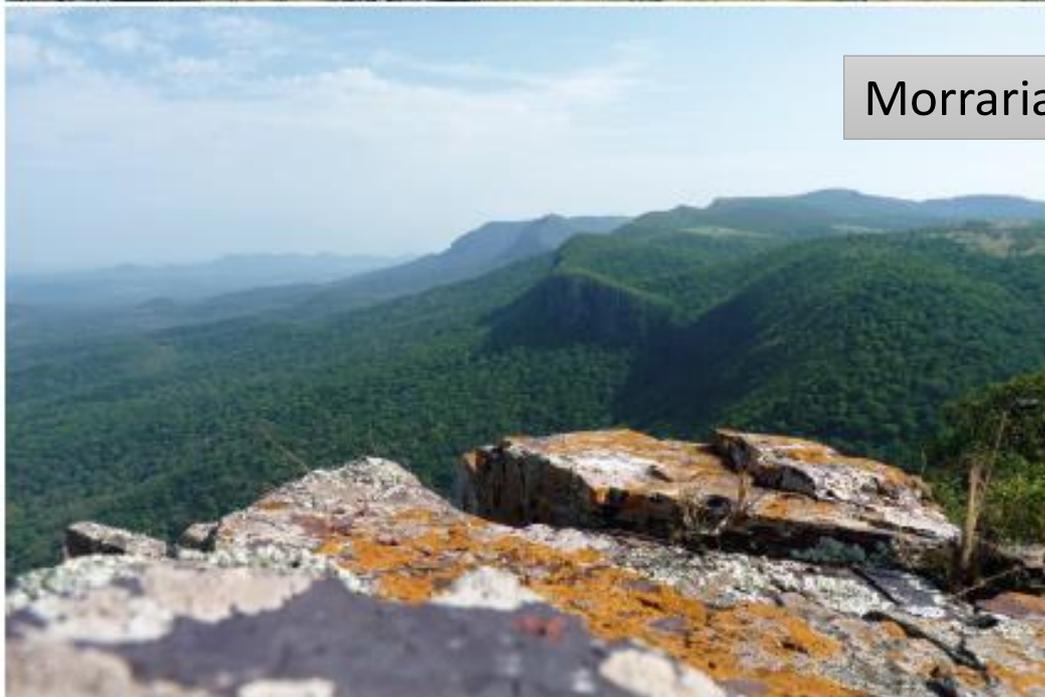
(Hagemann *et al.*, 2016).



(Carmo & Kamino, 2015)



Pico Itatiaiuçu, MG



Morraria Urucum, MS

Tabela 1 – Principais geossistemas ferruginosos do Brasil

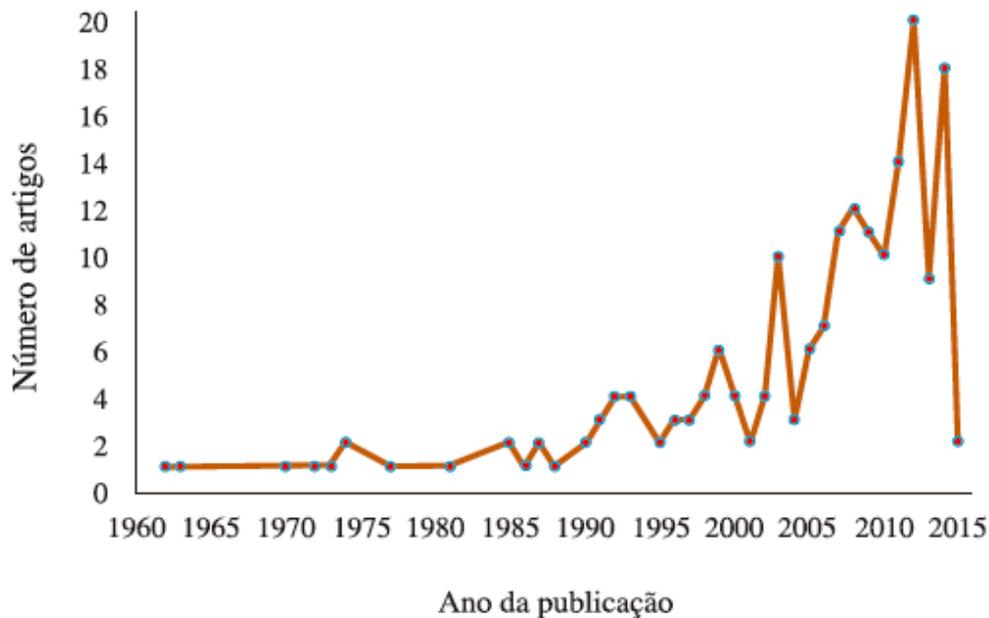
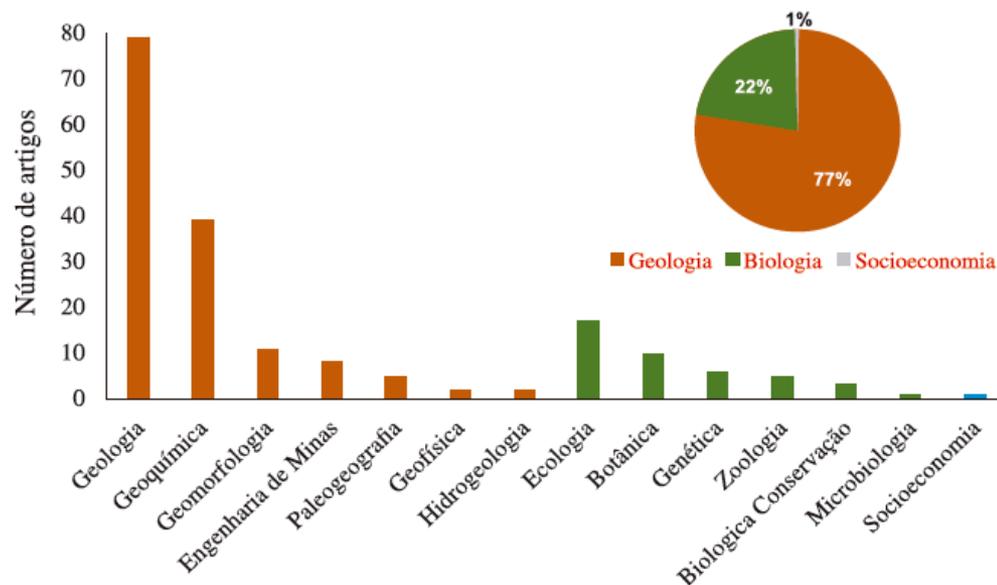
| Ocorrência | Unidade Geológica | Período da origem | Constituição geológica | Minerais de Fe | Reserva/ recurso de minério de ferro (toneladas) | Número de minas a céu aberto |
|------------------------------------|---|-----------------------------------|--|--|---|---|
| Quadrilátero Ferrífero (MG) | Grupo Itabira Formação Cauê | Paleoproterozoico 2,6 – 2,1 Ga | Cangas Itabiritos Itabirito dolomítico Dolomito ferruginoso Filito | hematita magnetita martita pirita siderita | 29 bilhões | 46 |
| Serra de Carajás (PA) | Grupo Grão Pará Formação Carajás | Neoarqueano 2,7 – 2,6 Ga | Cangas Jaspilitos | hematita martita magnetita goethita | 20 bilhões | 01 |
| Bacia do Rio Santo Antônio (MG) | Complexo Guanhães Grupo Serra da Serpentina Unidade Itabirítica; | Paleo- Mesoproterozoico | Cangas Itabiritos | hematita magnetita martita siderita ankerita | 1 bilhão | 01 |
| Caetité (BA) | Complexo Urandi-Licínio de Almeida Formação Mosquito | Arqueano/Proterozoico | Cangas Itabiritos | | 1 bilhão | 01 |
| Morraria de Urucum (MS) | Grupo Jacadigo Formação Santa Cruz Grupo Corumbá Formação Puga | Proterozoico 600 Ma | Jaspilitos em parte manganêsíferos de depósitos glaciais Cangas | hematita martita goethita | 1 bilhão | 05 |
| Vale do Rio Peixe Bravo (MG) | Grupo Macaúbas Formação Nova Aurora Membro Riacho Porções | Neoproterozoico 540 – 570 Ma | Cangas Itabiritos Diamictitos/metadiamictitos hematíticos Filitos hematíticos | hematita martita magnetita goethita | 3,5 bilhões | 00 (em processo de licenciamento) |

(Souza & Carmo, 2015)

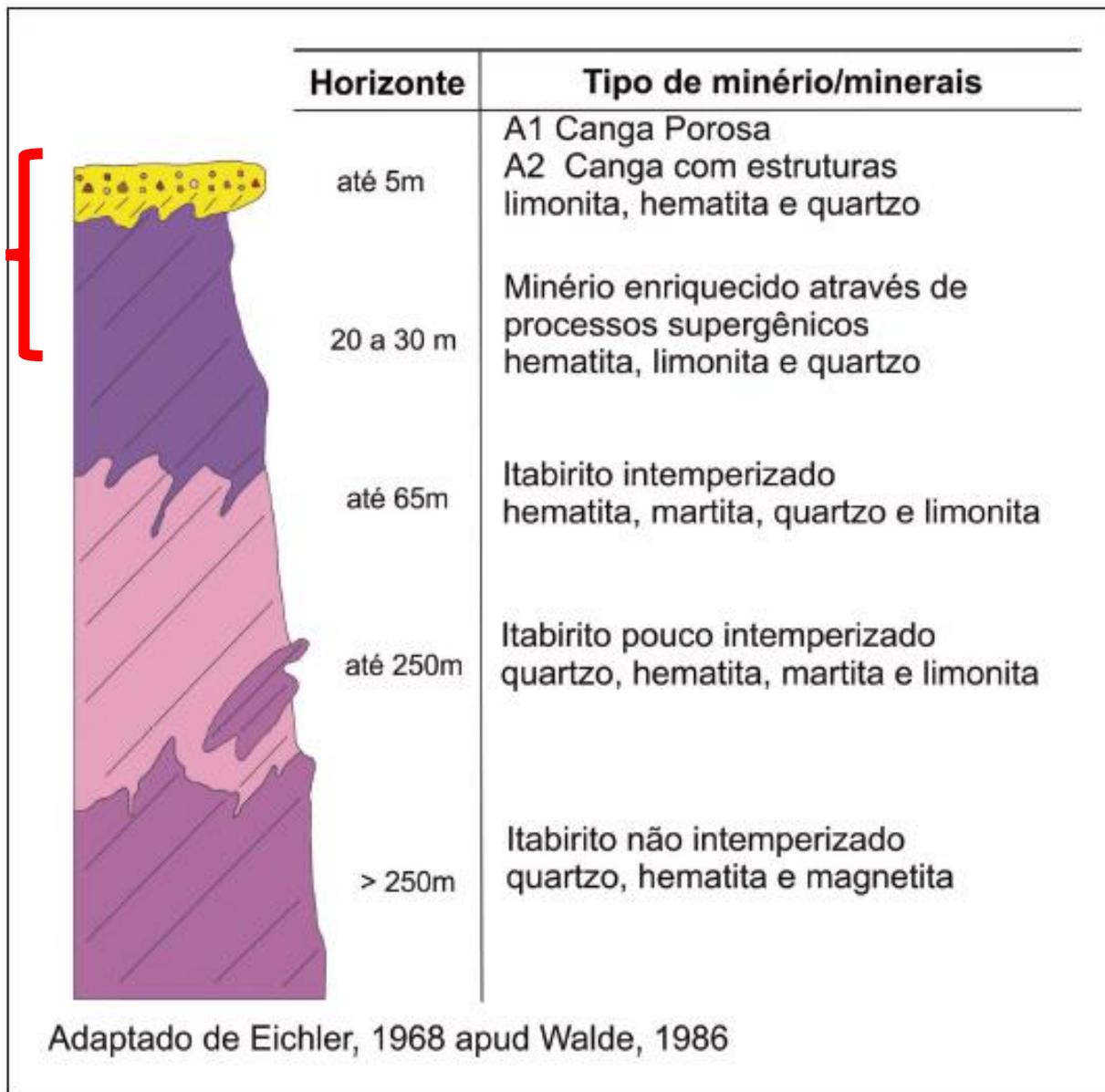
Produção científica

N = 189 estudos publicados (1962-2015)
na base de dados SciELO e no Portal
CAPES.

Busca: canga, itabirito, FFB, BIF, ferricrete,
ironstone, duricrust, hardpans.



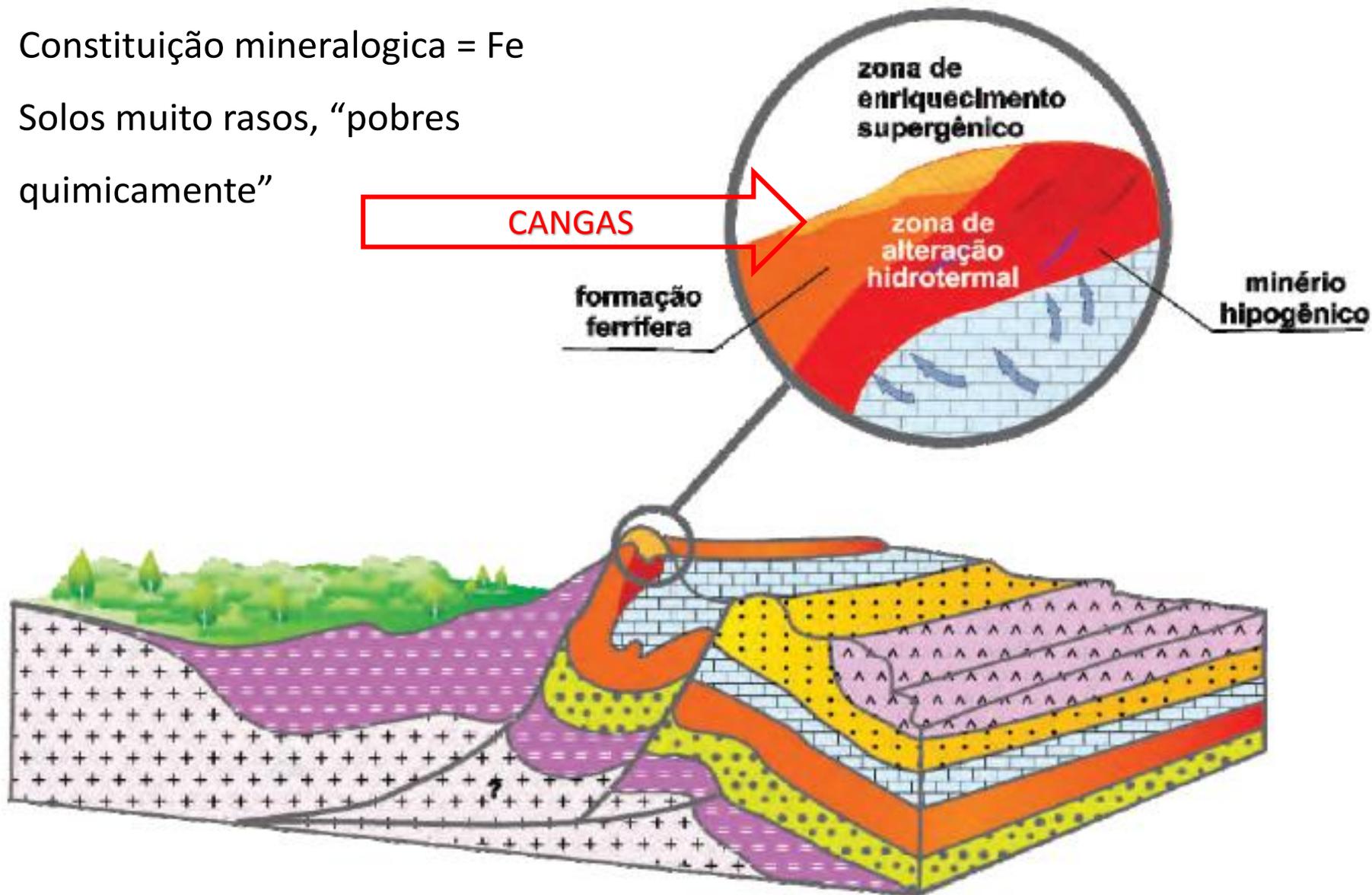
| País | Número de artigos |
|---------------------------|-------------------|
| Brasil | 57 |
| Austrália | 32 |
| Estados Unidos | 11 |
| China | 11 |
| África do Sul | 8 |
| Inglaterra | 8 |
| Índia | 7 |
| Egito | 6 |
| Nigéria | 4 |
| República Centro-Africana | 4 |
| Camarões | 3 |
| França | 3 |
| Bolívia | 2 |
| Canadá | 2 |
| Itália | 2 |
| Iraque | 2 |
| Outros* | 27 |
| Total | 189 |



Constituição mineralógica = Fe

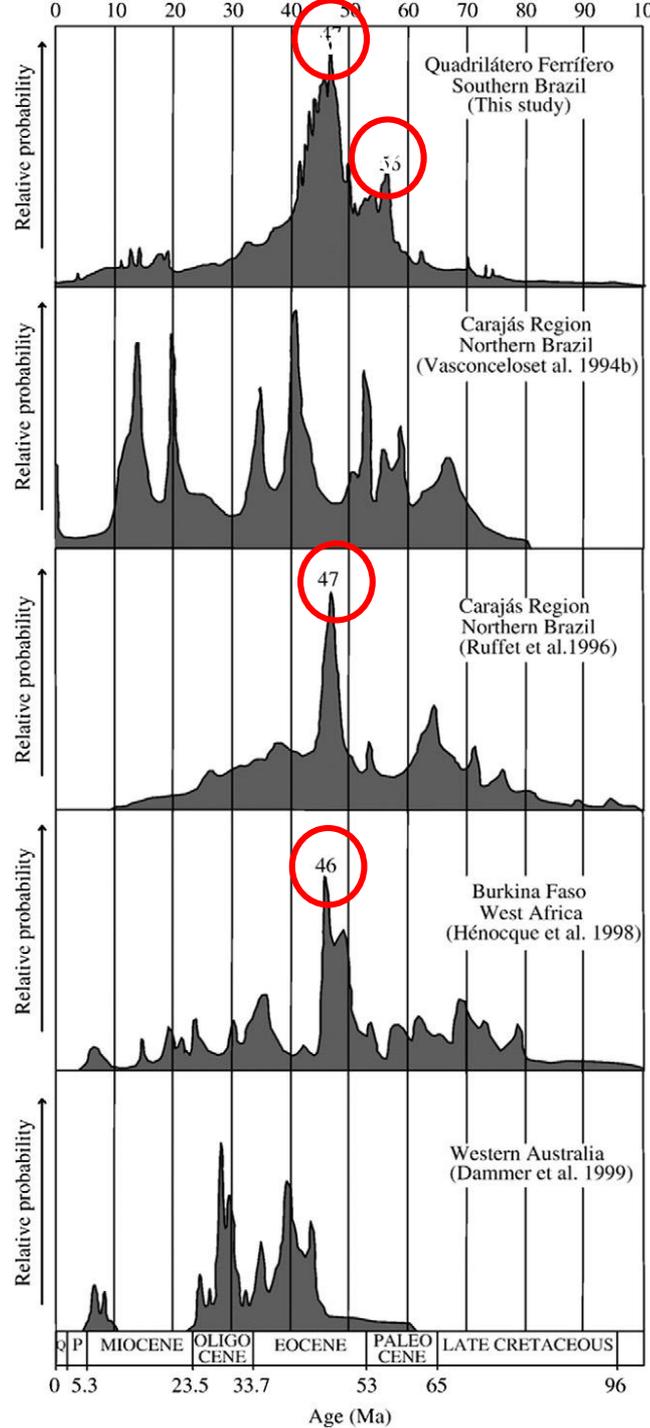
Solos muito rasos, “pobres

quimicamente”



Desenho: C.A. Rosière; P. Rutkowski.

Ambientes muito antigos:



Geochronologic studies in canga crusts recorded an ancient history of dissolution precipitation of the iron oxyhydroxides (Hagemann *et al.*, 2016).

Heterogeneidade Estrutural

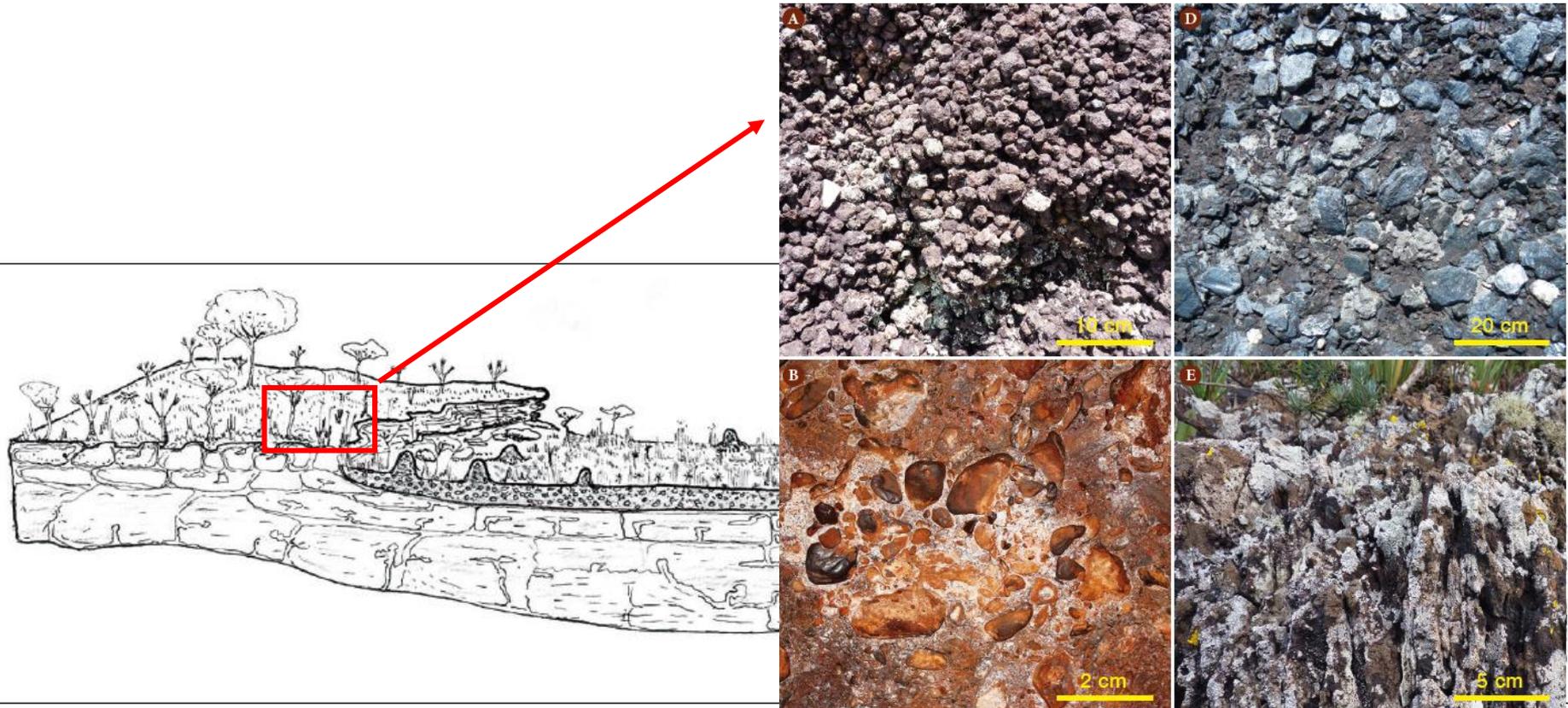
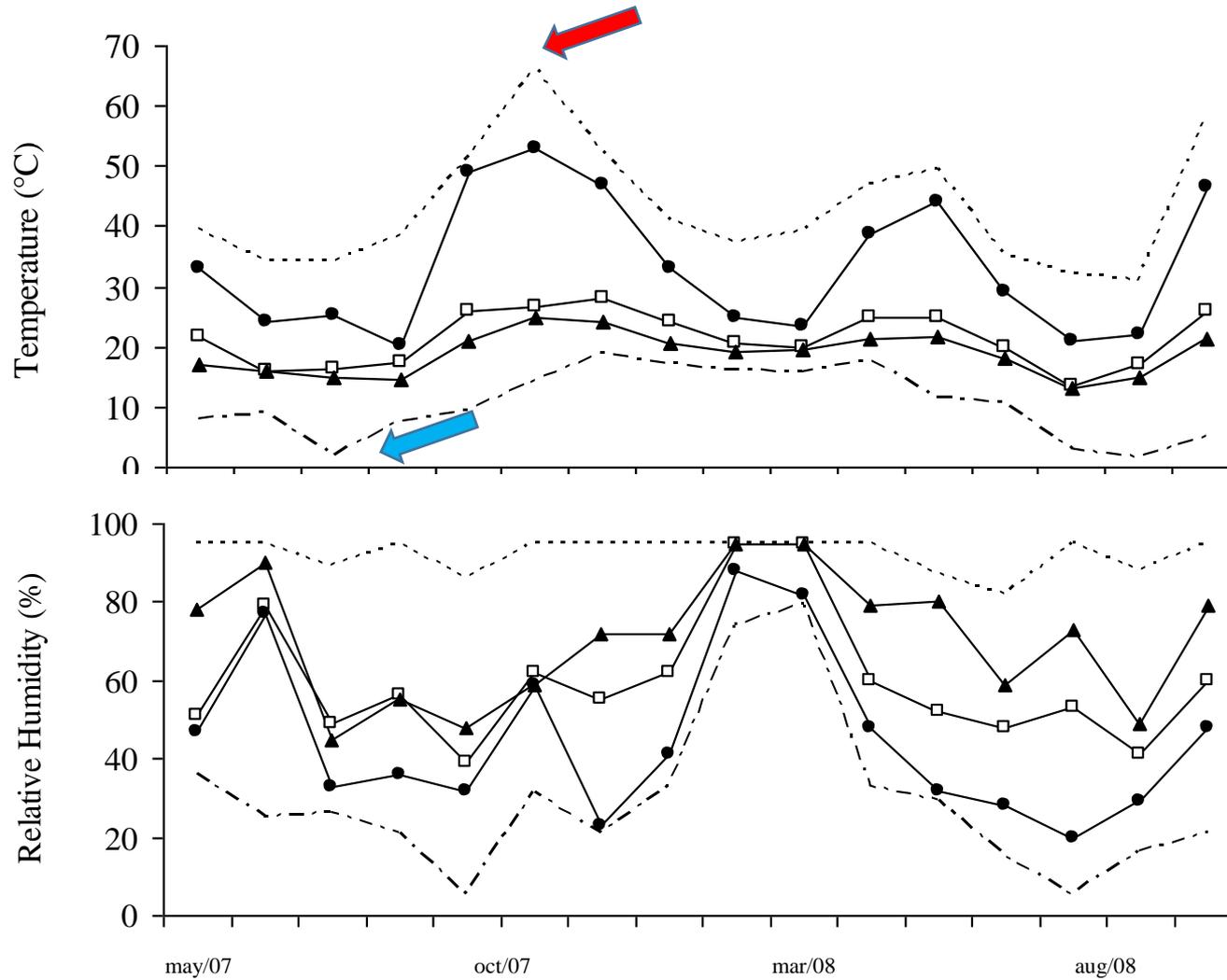


Figura 3 - Bloco diagrama típico dos Campos Rupestres sobre formação ferrífera com área hidromórfica associada com canga nodular e desenvolvimento de galerias de drenagem subterrânea, indicando rebaixamento de drenagem. Figura retirada de Schaefer et al., (2008).

Geossistemas Ferruginosos: condições estressantes



OCBILs: *hotspots* mundiais biodiversidade

OCBILs: ambientes antigos, paisagens inférteis.

Table 1 Comparison of vascular plant richness among recognized OCBILs. See Hopper (2009) for data on the other OCBILs

| OCBIL region | Total area (km ²) | Species richness | Number of genera | Number of families |
|-------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|--------------------|
| <i>Campo rupestre</i> | 66,447 | 5011 | 753 | |
| Tepui | 5000 | 2447 | 626 | |
| Cape | 90,000 | 9030 | 944 | |
| Succulent karoo | 100,250 | 4849 | 730 | |
| South-western Australia | 302,630 | 6759 | 711 | |

Cangas QFe

>1600 spp.

≈ 60 spp. endêmicas

<100 km²

(Carmo & Jacobi, 2012)

OCBILs: *hotspots* mundiais biodiversidade

Kwongan/Austrália: média de 62 espécies 0.01 ha⁻¹



Fynbos/África do Sul: média de 63 espécies 0.01 ha⁻¹

(Lambers, 2014)



Cangas/QFe/Brasil: média de 81 espécies 0.01 ha⁻¹

(Carmo, 2014)



Cobertura vegetal e endemismos nas cangas

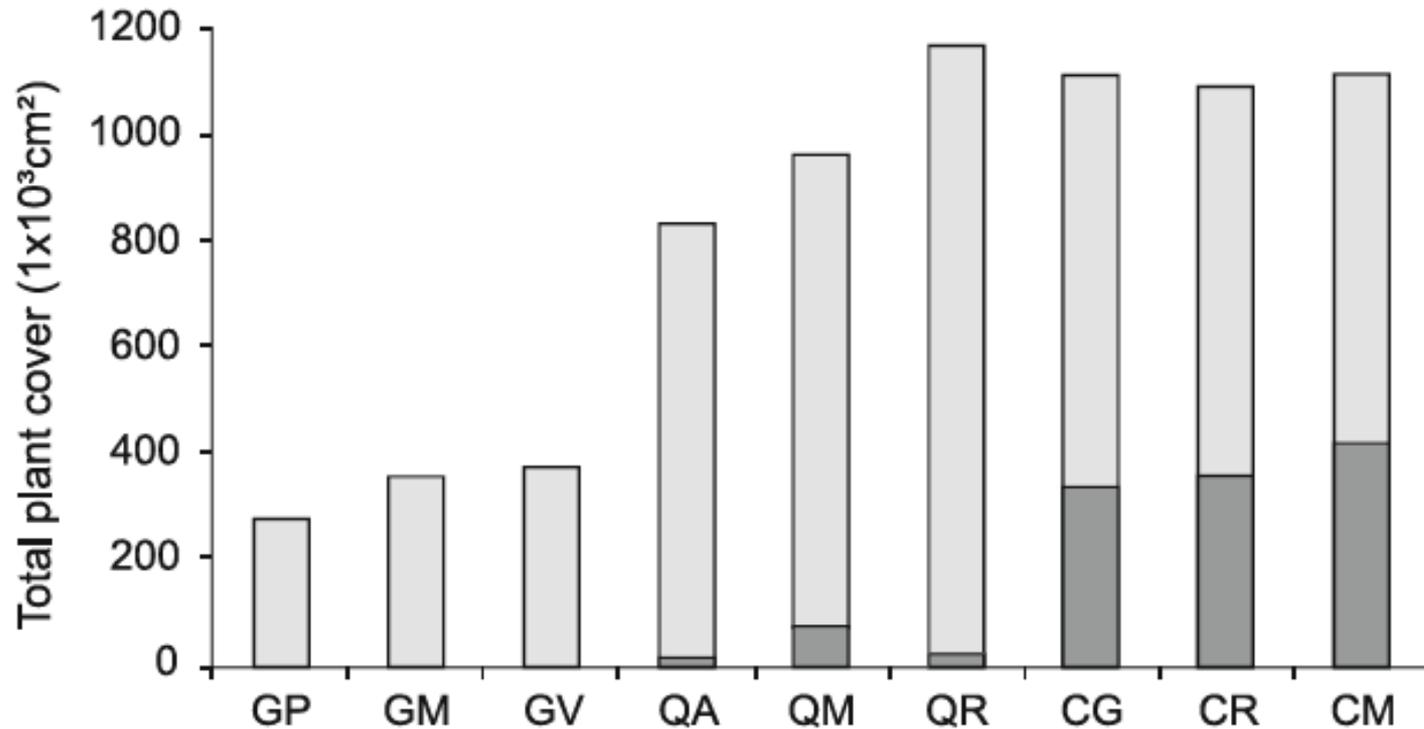


Fig. 2 Total plant cover of nine rock outcrops and proportion of rare plant cover with distribution restricted to the Iron Quadrangle (black areas in bar), southeast Brazil. Codes as in Table 1

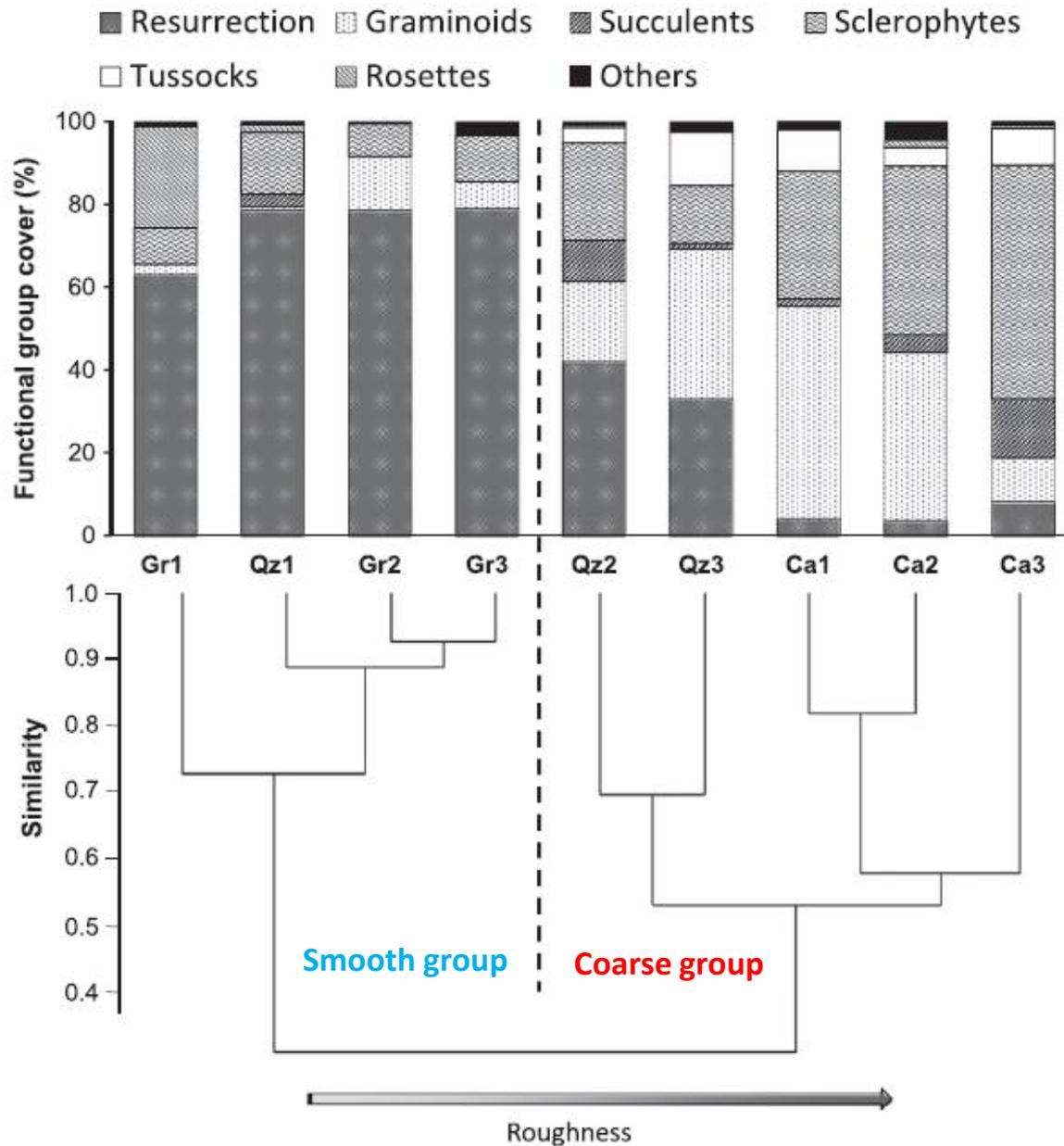


Fig. 3. Rock outcrop plant communities similarity based on the relative cover of functional type groups, Iron Quadrangle, Brazil (UPGMA; Bray-Curtis index; co-phenetic correlation 0.83). Gr, granitoid; Qz, quartzite; Ca, canga.

Diferenças fina escala na rugosidade das cangas



Smooth group



Coarse group

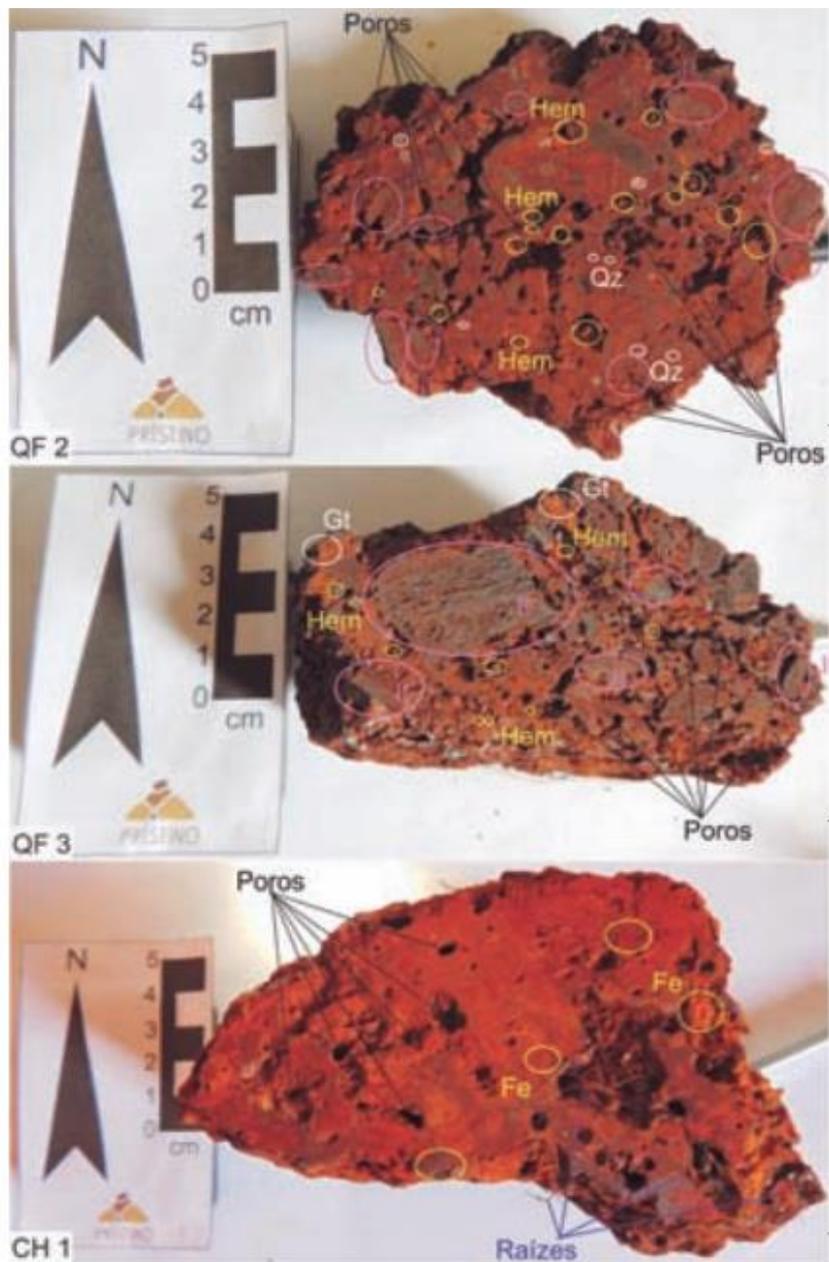
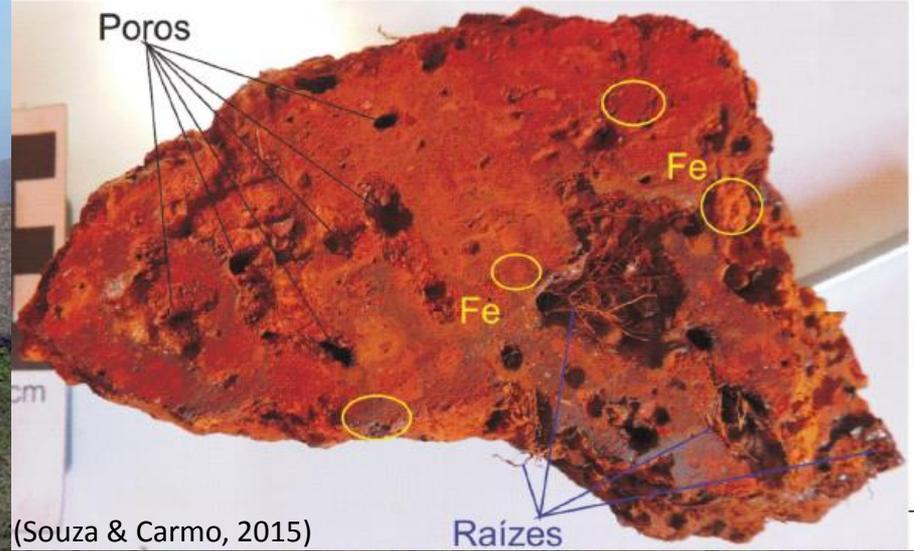
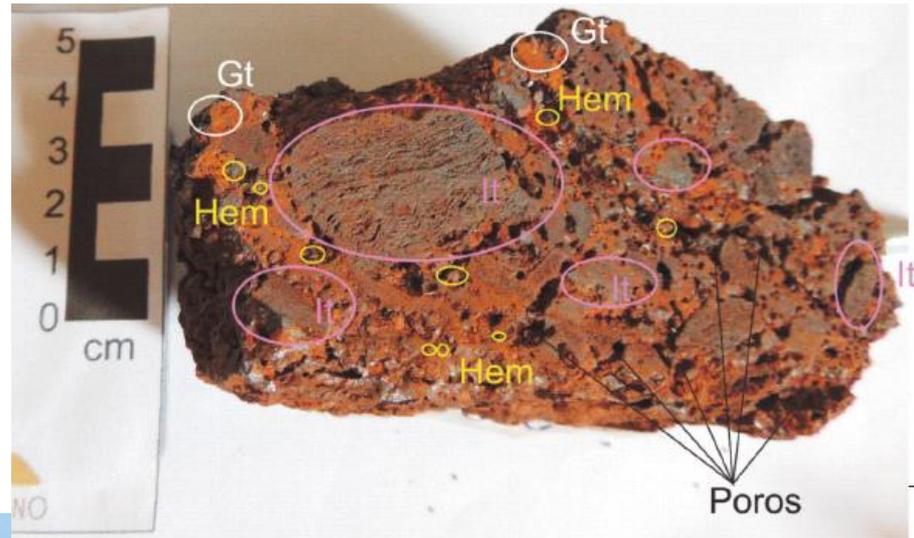


Figura 9 - Análise macroscópica de amostras de cangas do Quadrilátero Fe



(Souza & Carmo, 2015)

Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest (Marconi *et al.*, 2010)



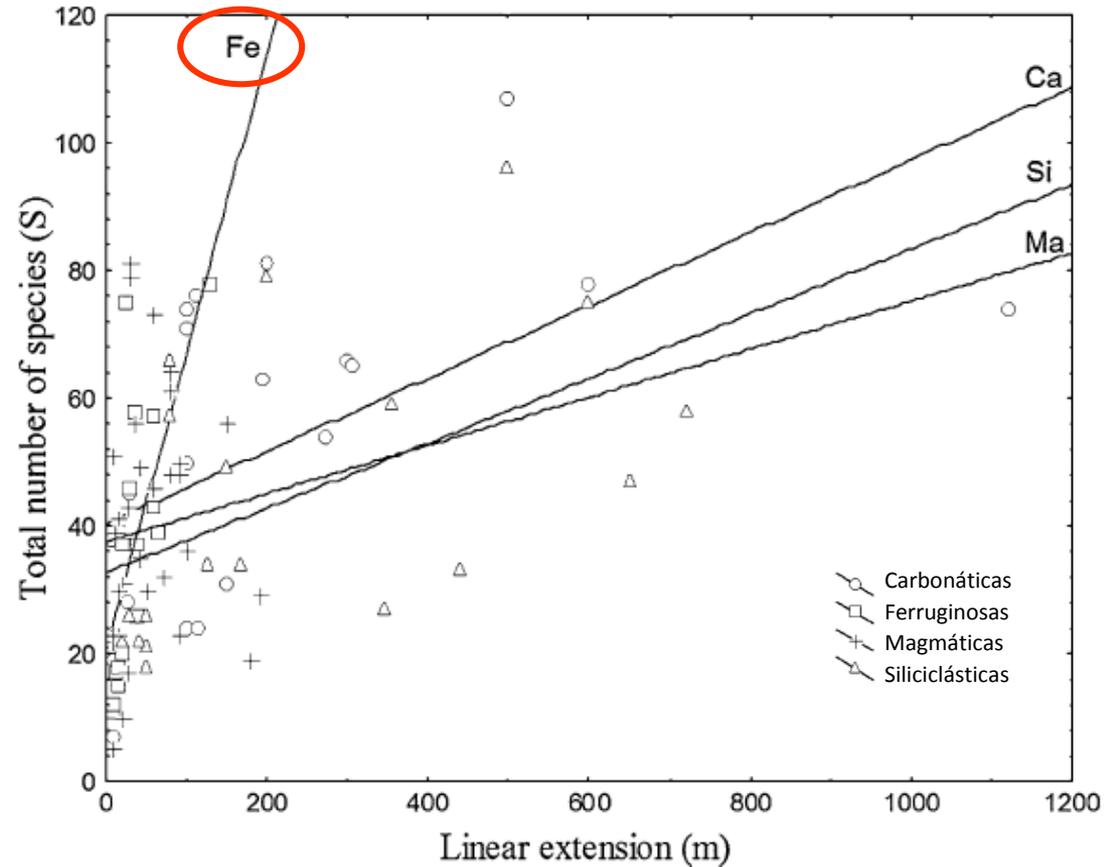
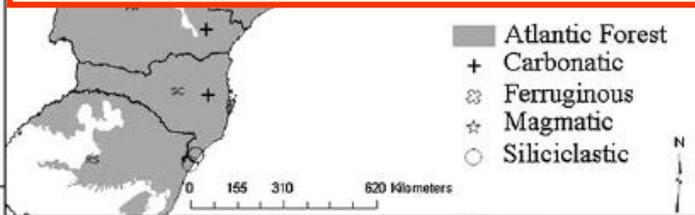
Espécies troglomórficas:

Fe: 5,8 spp./caverna

Si: 1,8 spp./caverna

Ma: 1,8 spp./caverna

Ca: 1,6 spp./caverna



**Cave lithology determining the structure
of the invertebrate communities in the Brazilian
Atlantic Rain Forest** (Marconi *et al.*, 2010)

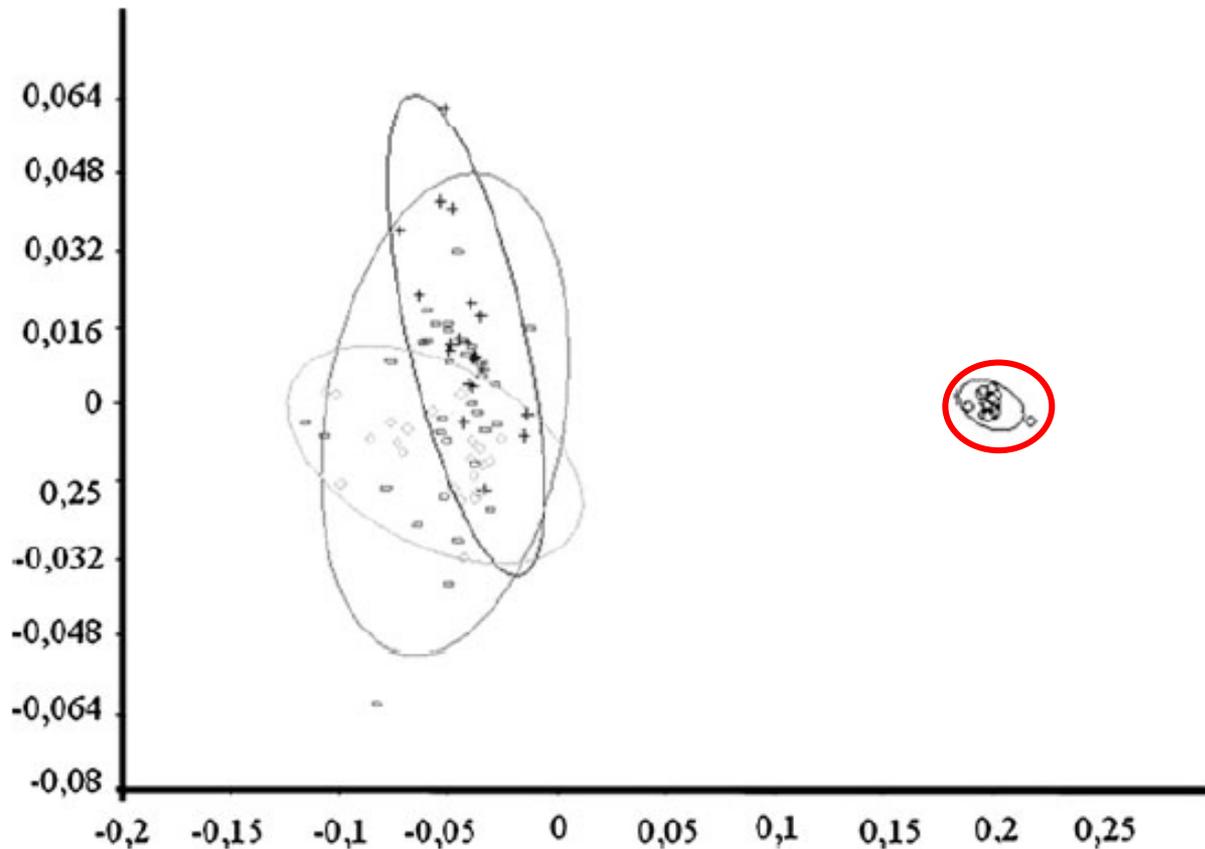


Fig. 3 Non-metric multidimensional scaling (MDS) of caves with carbonatic (*plus*), siliciclastic (*diamond*), ferruginous (*circle*) and magmatic (*square*) lithological standards

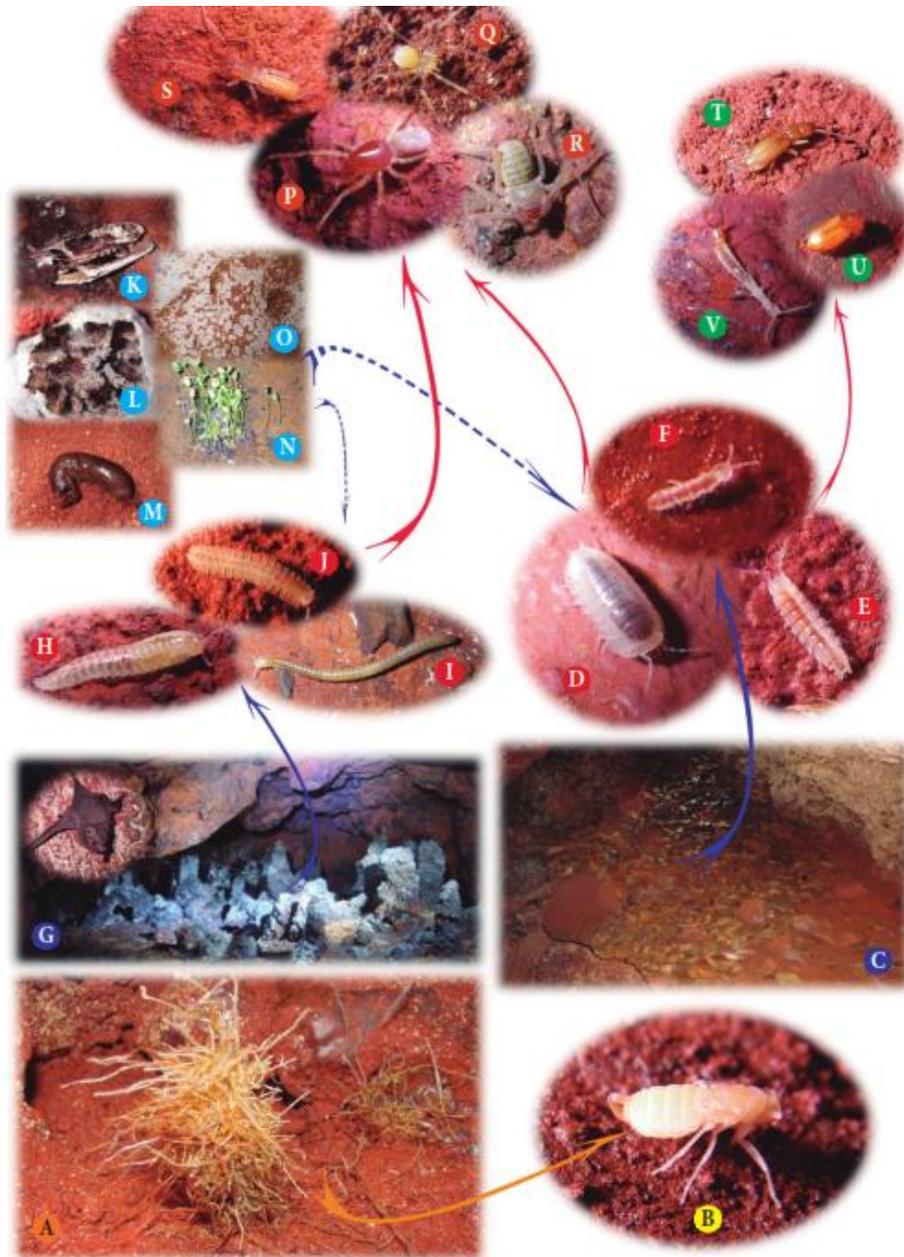
Relações tróficas: plantas e invertebrados cavernícolas

Ferricixius davidi gen. n., sp. n. – the first cavernicolous planthopper from Brazil (Hemiptera, Fulgoromorpha, Cixiidae)

Hannelore Hoch^{*, 1} and Rodrigo Lopes Ferreira²



Relações tróficas: plantas e invertebrados cavernícolas



Teia trófica hipotética

Recurso primário: raízes para consumidor primário;

Recursos secundários (guano, depósitos vegetais e outros) ;

Detritívoros para predadores generalistas;

Predadores para predadores (predação *intra-guilda*).



Figura 1 - Cavidade ferruginosa (destaque vermelho) em área de influência de um complexo minerário de ferro na região da Serra do Itabirito, APA SUL RMBH. Essa cavidade (WGS 84 -UTM 23K, 619725 m E, 7764775 m S) representa o único registro do troglóbio raro *Ferricixius davidi* gen. n., sp. n. Adaptado de *Google Earth Pro*, acesso em junho de 2014. Elaborado pelos autores.

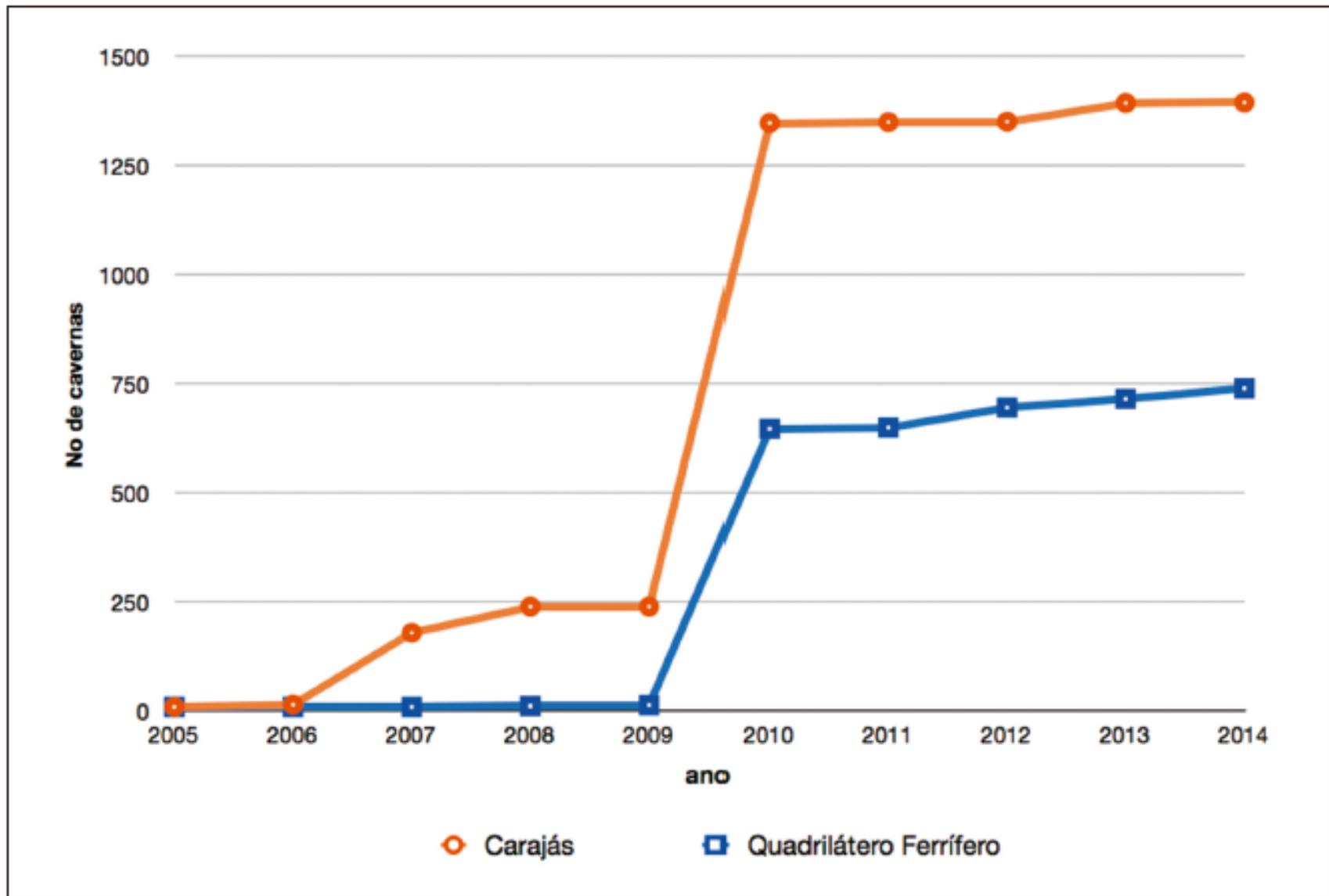


Figura 11 - Evolução do número de cavernas ferríferas cadastradas no Pará e em Minas Gerais entre 2005 e setembro de 2014 nos cadastros espeleológicos brasileiros. O pico do cadastramento em 2010, nos dois estados, reflete ação de mineradoras impulsionadas pelo Decreto Nº 6.640 de 2008, que previa um prazo para adequação da questão espeleológica dos empreendimentos já instalados. Fonte: CECAV, 2014.

Gráfico de valores individuais - Volume (m³)

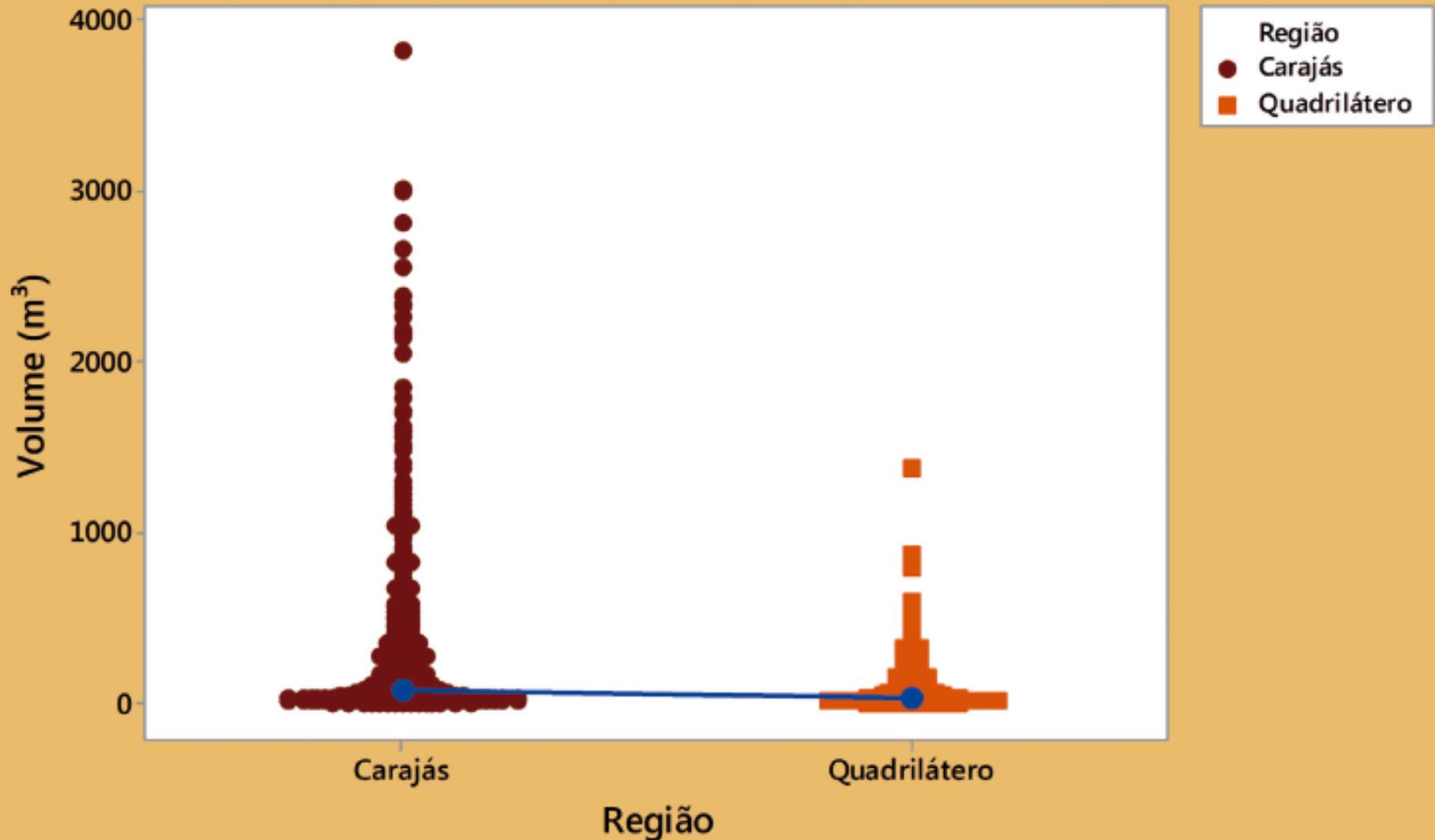


Figura 7 - Gráfico de valores individuais de volume das cavernas, indicando que a região de Carajás apresenta maior variabilidade dos dados. A linha que conecta as medianas dos valores de volume das duas regiões (pontos azuis) apresenta leve declive para a direita, indicando maior volume para as cavernas da Serra dos Carajás.

LAGOAS EM CANGAS

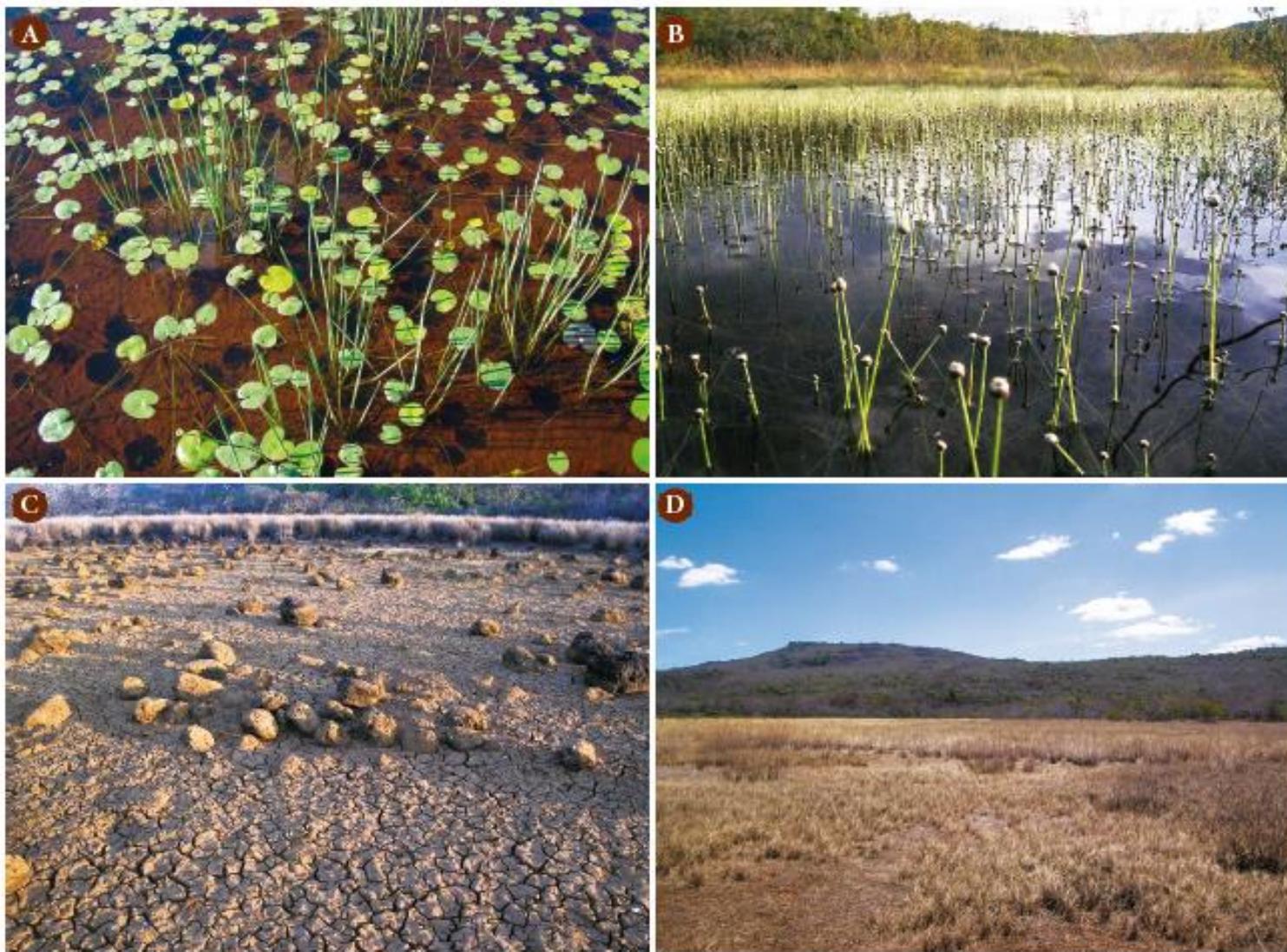


Figura 11 – Vegetação hidromórfica. **A.** Lago temporário em período chuvoso com presença de *Nymphoides indica* (Menyanthaceae) e *Eleocharis* sp. (Cyperaceae) **B.** lago temporários com presença de *Eriocaulon* sp. (Eriocaulaceae) **C e D.** Lagos temporários em período seco.

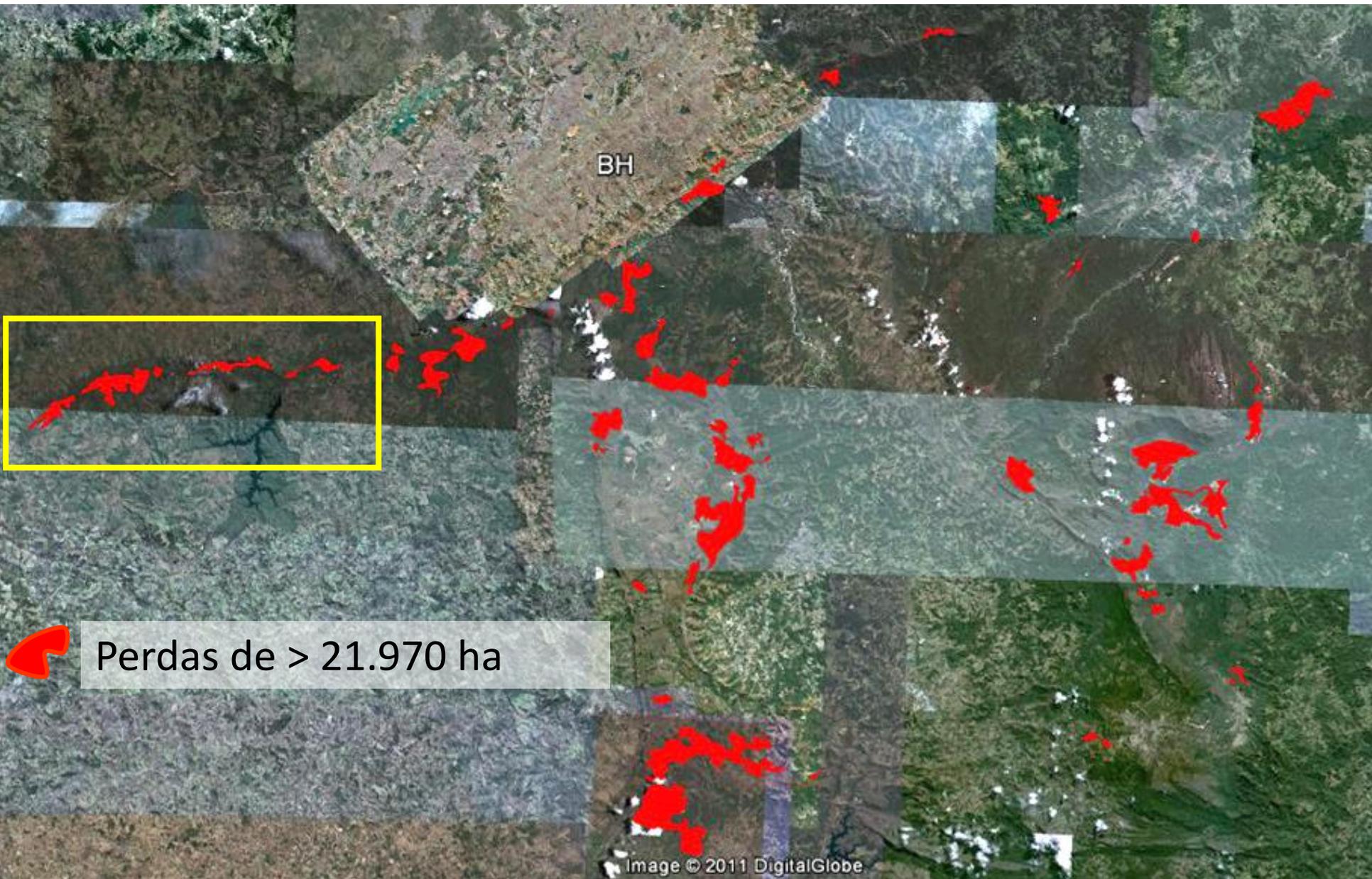
**PALEOTOCAS DESENVOLVIDAS EM
ROCHAS FERRÍFERAS: IMPORTANTE REGISTRO DA
MEGAFUNA NO NORTE DE MINAS GERAIS**



PETROGLIFOS NAS BANCADAS LATERÍTICAS DE CORUMBÁ, MS



Perda de habitat em Geossistemas Ferruginosos



BH

Perdas de > 21.970 ha

Perda de habitat em Geossistemas Ferruginosos

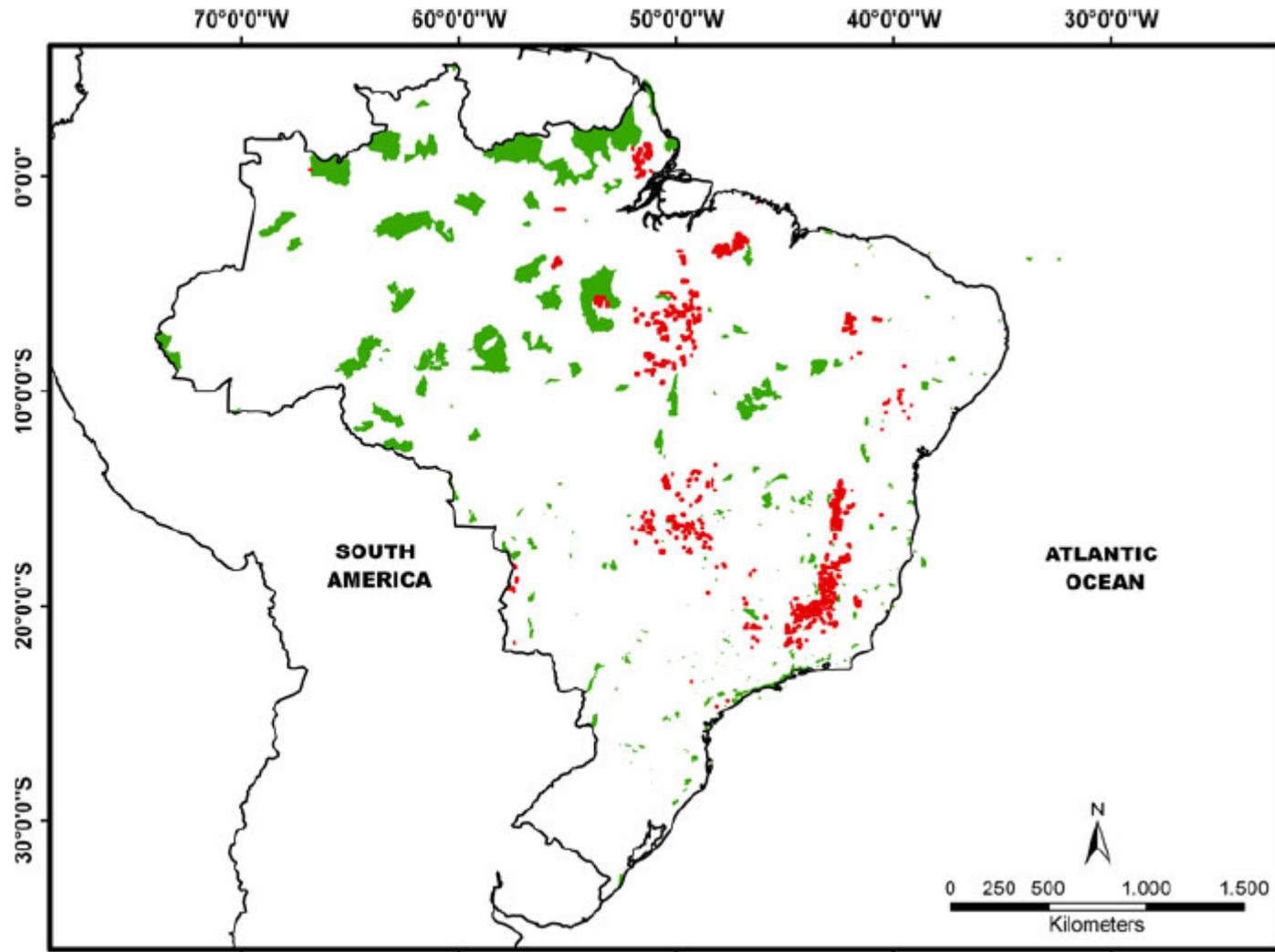
Serra de Itatiaiuçu, oeste QFe: 15 km de montanhas destruídas



Unidades de Conservação e áreas metalíferas

Fig. 1 Distribution of Brazilian strictly protected areas (*green*) and deposits of the chief six metallic ores (*red*). The highest concentrations of these ores overlap with outstanding world centers of floristic richness and endemism: the Espinhaço Range (parallel to the coast), Cerrado (Central Brazil), and Eastern Amazon (Northern Brazil). The largest protected areas are concentrated in the Northern sector, contrasting with the small-sized protected areas in the Central-South.

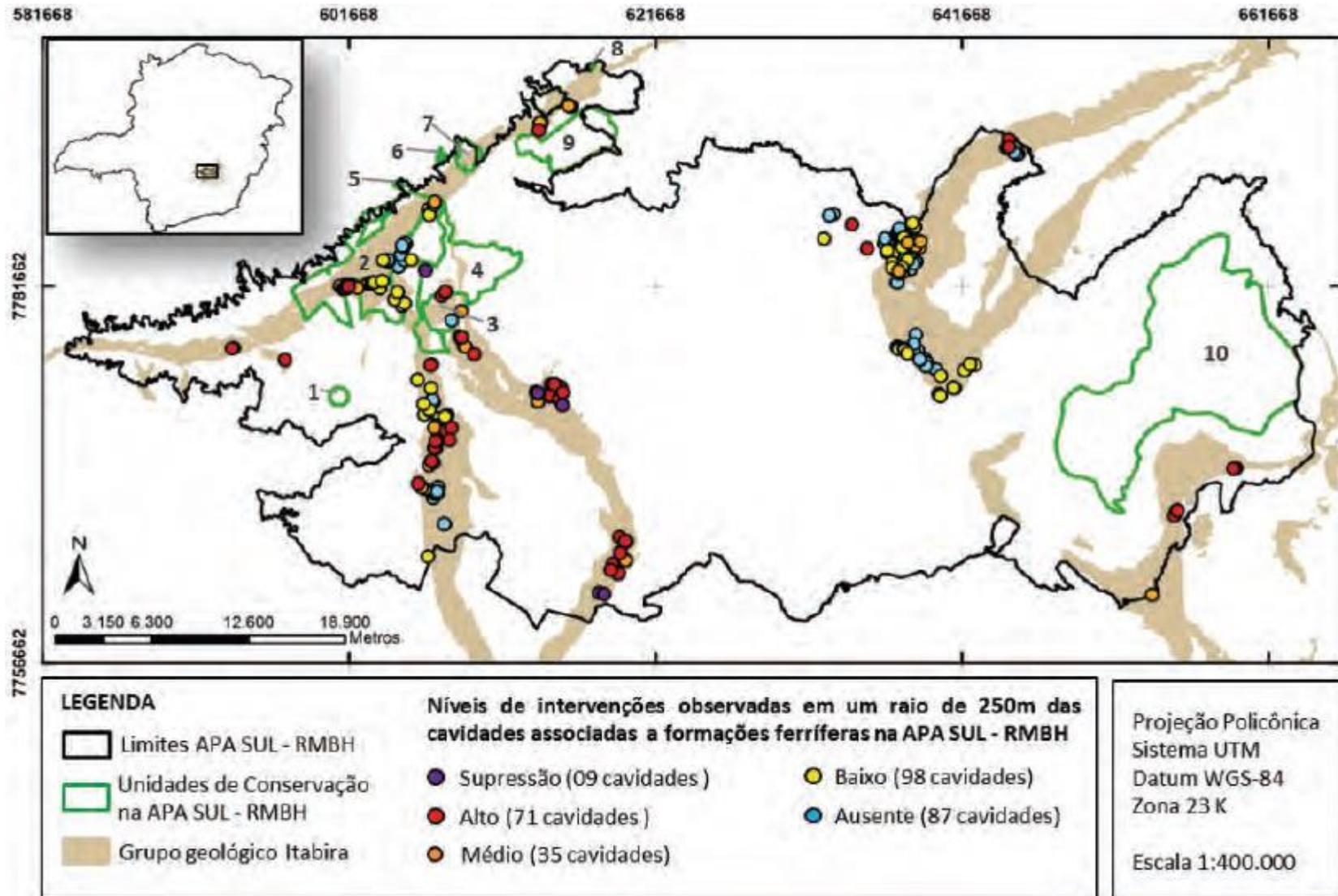
Sources: National Department of Mineral Production (2009) and Brazilian Ministry of the Environment (2010)



(Jacobi *et al.*, 2011)

Unidades de Conservação e cavernas ferruginosas

De 300 cavidades da APA Sul-RMBH, apenas 29% sem intervenção raio 250 m



Caverna AP - 02



Caverna RM - 35



NÍVEL DE INTERVENÇÃO: BAIXO

Caverna RM - 10



Caverna AP - 38



NÍVEL DE INTERVENÇÃO: MÉDIO

Caverna CM009



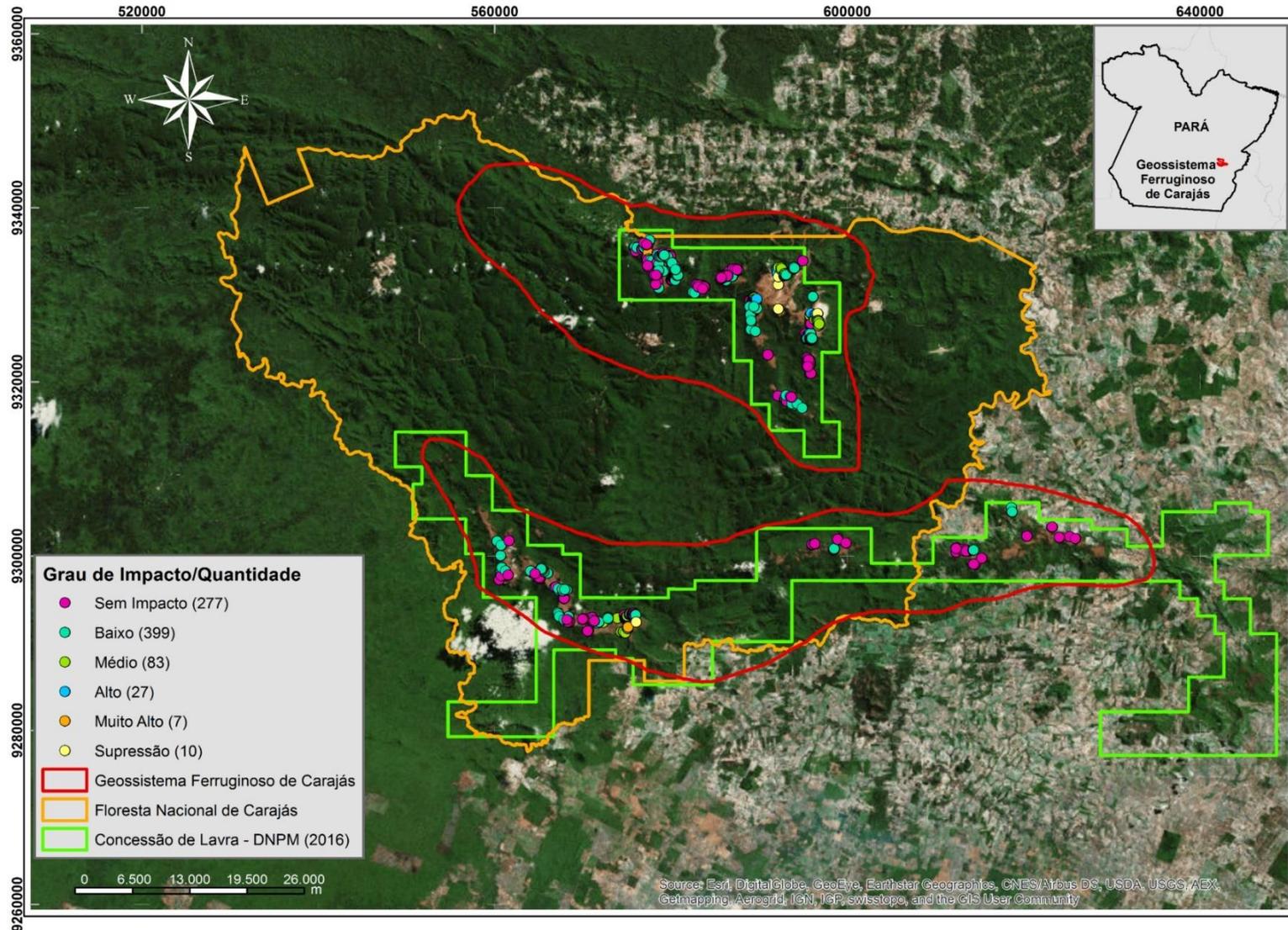
Caverna MJ - 04



NÍVEL DE INTERVENÇÃO: ALTO

Unidades de Conservação e cavernas ferruginosas

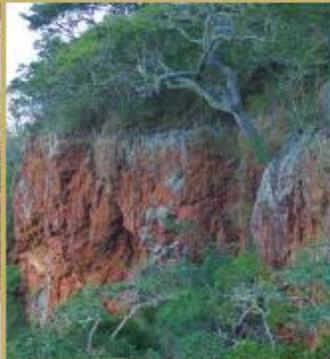
De 800 cavidades da Serra Carajás, apenas 34% sem intervenção raio 250 m



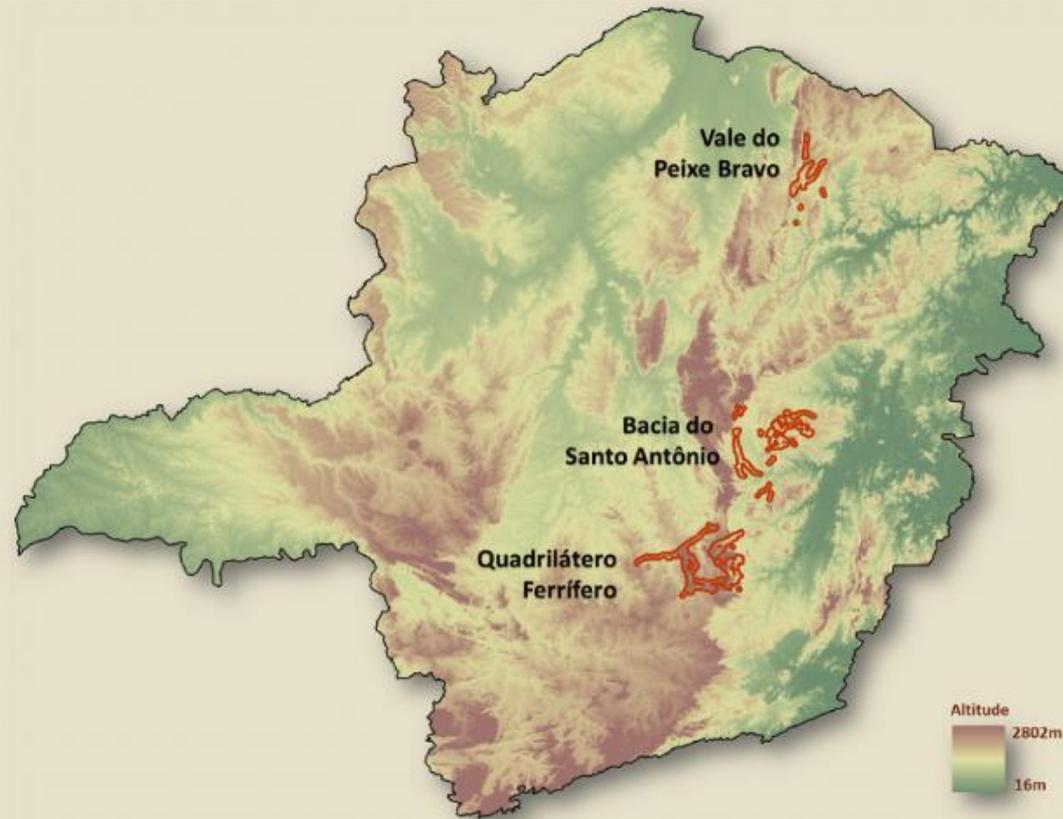


GEOSSISTEMAS FERRUGINOSOS DO BRASIL

ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE GEOLÓGICA
E BIOLÓGICA, PATRIMÔNIO CULTURAL E SERVIÇOS AMBIENTAIS



GEOSSISTEMAS FERRUGINOSOS EM MINAS GERAIS



Apoio:

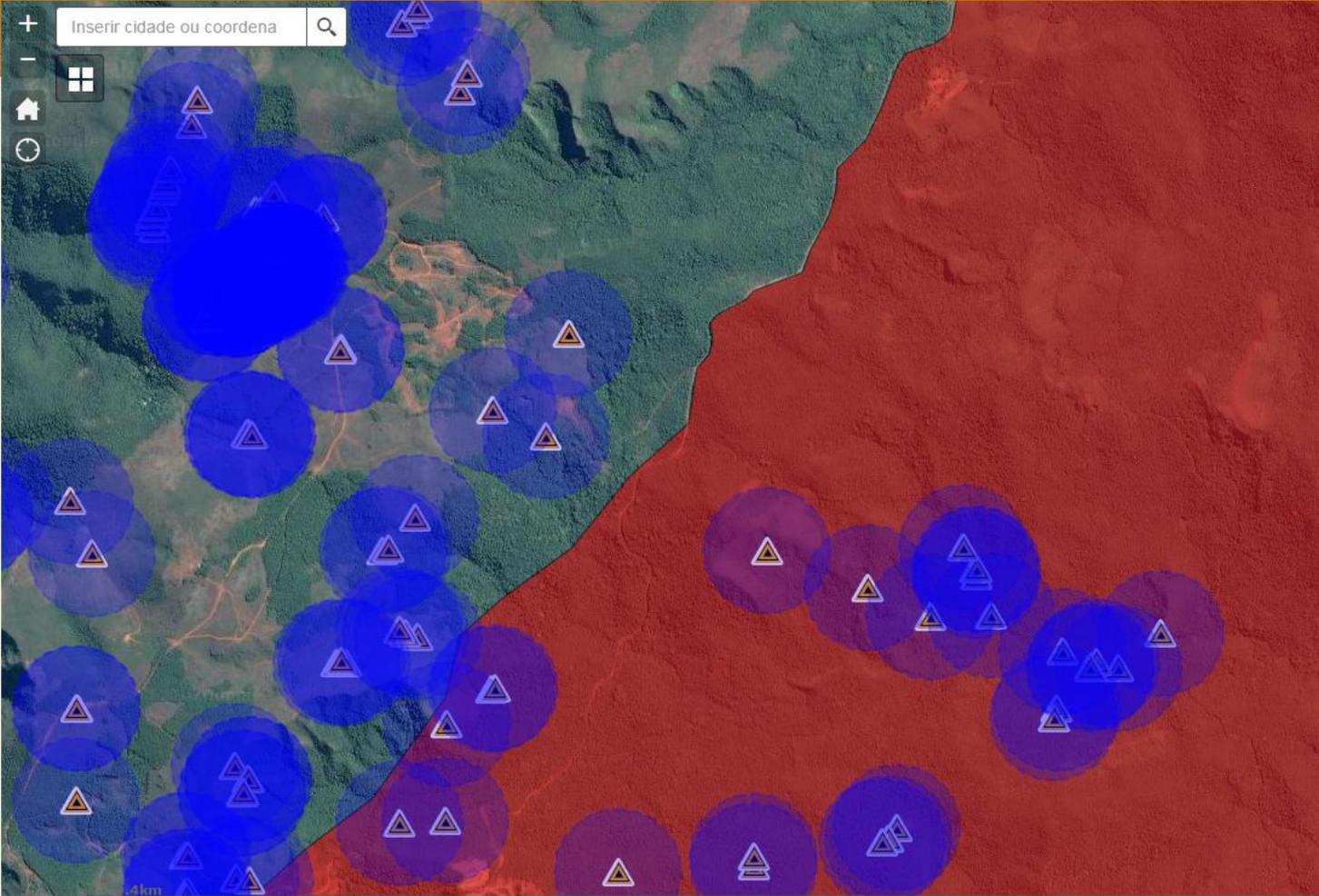


Atlas Digital Geoambiental

 **Minas Gerais** Notas Técnicas [Download shp/km](#)

Lista de Camada

- Biomas (2004)
- Vegetação 1:5.000.000 (1992)
- Veredas (2000)
- Áreas Remanescentes de Caatinga (2008)
- Área de Aplicação da "Lei da Mata Atlântica" (2012)
- Unidades de Conservação e Áreas Protegidas Completo (2016)
- Unidades de Conservação: Proteção Integral (2016)
- Unidades de Conservação: Uso Sustentável (2016)
- Áreas Protegidas (2016)
- Potencialidade de Ocorrência de Cavernas (2012)
- Áreas-chave para a Conservação da Biodiversidade de Plantas Raras (2009)
- Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade Brasileira (2007)
- Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade de Minas Gerais (2005)
- Áreas Prioritárias para a Conservação indicadas pelo Grupo de Fatores Abióticos de Minas Gerais (2005)
- Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade de Peixes de Minas Gerais (2005)
- Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade de Mamíferos de Minas Gerais (2005)
- Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade de Aves de Minas Gerais (2005)



The map displays the state of Minas Gerais with a focus on protected areas. Numerous blue circular overlays of varying sizes are scattered across the landscape, primarily in the central and western regions. Each circle contains a yellow triangle with a black border. The background is a satellite-style map showing terrain and vegetation. A large red area is visible on the right side of the map, likely representing a specific land use or boundary. The interface includes a search bar at the top, a layer list on the left, and navigation controls at the top left.



www.institutopristino.org.br

contato@institutopristino.org.br