

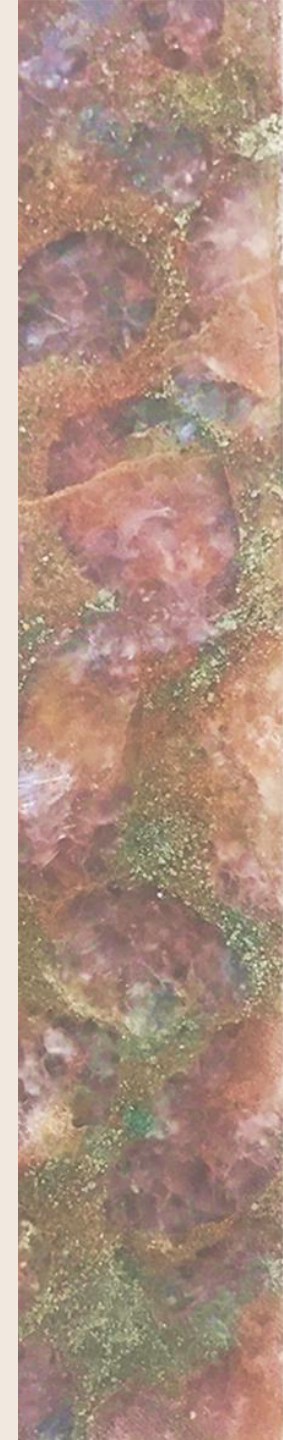
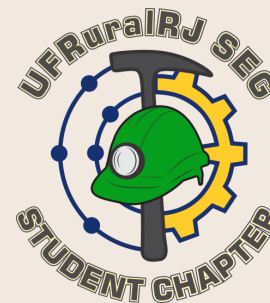


VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE **METALOGENIA**

17 A 20/8/2025 - SALVADOR - BA

ARGILAS IÔNICAS ENRIQUECIDAS EM ELEMENTOS TERRAS RARAS NO GRANITO CAPÃO BONITO (DOMÍNIO APIAÍ, SP): DESENVOLVIMENTO DE UMA PROVÍNCIA EM AMBIENTE PÓS-OROGÊNICO TROPICAL

Waterkemper, J. C.¹; Guarnieri, L. B.²; Bottacin, C. D.³; Paula, C. A.⁴; Pascoa, L. E. L.⁵;
Queiroz, C.⁶; Weber, K.⁷; Cardoso, A.D.⁸; Azevedo, L.M.F.⁹



1. Cenário e Motivação Internacional

- Crescente demanda por “tecnologias verdes” e aumento significativo na produção de elementos críticos;
- Busca por depósitos que além de apresentarem menor impacto ambiental, oferecem processos de extração e tratamento mais simples e eficientes.

RARE EARTH DEPOSIT TYPES AND COMPARABLES

Ionic clay allows for expedited development timelines, reduced capex and lower opex than hard rock peers

	Ionic Clay-hosted REE	Hard Rock-hosted REE
Investment	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lower initial capex allows for increased scalability Typically, ~US\$15/kg TREO annual output (<i>capital intensity</i>)¹ 	<ul style="list-style-type: none"> ? Typically ~US\$150/kg TREO annual output (<i>capital intensity</i>)
Mining	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Surface mining, with minimal stripping of waste material Pits backfilled leaving no tailings or waste dumps 	<ul style="list-style-type: none"> ? Drill and blast with large mining fleet (typically, with high strip ratios) Capital-intensive open cut and underground operations required
Processing	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Simple dissolution of REE from clay in ammonium sulphate High recoveries and no radioactive waste streams 	<ul style="list-style-type: none"> ? High temperature mineral cracking using strong reagents for REE minerals Lower recoveries and tailings often radioactive and are costly to dispose of
Exploration	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Quick and inexpensive – shallow aircore drilling into at-surface deeply weathered granite (clays) 	<ul style="list-style-type: none"> ? Similar to other hard rock base minerals requiring substantial drilling and geochemistry
Payability & Products	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contains both high value light and heavy REEs (NdPr & DyTb) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Typically light REEs only (NdPr)
Established Operations	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Serra Verde Brazil 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mountain Pass (USA) Mt Weld (Australia)
Location	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Predominantly mined in China and Myanmar Brazil is an emerging jurisdiction with 3 high-quality projects 	<ul style="list-style-type: none"> ? Majority of production based in China Operations in Australia (Mt Weld) and USA (Mountain Pass)

Source: (1) Hochschild Mining plc, Capital Markets Presentation, September 2021

HOCHSCHILD MINING PLC. *Rare Earth Deposit Types and Comparables*. Capital Markets Presentation, setembro 2021

The New York Times

The Mine Is American. The Minerals Are China's.

A Brazilian rare earths mine backed by American investors illustrates China's grip over the strategic minerals that underpin the modern economy.

globo.com g1 ge gshow globoplay g1jogos o globo valor

g1 CIÊNCIA

Terras raras: o que são, onde estão e por que os EUA se importam com elas

Reservas brasileiras de terras raras despertam interesse dos EUA em meio a impasse comercial com Trump e podem entrar na disputa por minerais estratégicos.

Por Poliana Casemiro

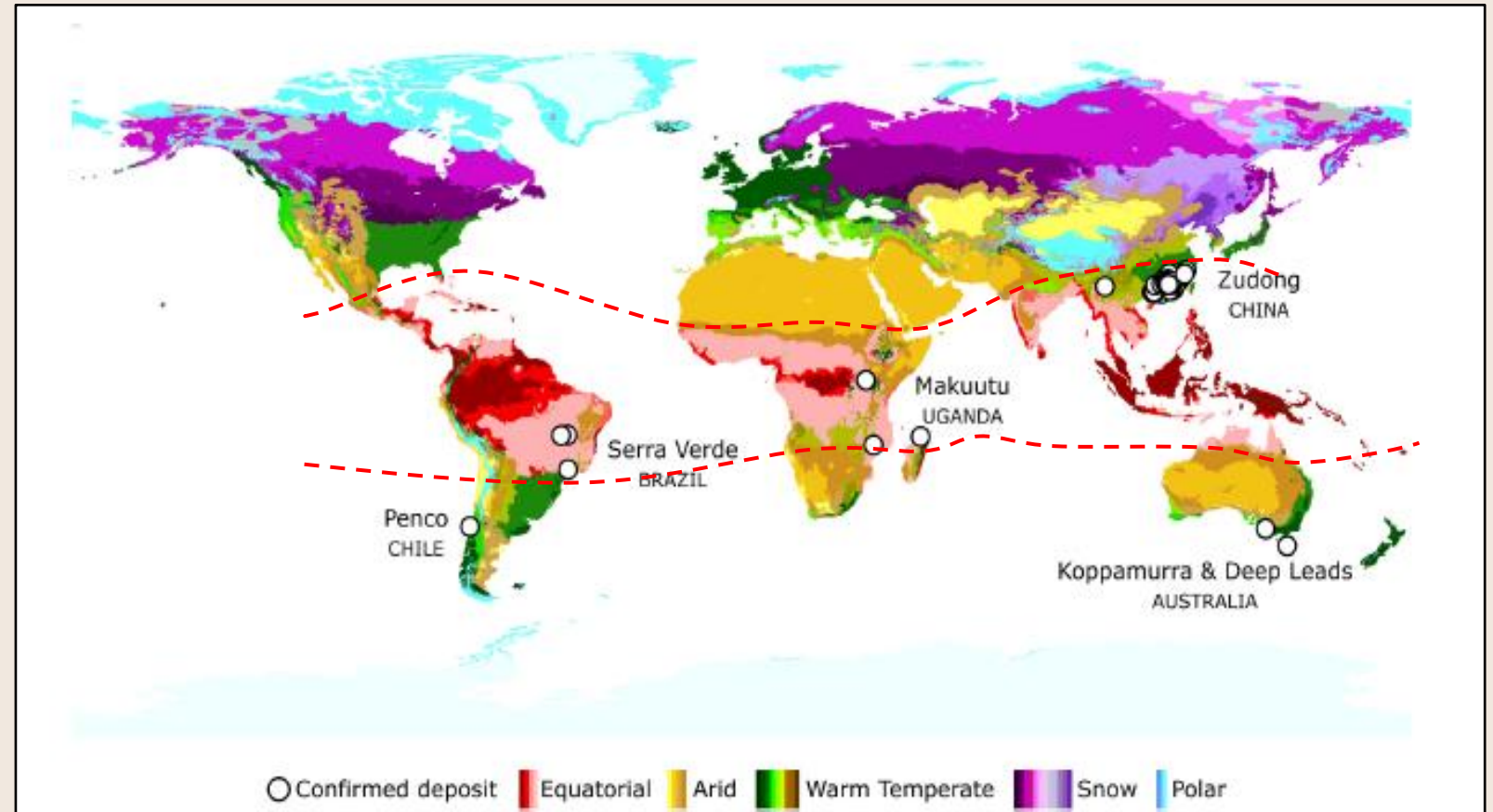
BBC NEWS BRASIL

Notícias Brasil Internacional Economia Saúde Ciência Tecnologia Vídeos Po

Por que Trump mira terras raras e minerais no mundo todo - e qual o lugar do Brasil nesse xadrez

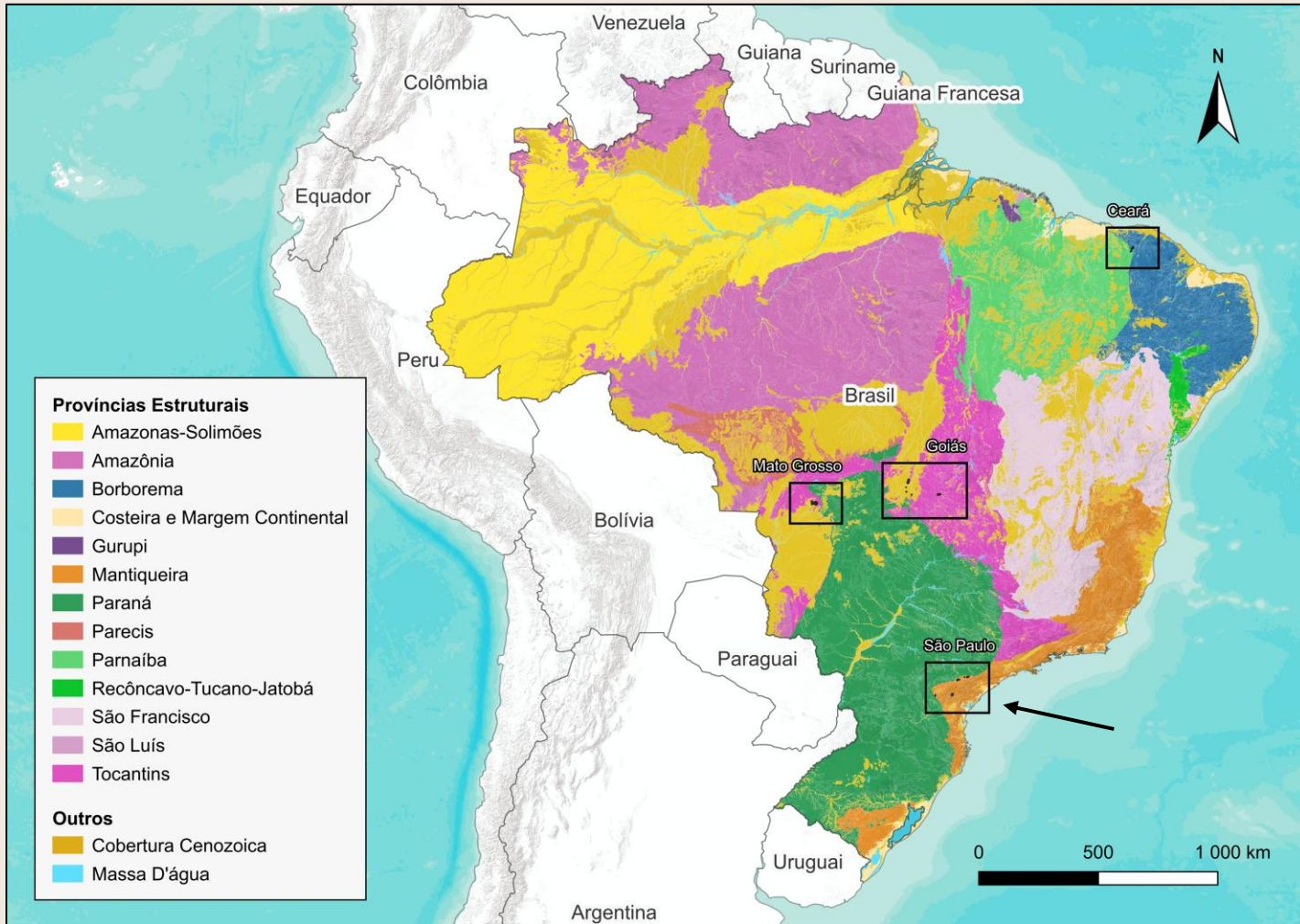
2. Desenvolvimento do projeto no Brasil

- O projeto teve início em 2023 quando investidores Australianos buscaram a Future Mining (FM) para desenvolver um portfólio de Elementos Terras Raras no Brasil.
- Para desenvolver a pesquisa, foi criada a Scanty, empresa subsidiária da FM e responsável pela execução do projeto.
- Latitude equatorial com clima quente-úmido;
- Protólitos graníticos propícios ao modelo IAC (*ion-adsorption clay*), com extensas áreas com horizontes intemperizados bem desenvolvidos.

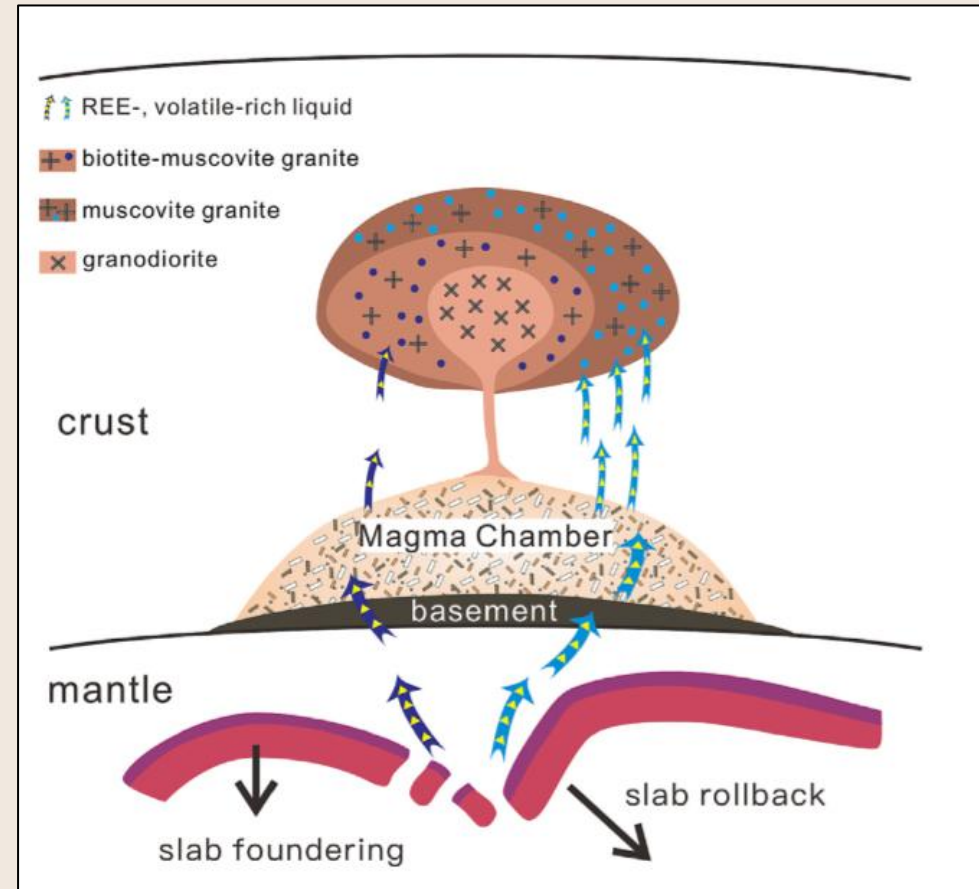


Distribuição global de depósitos confirmados de ETR em argilas iônicas (círculos brancos) com classificações climáticas de Köppen-Geiger atualizadas, derivadas de Rubel et al. (2017). Modificado de Russo et al. (2025).

3. Localização e Contexto Geológico

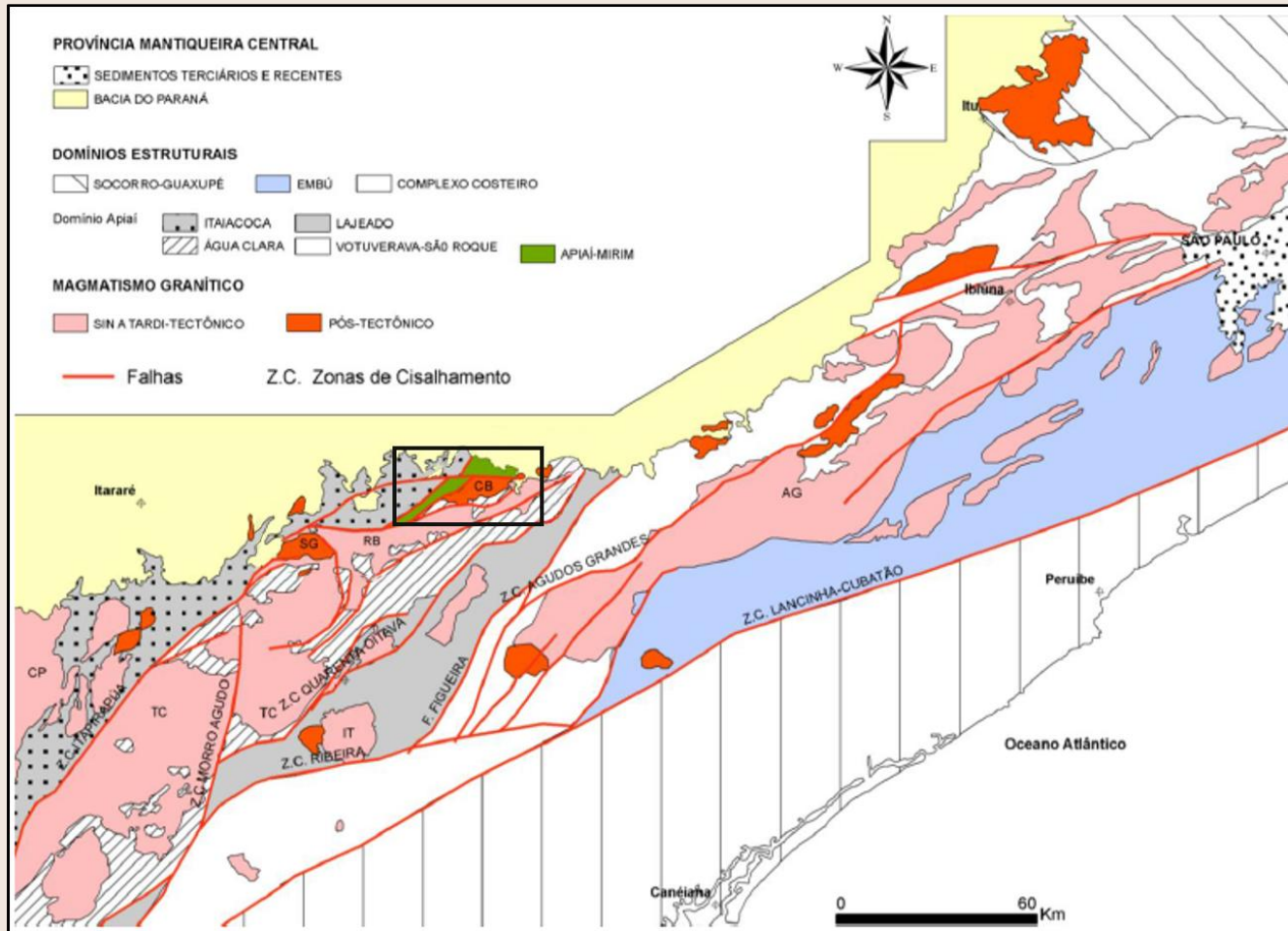


Mapa com a distribuição das principais províncias geotectônicas brasileiras, com destaque para as regiões selecionadas para prospecção de ETR (retângulos pretos)



Fan et al. 2023

Contexto Geológico – Faixa Ribeira, Domínio Apiaí (SP)



O Granito Capão Bonito é um corpo Intrusivo pós-orogênico **tipo-A**, localizado no domínio Apiaí da **faixa centro-sul do Cinturão de Dobramentos do Sudeste**, porção sul do estado de São Paulo.

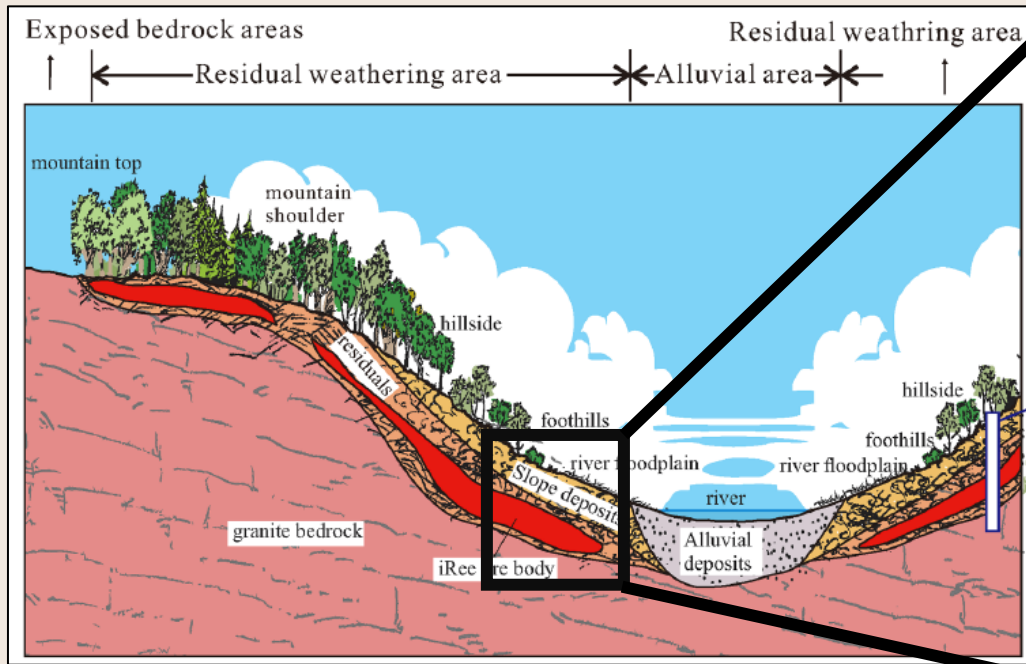
- Fase **tardi- a pós-colisional**;
- Após orogênese Brasileira (580–560 Ma).
- Relaxamento tectônico e instalação de regimes extensionais;
- Acomodação em regime **transtensivo**, sob zonas de cisalhamento regionais.
- Fusão crustal oxidante favorecendo elementos incompatíveis.

Mapa geológico Domínio Apiaí e localização da região abordada.
Modificado de Salazar (2010)

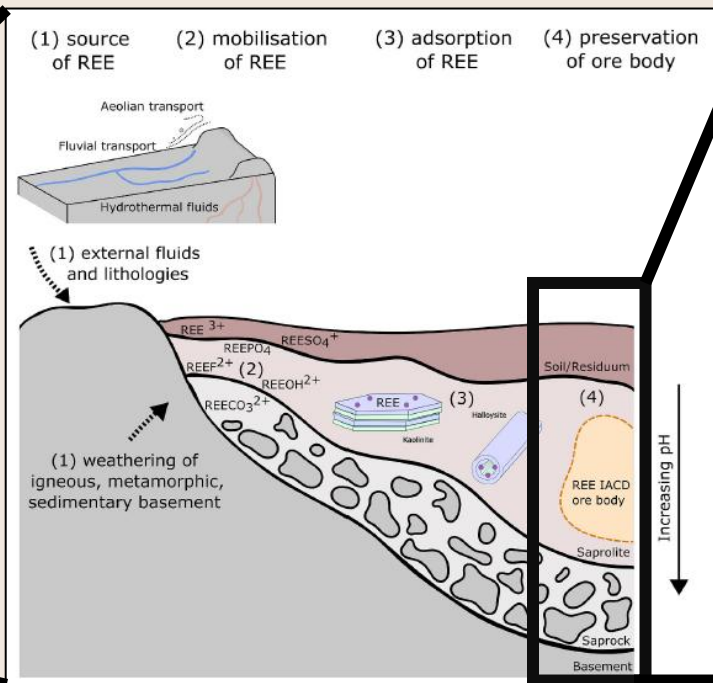
4. Mecanismos de Concentração de ETR's em Perfis IAC

Depósitos do tipo *ion-adsorption clay* (IAC) são gerados pelo intemperismo intenso sob rocha fonte naturalmente rica em ETR's.

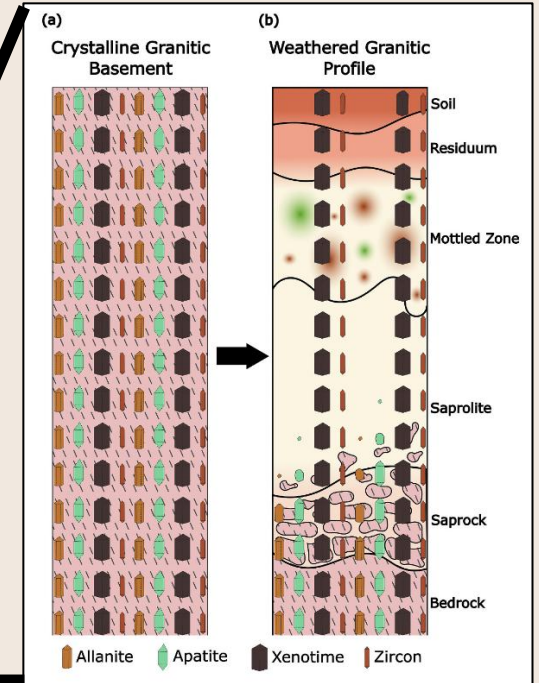
- Minerais primários liberam ETR's e os íons são capturados por argilas como caulinita e haloisita no horizonte saprolítico
- A mineralização fica em horizontes intemperizados rasos e pode ser recuperada por troca iônica.



Modelo metalogenético regional de depósitos IAC no oeste de Yunnan, China (adaptado de Brady e Weil, 2017). Retirado de Zhu et al. 2022.

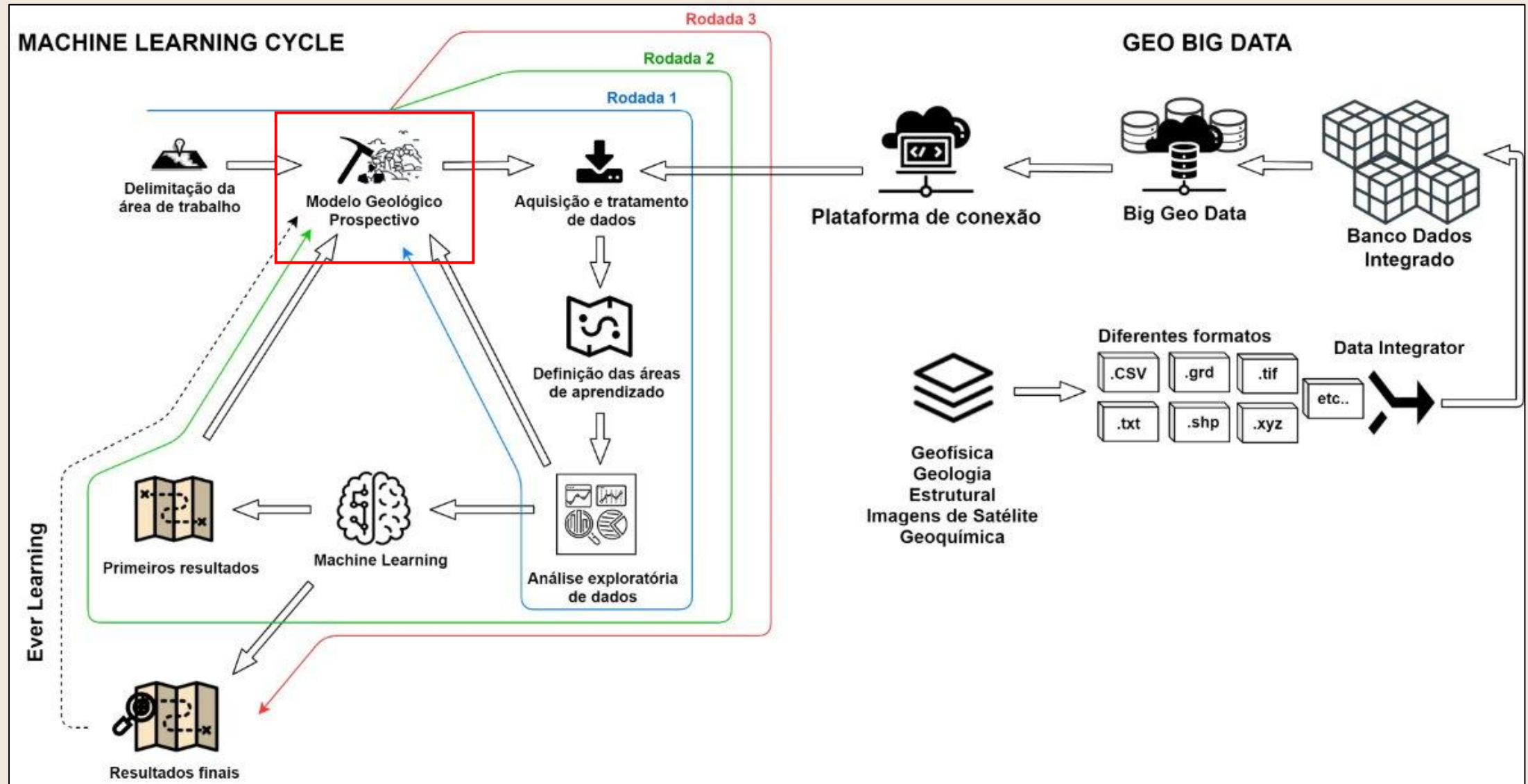


Russo et al. 2025

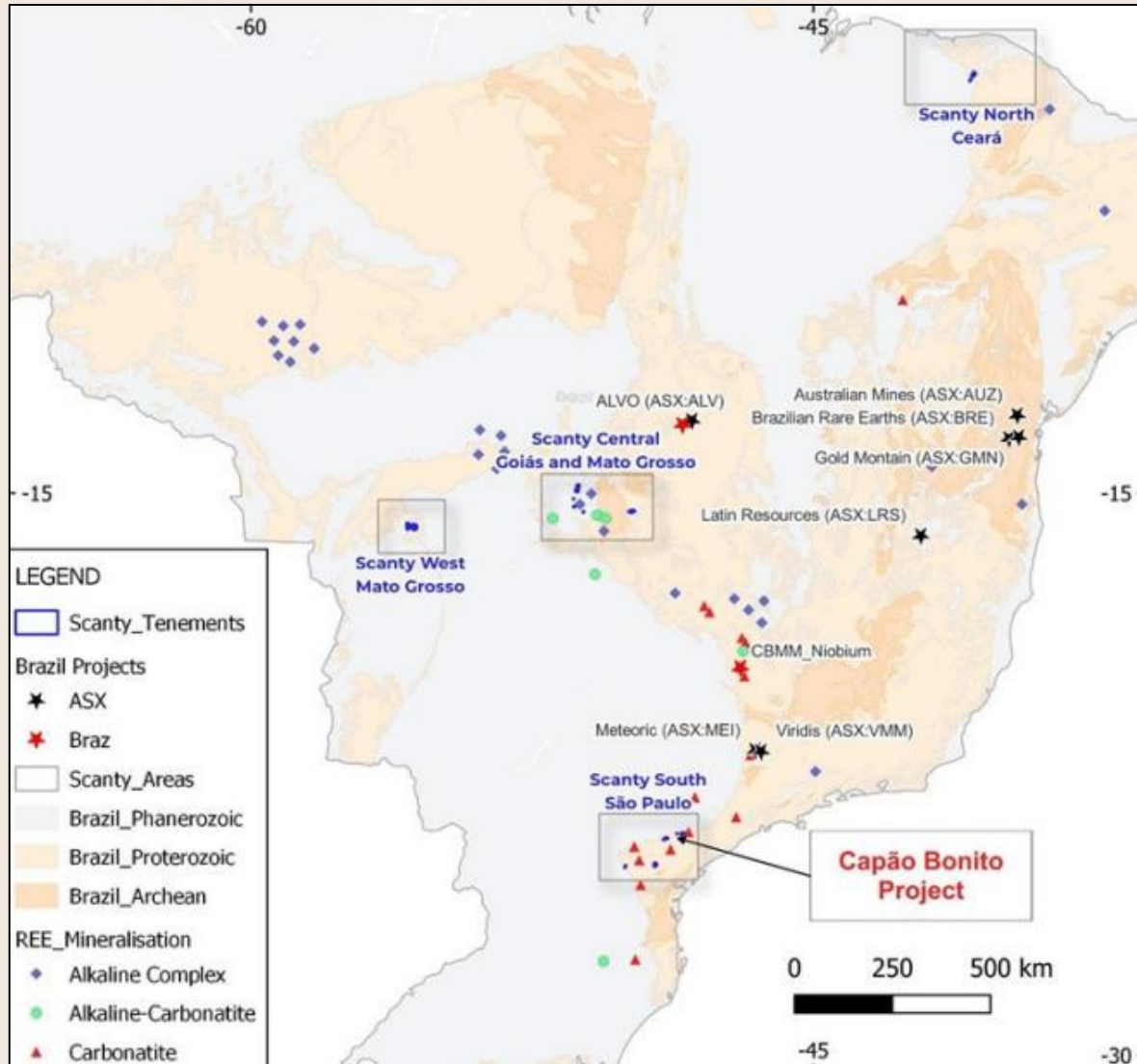


Russo et al. 2025

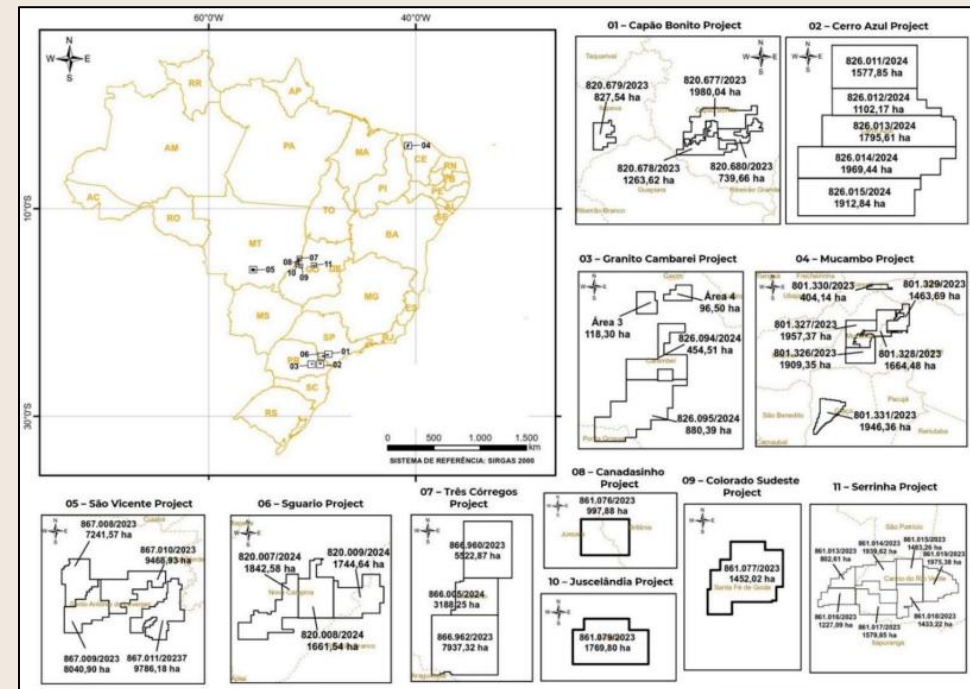
5. Materiais e Métodos – Seleção do Alvo Capão Bonito



6. Análise e Resultados – Seleção dos alvos



- 11 alvos no total com ~952 km²;
- Ênfase no **Sudeste/Sul** (SP/PR: Capão Bonito, Sguario, Carambeí, Cerro Azul);
- Projetos adicionais no Ceará (Mucambo) e Centro-Oeste (Canadasinho, Juscelândia, Colorado);
- Aquisição dos projetos da Scanty pela PVW.



PVW Resources (2024). *Exploration Commences on Brazilian REE Projects*, Fig. 2, p. 3.

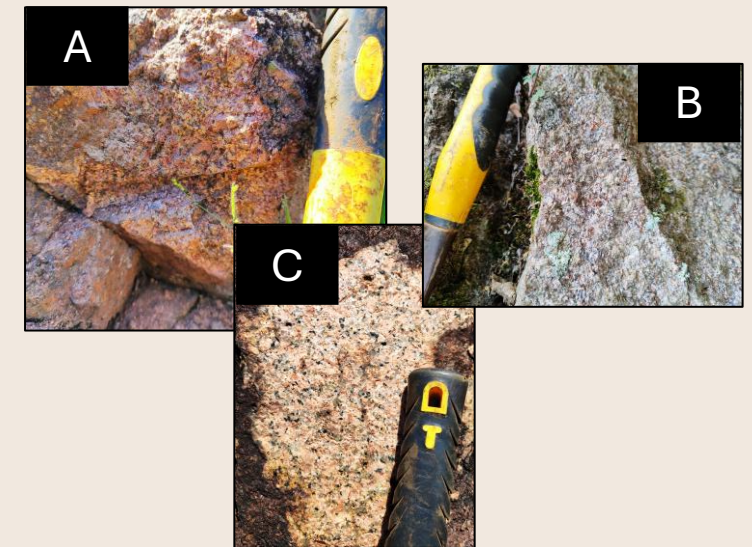
Granito Capão Bonito – Faixa Ribeira, Domínio Apiaí

- Autores como **Mello (1994)** e **Junior (2018)** já haviam destacado o potencial da região em granitos enriquecidos em ETR.
- Caracterizado como um corpo granítico de coloração avermelhada, formado por fusão crustal em ambiente intraplaca (**Brumatti et al., 2023**), possui litologia homogênea: feldspato potássico, quartzo, biotita, óxidos Fe-Ti e titanita.

Grande parte do corpo está coberto por um espesso perfil laterítico, que forma extensos planaltos e colinas suaves

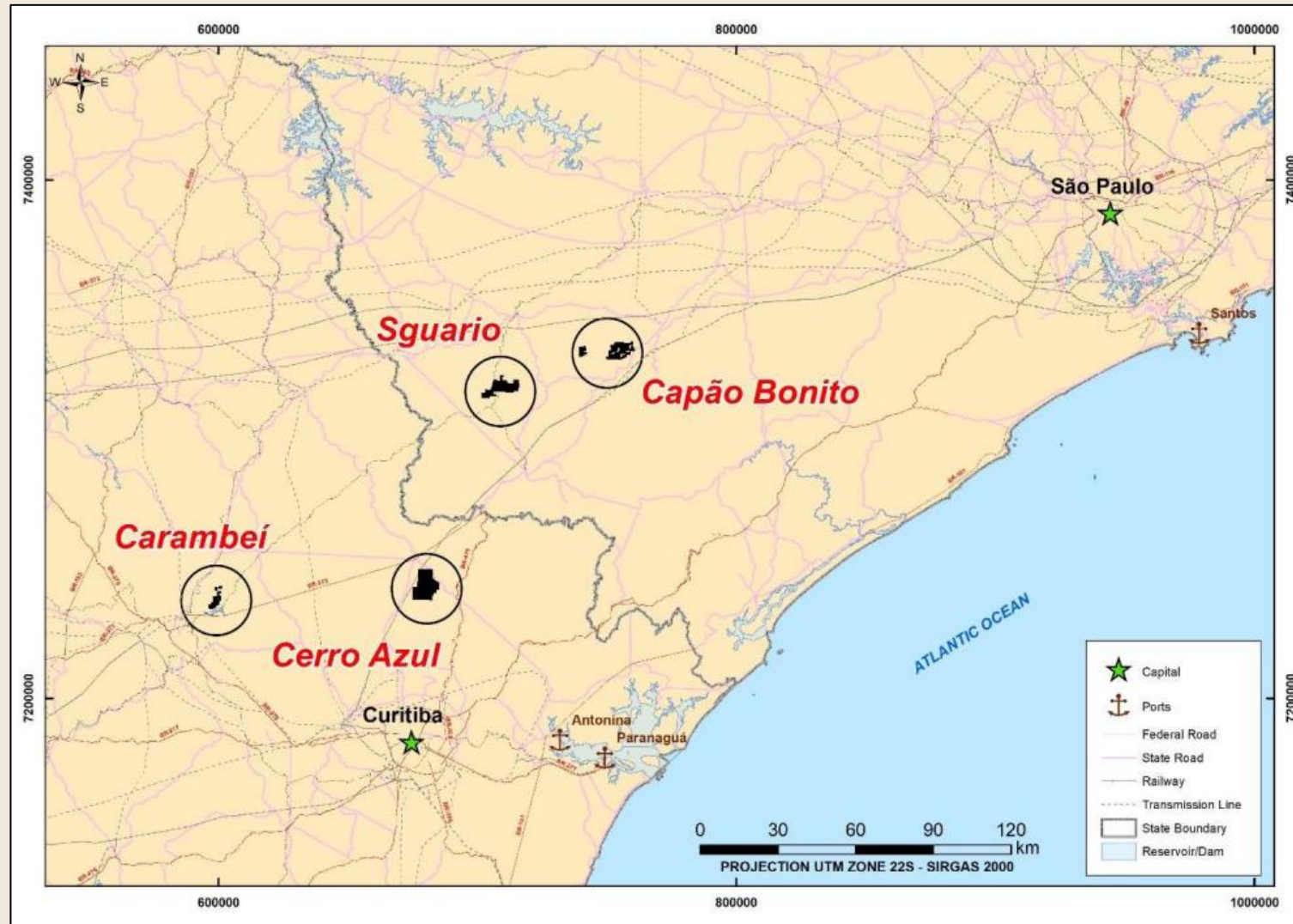


Cobertura de solo do GCB por extensos planaltos e colinas suavemente onduladas. Divulgado em PVW Resources Ltd. (20 fev. 2025). *Exceptional Initial Exploration Results from the First of 11 Highly Prospective Brazilian Ionic Adsorption Clay REE Projects.*



Fotografias do Granito Capão Bonito, mostrando diferentes feições texturais e mineralógicas. A) Superfície alterada com coloração avermelhada; B) Face fresca evidenciando textura inequigranular; C) Amostra de granulação média-grossa, realçando textura rapakivi.

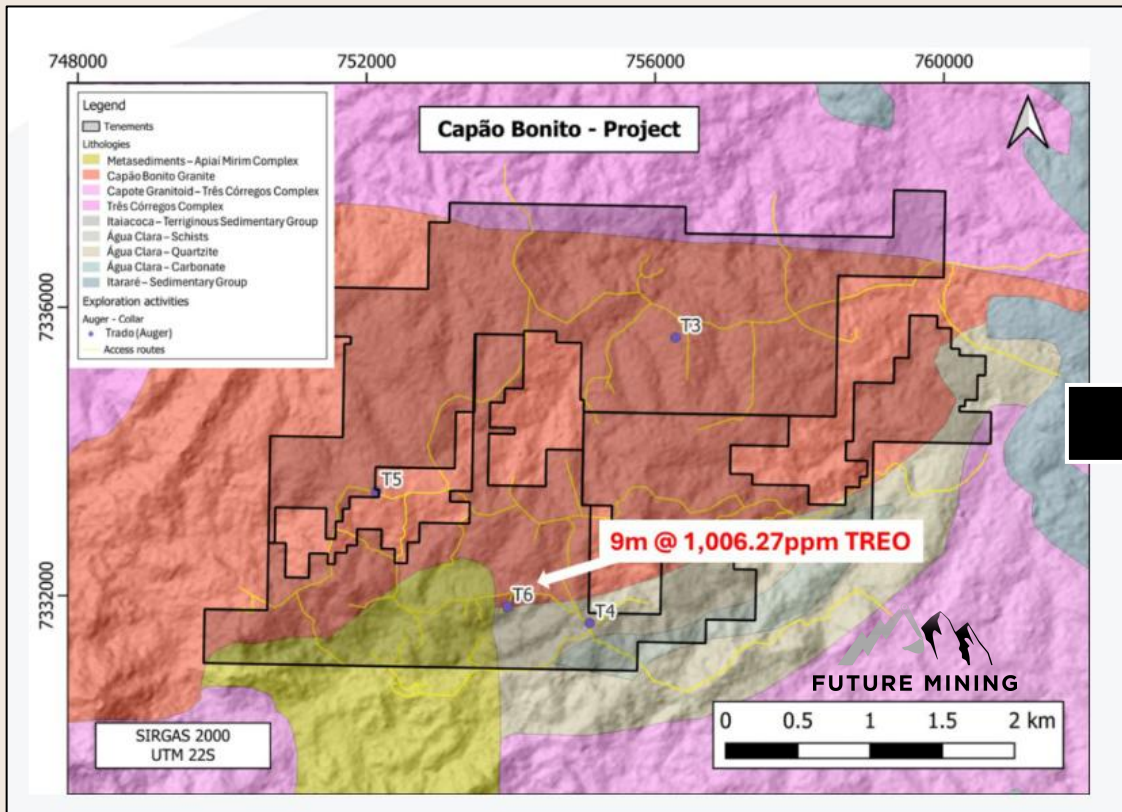
7. Potencial e Atratividade do Empreendimento



PVW Resources Ltd. (20 fev. 2025). *Exceptional Initial Exploration Results from the First of 11 Highly Prospective Brazilian Ionic Adsorption Clay REE Projects.*

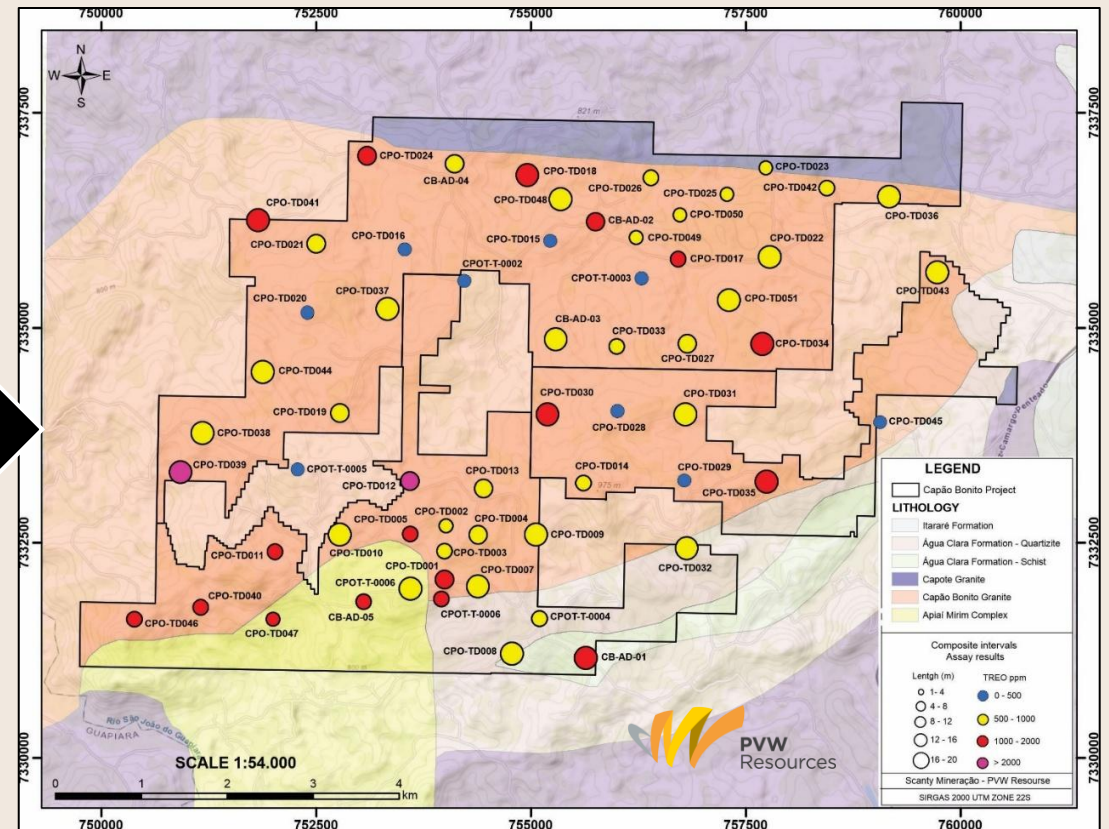
8. Avanço da Pesquisa e Resultados

A Scanty iniciou a campanha de amostragem em Capão Bonito no perfil saprolítico, sob coordenação da Future Mining, e os primeiros resultados incluíram **9m @ 1.006 ppm ETRT** a partir de 1m



Localizações de furos de trado com os melhores resultados destacados, provenientes do CPO-T-06, concluído pela Scanty Brazil durante a fase de geração do projeto. Divulgado em <https://pwwresources.com.au/>

No Quarterly Activities Report – Q2/2025, a PVW reportou em Capão Bonito (Bloco Leste) graus de pico de até **5.662 ppm ETRT**, com interseções mineralizadas de até 17m e início raso ($\leq 1m$)



Malha de amostragem realizada pela PVW com os teores obtidos. Divulgado em <https://pwwresources.com.au/>

9. Conclusões

- A principal conquista do projeto foi desenvolver áreas não tradicionalmente mineradoras em uma província com potencial de expansão;
- O Granito Capão Bonito (Tipo-A, Neoproterozoico), com allanita/titanita e cobertura laterítica espessa, fornece o arcabouço coerente para IAC;
- A Scanty demonstrou perfil saprolítico bem desenvolvido e anomalias significativas (ex.: 9 m @ 1.006 ppm TREO; 202 ppm NdPr a partir de 1 m, aberto em profundidade. Para além das áreas preliminarmente identificadas;
- A PVW vem confirmando interseções rasas e espessas de até 17 m com teores médios de TREO acima de 1000ppm; vários furos terminaram em mineralização;
- O melhor resultado identificado pela PVW até o presente foi uma amostra de 5.662 ppm de TREO contida em um intervalo de 14m @ 2440 ppm e cuja amostra final foi de 1942 ppm de TREO.
- Testes de lixiviação $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: extrações >50% de MREO em diversos intervalos, chegando até 89% em ótimos casos (composto de 10 m, CPO-TD0039), compatível com caráter IAC.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAN, Chaoxi; XU, Cheng; SHI, Aiguo et al. Origin of heavy rare earth elements in highly fractionated peraluminous granites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. **343**, p. 371–383, 2023. DOI: 10.1016/j.gca.2022.12.019.

ZHU, Xiangping; ZHANG, Bin; MA, Guotao et al. Mineralization of ion-adsorption type rare earth deposits in Western Yunnan, China. *Ore Geology Reviews*, v. **148**, p. 104984, 2022. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2022.104984.

MCCUAIG, T. Campbell; BERESFORD, Steve; HRONSKY, Jon. Translating the mineral systems approach into an effective exploration targeting system. *Ore Geology Reviews*, v. **38**, p. 128–138, 2010.

BRUMATTI, Mariane; RODRIGUES, Sérgio Willians de Oliveira; SALAZAR, Carlos Alejandro. Geoquímica dos granitos anorogênicos Sguário e Capão Bonito do Domínio Apiaí (Cinturão Ribeira, SP). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA**, 13., 2011, Gramado. *Anais...* Gramado: [Sociedade Brasileira de Geoquímica], 2011. p. 800–803. **MELLO, I. S. C.; CABRAL JÚNIOR, M.; MOTTA, J. F. M.** Terras-Raras no Estado de São Paulo: avaliação da potencialidade geológica. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 24, n. 4, p. 203–222, 1994. DOI: 10.25249/0375-7536.1994203222.

FARIA JÚNIOR, Ilio Rodarte. Enriquecimento de elementos terras raras e ítrio adsorvidos em argilas (ion-adsorption clay): exemplos nos granitos São Francisco e Capão Bonito, SP. 2018. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Rio Claro, 2018.

MACHADO, Fábio Braz. Geologia e aspectos petrológicos das rochas intrusivas e efusivas mesozóicas de parte da borda leste da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo. 2005. Dissertação (Mestrado em Geociências – Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, 2005.

RUSSO, Nathan R.; WATANABE, Y.; SANEMATSU, K.; GOODENOUGH, K. M.; ALONSO, D. P.; COTTLE, J. M.; MARTIN, M.; DINI, A. The fundamentals of rare earth element ion adsorption clay deposits. *Journal of Geochemical Exploration*, v. 278, p. 107845, 2025.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SALAZAR, Carlos Alejandro. Anisotropia de susceptibilidade magnética dos plútons Ribeirão Branco, Sguário e Capão Bonito e implicações tectônicas para a Faixa Ribeira (Domínio Apiaí, SP). 2010. Tese (Doutorado em Geologia – Geotectônica) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PVW RESOURCES LIMITED. *Quarterly Activities Report – September 2024.* Perth, 31 out. 2024. 19 p. Comunicado à ASX.

PVW RESOURCES LIMITED. *Exploration commences at Capão Bonito.* Perth, 4 nov. 2024. 25 p. Comunicado à ASX

PVW RESOURCES LIMITED. *Exceptional Initial Exploration Results from the First of 11 Highly Prospective Brazilian Ionic Adsorption Clay REE Projects.* Perth, 20 fev. 2025. 46 p. Comunicado à ASX.

PVW RESOURCES LIMITED. *Brazilian Rare Earths Portfolio – Update.* Perth, 15 maio 2025. 68 p. Comunicado à ASX

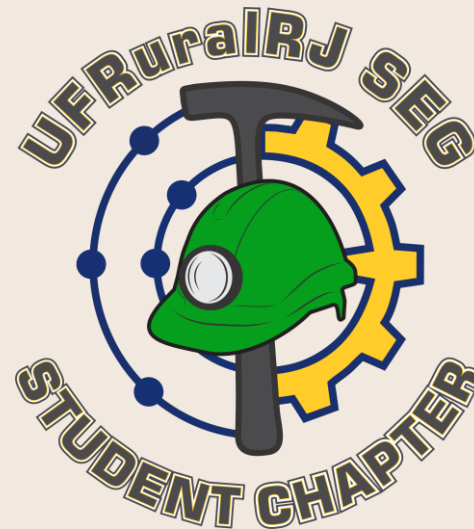
PVW RESOURCES LIMITED. *High grade rare earth results confirmed at Capão Bonito, Brazil.* Perth, 4 jun. 2025. 25 p. Comunicado à ASX.

PVW RESOURCES LIMITED. *Quarterly Activities Report – June 2025 (Appendix 5B).* Perth, 30 jul. 2025. 39 p. Comunicado à ASX.

PVW RESOURCES LIMITED. *Sale of Leonora Project.* Perth, 5 ago. 2025. 2 p. Comunicado à ASX.



AGRADECIMENTOS



CONTATOS

MÁRIO CONRADO REINHARDT

Diretor e Geólogo - MAIG
Director and Geologist- MAIG

+55 (31) 9 9195-1009

mario.conrado@futuremining.com.br

ALOYSIO PEIXOTO DE CARVALHO

Diretor
Director

+55 (31) 9 9136-9135

aloycio.carvalho@futuremining.com.br

JOHANN CANUTO WATERKEMPER

Geólogo
Geologist

+55 (47) 9 9911-6553

johann.waterkemper@futuremining.com.br

LÚCIA BARONI GUARNIERI

Geóloga MSc - MAIG
Geologist MSc - MAIG

+55 (11) 9 8194-7370

lucia.guarnieri@futuremining.com.br

