



URÂNIO NO BRASIL

Francisco Javier Rios

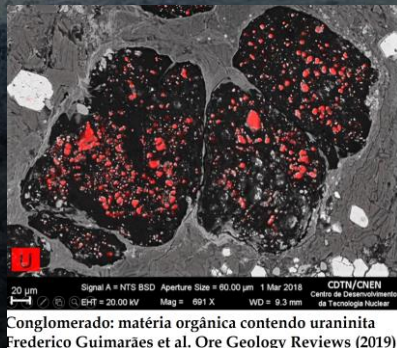


Dilema uranífero das mineradoras

Depósitos **de** urânio vs. Depósitos **com** urânio
Sinclinal do Gandarela (QF)



Conglomerado
U (\pm Au)
1000/ 10000
ppm U



Conglomerado
Au (+ U)
Mina de Ouro

Presença de radioativos gera um rejeito
O que fazer com esse rejeito de U?
Certamente esse urânio pode ser aproveitado!

Motivo?

A situação brasileira do monopólio de U mudou

- ✓ A Câmara dos Deputados aprovou a Medida Provisória que **permite a atuação da iniciativa privada na pesquisa e lavra de minérios nucleares**
- ✓ A medida **flexibiliza o monopólio** da atividade nas Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB)
- ✓ Agora as empresas privadas **poderão ser remuneradas** pela parceria com a INB, por meio de percentual do valor arrecadado na comercialização do produto da lavra.

Nesse contexto, o minério de U tornou-se interessante pelo valor atual, e futuro, de mercado

A evolução do mercado de urânio: O mercado está aquecido!

TRADING ECONOMICS Calend

Uranio - Contrato De Futuros - Precios

Resumen ↓ Export ▾

	Precio		Dia	Month	Año	Fecha
Petróleo Crudo	82.163	▼ 0.567	-0.68%	0.83%	5.91%	09:15
Brent	86.582	▼ 0.528	-0.61%	1.10%	6.81%	09:15
Gas Natural	1.7440	▼ 0.013	-0.74%	-5.40%	-22.40%	09:14
Gasolina	2.6983	▼ 0.0154	-0.57%	-1.31%	3.76%	09:15
Petróleo para calefacción	2.5272	▼ 0.0039	-0.15%	-5.96%	0.85%	09:15
Etanol	1.66	▲ 0	0%	4.89%	-31.16%	2024-04-18
Nafta	683.97	▼ -1.40	-0.20%	-4.00%	0.23%	2024-04-18
Propano	0.81	▼ -0.003	-0.35%	-1.27%	-1.55%	2024-04-18
Uranio	89.30	▲ 0	0%	0.90%	71.40%	2024-04-18
Metanol	2,617.00	▲ 17.00	0.65%	1.12%	6.95%	2024-04-19



- ✓ A demanda de urânio está em alta. Deverá duplicar até 2040
- ✓ Continuo descenso da oferta..... ao tempo que a demanda esta crescendo.
- ✓ As empresas geradoras de energia nuclear precisam dispor de provisão de U .

Reservas mundiais de urânio: Como está o Brasil na foto?

(<USD 130/kgU as of 1 January 2015)

Uranium Resources

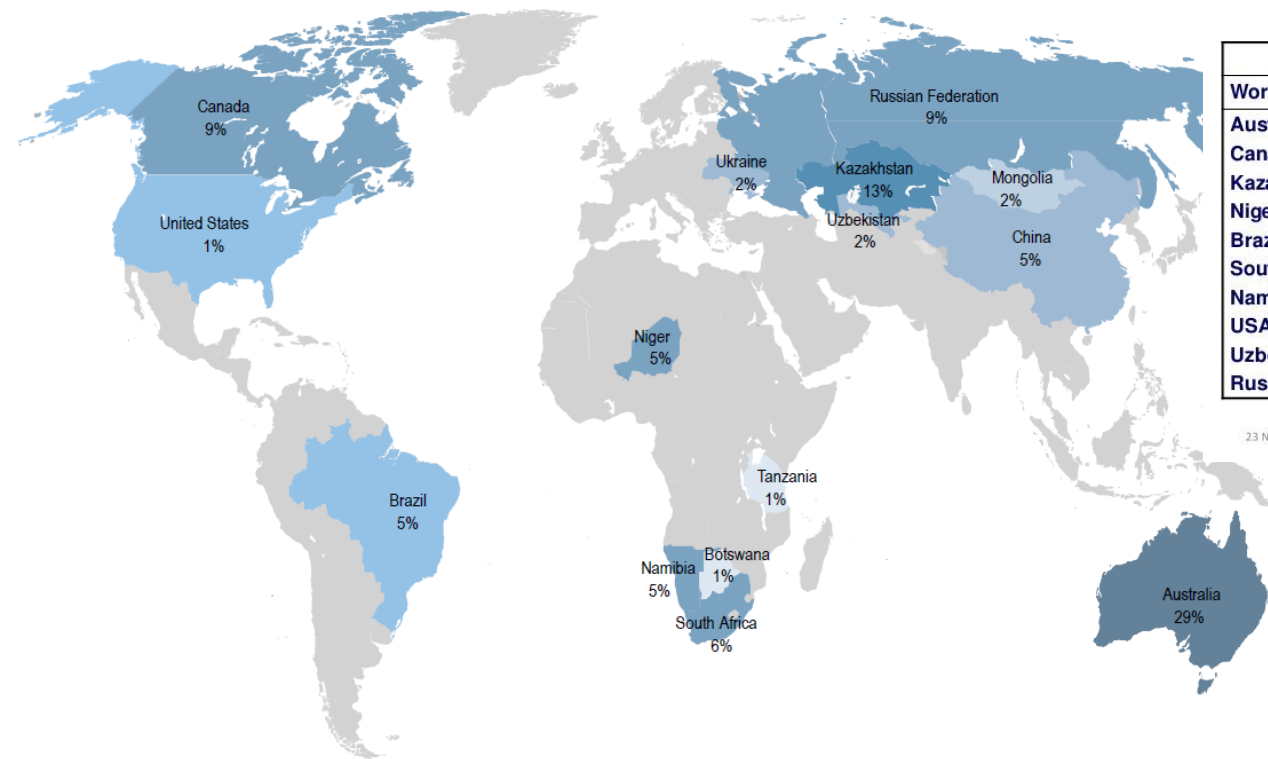
Identified (Reasonably Assured + Inferred) Resources
(in 1000 tonnes)

	< US \$ 40 / kgU	< US \$ 80 / kgU	< US \$ 130 / kgU
World	> 2746	3804	4743
Australia	701+343	714+360	747+396
Canada	287+85	345+99	345+99
Kazakhstan	279+130	378+228	514+302
Niger	173+0	180+45	180+45
Brazil	140+0	158+74	158+121
South Africa	89+55	177+72	256+85
Namibia	62+61	151+86	183+100
USA	NA	102+	342+
Uzbekistan	60+31	60+31	77+39
Russia	58+22	132+41	132+41

23 November 2015

Prof. Dr. H.Z. Hamraz Presentation
U Ore Deposits

39



WORLD DISTRIBUTION OF URANIUM DEPOSITS

SECOND EDITION: 2018

Using the IAEA Uranium Deposit Classification System (UDCS) as a basis, this map shows the world distribution of uranium deposits. The map is color-coded according to the deposit type and includes numerous inset maps providing detailed views of specific deposit areas. The map also shows major world cities, national boundaries, and the names of the oceans.

Cigar Lake
Unconformity



Akouta
Sandstone



Shu-Sarysu
Sandstone



Lagoa Real
Metasomatite



Rossing
Intrusive



Olympic Dam
IOCG



Deposit type	Deposit subtypes	Deposit size (ktU)	Number of deposits
1. Intrusive	1.1. Granite	10-100	10
2. Sandstone	2.1. Sandstone	10-100	10
3. Unconformity	3.1. Unconformity	10-100	10
4. Metasomatite	4.1. Metasomatite	10-100	10
5. Other	5.1. Other	10-100	10

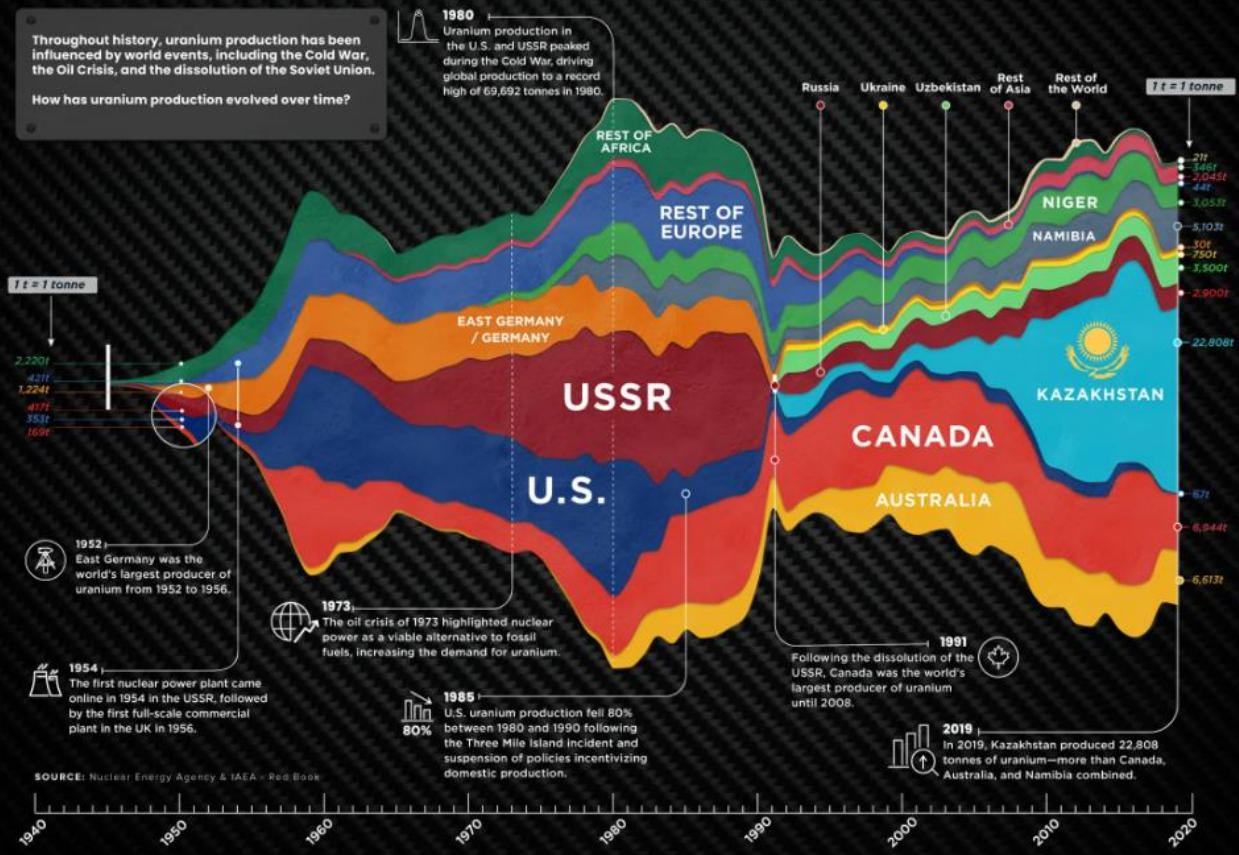
Map Legend

- 1. Intrusive
- 2. Sandstone
- 3. Unconformity
- 4. Metasomatite
- 5. Other

70 YEARS OF URANIUM PRODUCTION VISUALIZED

Throughout history, uranium production has been influenced by world events, including the Cold War, the Oil Crisis, and the dissolution of the Soviet Union.

How has uranium production evolved over time?



Em 2019 quase 50% da produção mundial foi proveniente de Cazaquistão



elements.visualcapitalist.com

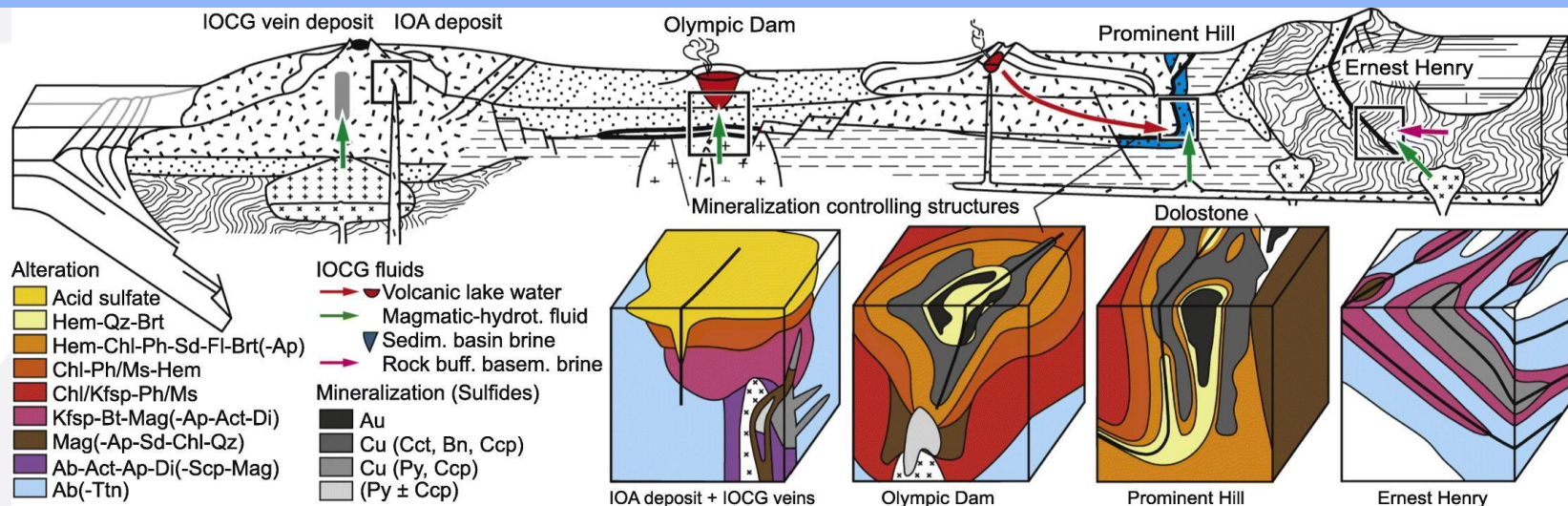
The Earth's natural resources power our everyday lives. VC Elements breaks down the building blocks of the universe.

We live in a material world.



<https://gazmonitor.com/news/132/kazakhstan-is-the-worlds-biggest-uranium-producer-so-what>

Entretanto: o maior depósito de U do mundo (Olympic Dam) está na Austrália: é um IOCG !



Tobias U. Schlegel, Thomas Wagner, Tobias Fusswinkel (2020) **Chemical Geology**

- ✓ **Olympic Dam mostra a importância de prospectar IOCGs**
- ✓ O depósito está mineralizado em Fe, Cu, Au, U, Ag, REEs e F.
- ✓ **Portanto: o urânio é um coproduto de cobre e ouro.**
- ✓ 2.200.000 t U, teor médio de 230 ppm.



Urânio na América do Sul



ST/PUB/1800
ISBN 978-92-0-100118-4

WORLD DISTRIBUTION OF URANIUM DEPOSITS

SECOND EDITION: 2018

O que temos no Brasil?

✓ Segundo a AIEA temos urânio mormente associado a inconformidades Proterozóicas!



✓ Será que é assim mesmo?

Deposit Type

Intrusive

Granite-Related

Polymetallic Breccia Complex

Volcanic-Related

Metasomatite

Metamorphite

Proterozoic Unconformity

Collapse Breccia Pipe

Sandstone

Paleo-Quartz-Pebble Conglomerate

Surficial

Lignite-Coal

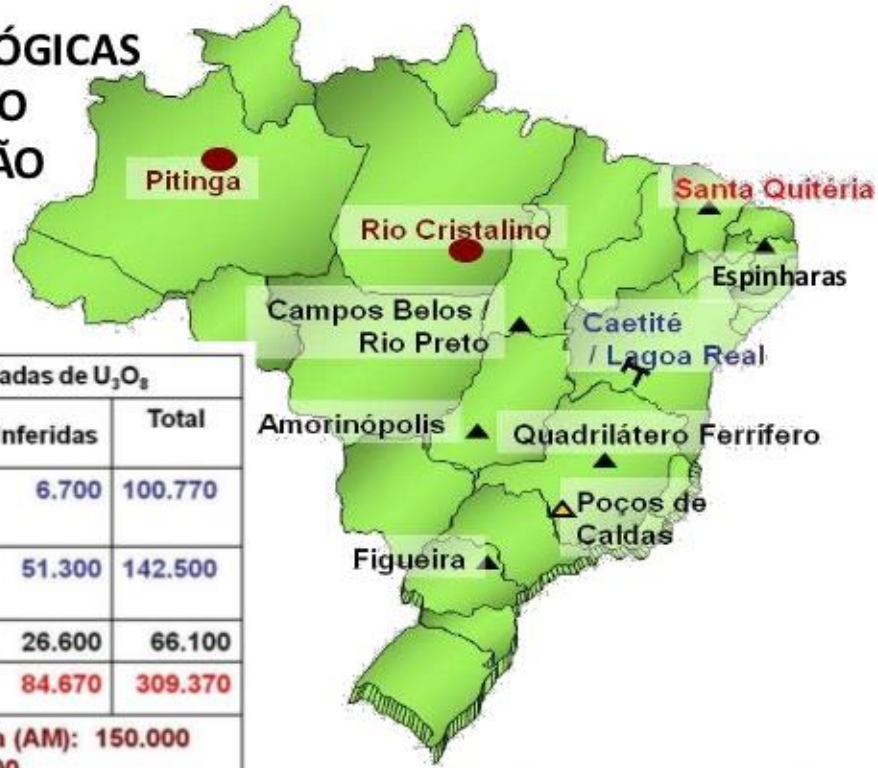
Carbonate

Phosphate

Black Shale

Brasil / Reservas

RESERVAS GEOLÓGICAS DE URÂNIO LOCALIZAÇÃO



Depósitos	Toneladas de U ₃ O ₈		
	Medidas/ Indicadas	Inferidas	Total
Caetité / Lagoa Real	94.000	6.700	100.770
Santa Quitéria	91.200	51.300	142.500
Outras	39.500	26.600	66.100
TOTAL	224.700	84.670	309.370
PROGNOSTICADA: Pitinga (AM): 150.000			
Rio Cristalino (PA): 150.000			
ESPECULATIVA: 500.000			

Um rápido resumo das reservas conhecidas

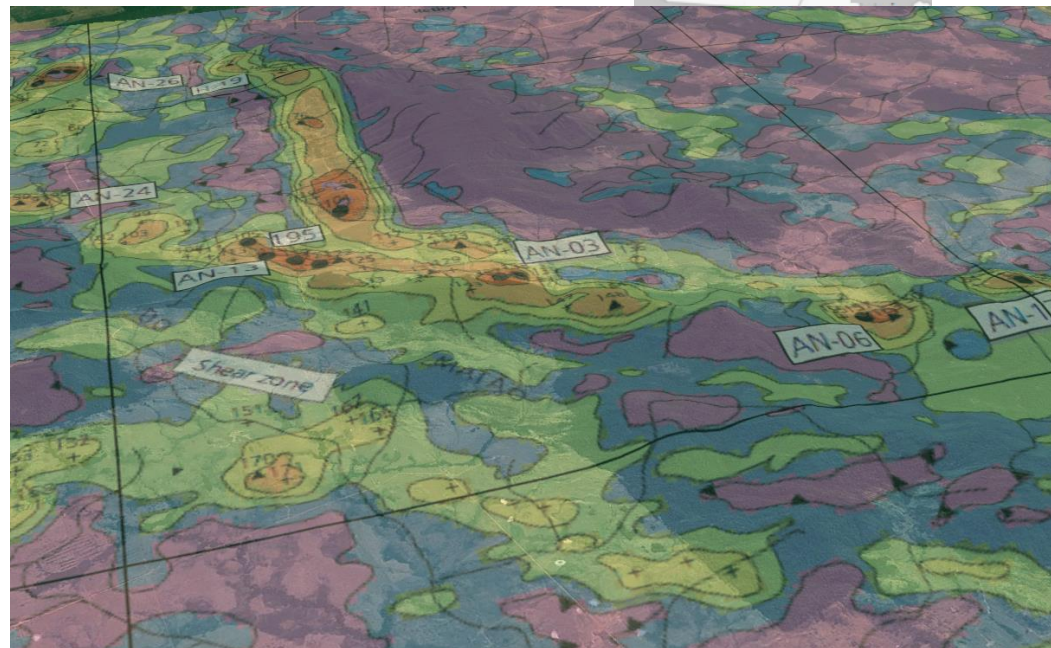
- **Lagoa Real, Espinharas e Campos Belos** (metasomático-albititos). [INB](#)
- **Poços de Caldas (Mina Osamu Utsumi)** (collapse breccia pipe/ fronts redox). [INB](#).
- **Figueira e Amarinópolis** (em arenitos).
- **Itataia**, incluindo Alcantil e Serrotes Baixos (metasomáticos / karst). [GALVANI / INB](#)
- **Rio Cristalino** (sandstone-hosted U-association). U-Meta-arcóseo.
- **Quadrilátero Ferrífero / Jacobina** (conglomerado tipo Witwatersrand)
- **Pitinga** (U-granitos / greisens). [TABOCA](#).



Rio Cristalino



- ✓ Localizado no sul do Pará. Projeto histórico da NUCLEBRAS e NUCLAM.
- ✓ 38 anomalias uraníferas identificadas
- ✓ U associado a Mo, V e Re. U-Meta-arcóseo.
- ✓ Segundo a NUCLEBRAS, as reservas seriam de **150.000 t U3O8**.
- ✓ A hipótese de estar relacionado com depósitos de tipo Inconformidade foi rejeitada por Cuney em 2009.



Pires, Fernando (2012) Urânio no Brasil : geologia, jazidas e ocorrências. Editora Vitrina

Consortio Santa Quitéria, CE (GALVANI / INB)

- ✓ Consortio das INB e Galvani fertilizantes (projeto fosfato-urânio).
- ✓ Urânio subproduto do fosfato.
- ✓ Reservas de urânio 80 mil toneladas.
- ✓ Previsão produção anual de 2.300 toneladas de concentrado de urânio.



<https://consorciosantaquiteria.com.br/>

Osamo Utsumi (Caldas, MG)

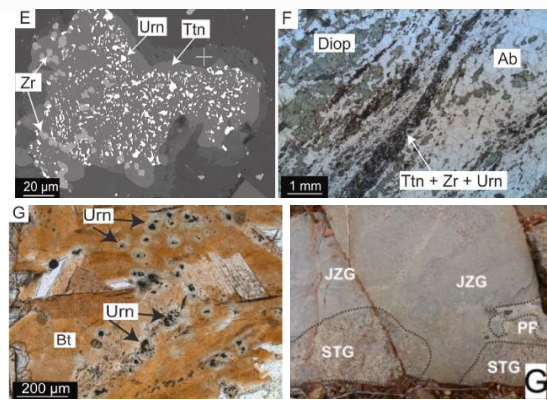
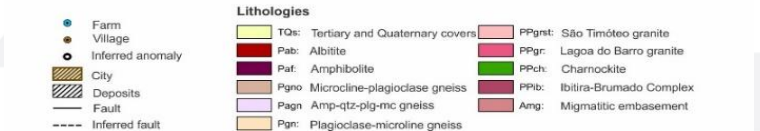
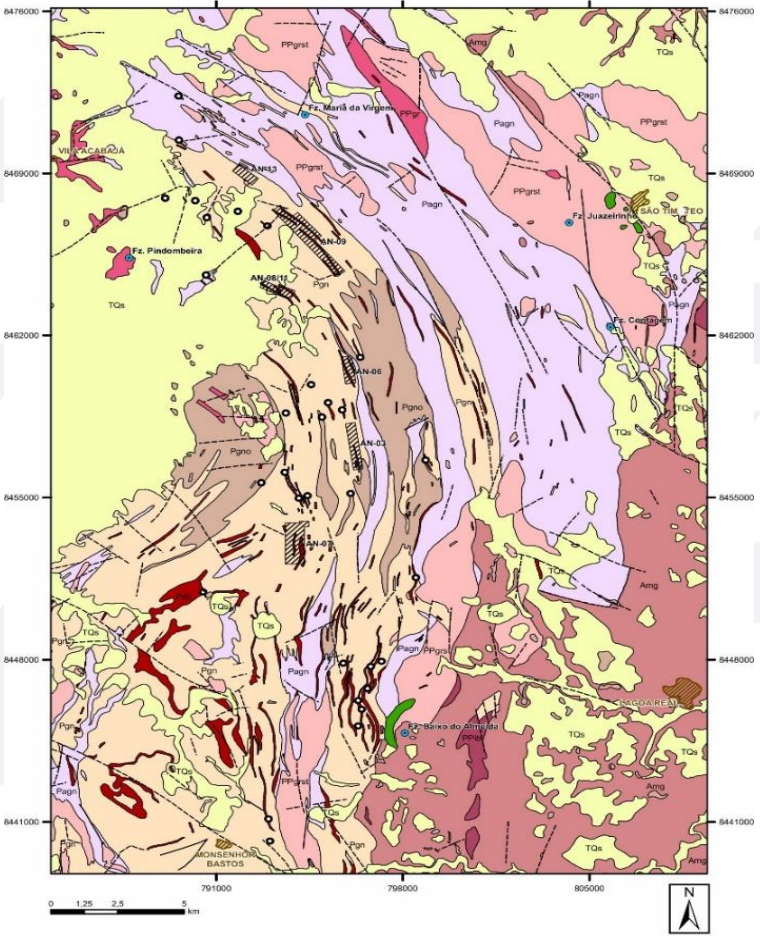
- ✓ Primeira mina de urânio do Brasil.
- ✓ Atualmente em descomissionamento.
- ✓ Grande reserva de REEs



Província Uranífera de Lagoa Real



- ▶ Enorme potencial estratégico das mineralizações da borda oeste.
- ▶ Principal target uranífero do Brasil



AMORIM L.; RÍOS, F. J. ; FREITAS M.; GERALDES, M. ; CUTTS, K. A. ; DINIZ, A. ; MATTOS, E. C. (2021) Zircon U-Pb geochronology of Paleoproterozoic Statherian intraplate A-Type magmatic associations of the Lagoa Real Uranium Province, São Francisco Craton (Bahia, Brazil). JOURNAL OF SOUTH AMERICAN EARTH SCIENCES

MARQUES, C. ; CUTTS, K. A. ; CABRAL AR ; LANA, C. C. ; RÍOS, F.J. ; BUICK, I. (2023). Dating hydrothermal processes related to the formation of the lagoa real uranium deposits using in situ U-Pb dating of andradite and titanite. JOURNAL OF SOUTH AMERICAN EARTH SCIENCES

Mina da Cachoeira

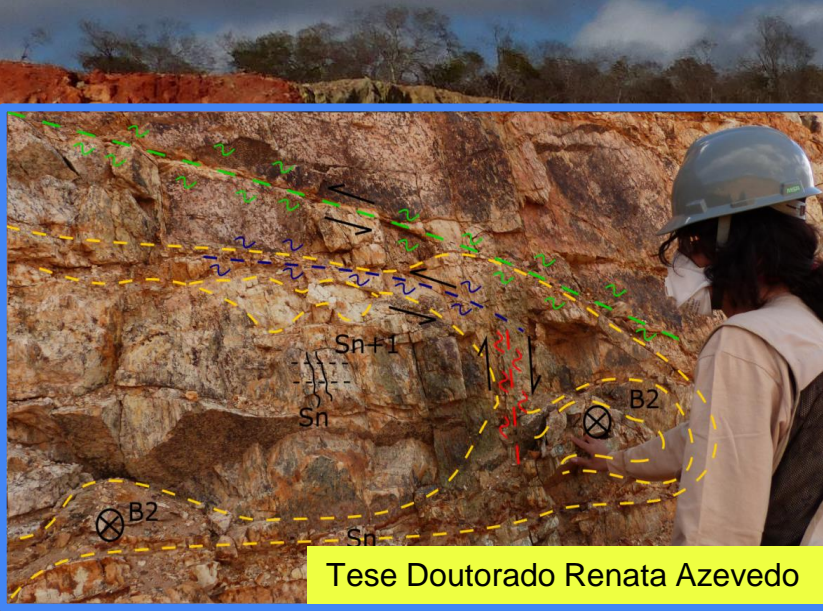


Alvo muito interessante para Terras Raras

MINA do ENGENHO, Anomalia Uranífera 09 / Lagoa Real (BA)



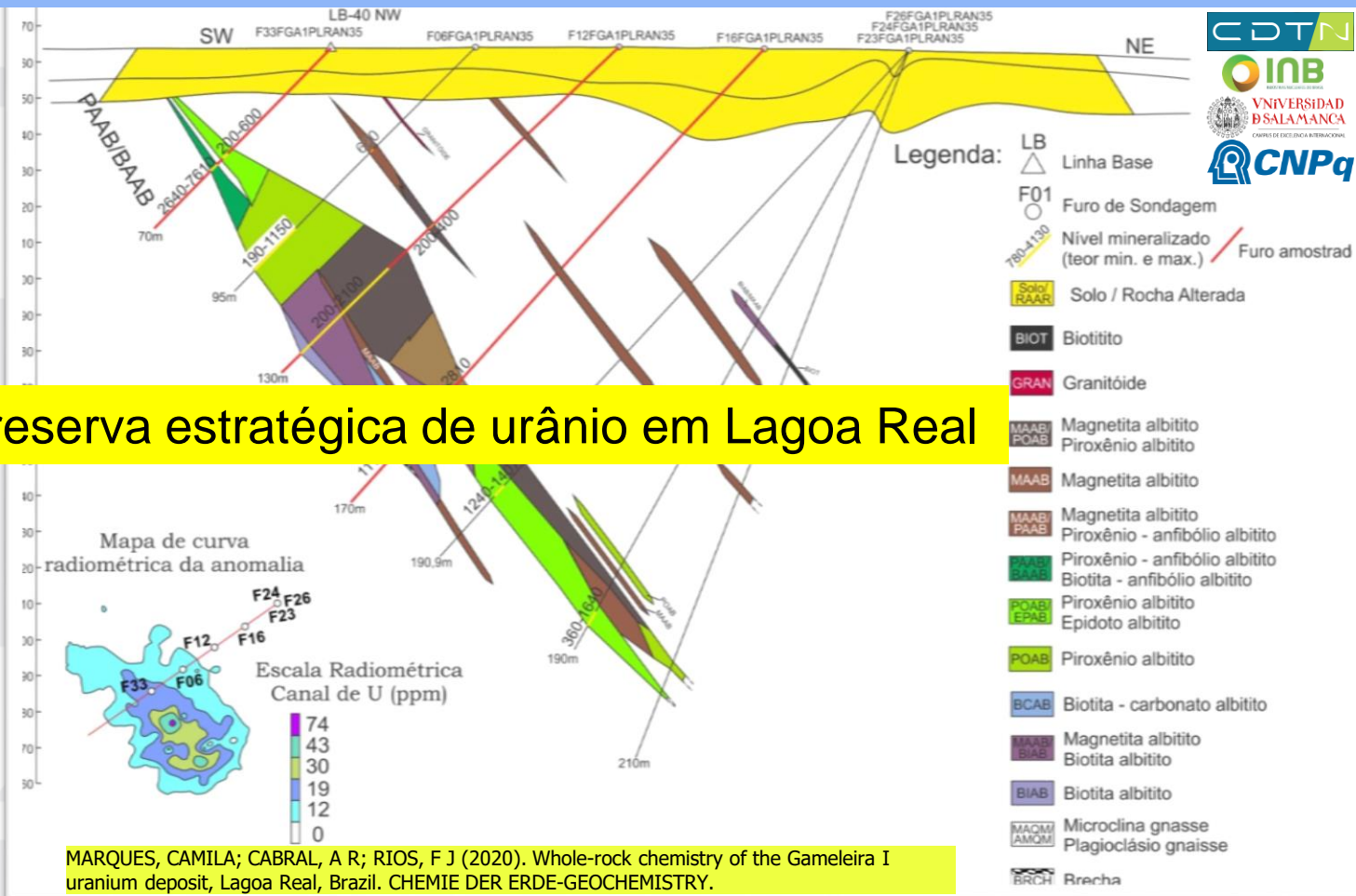
Vista parcial do Corpo II / Mina Urânio do Engenheiro



Tese Doutorado Renata Azevedo



Jazida das Mangabeiras (An 35)

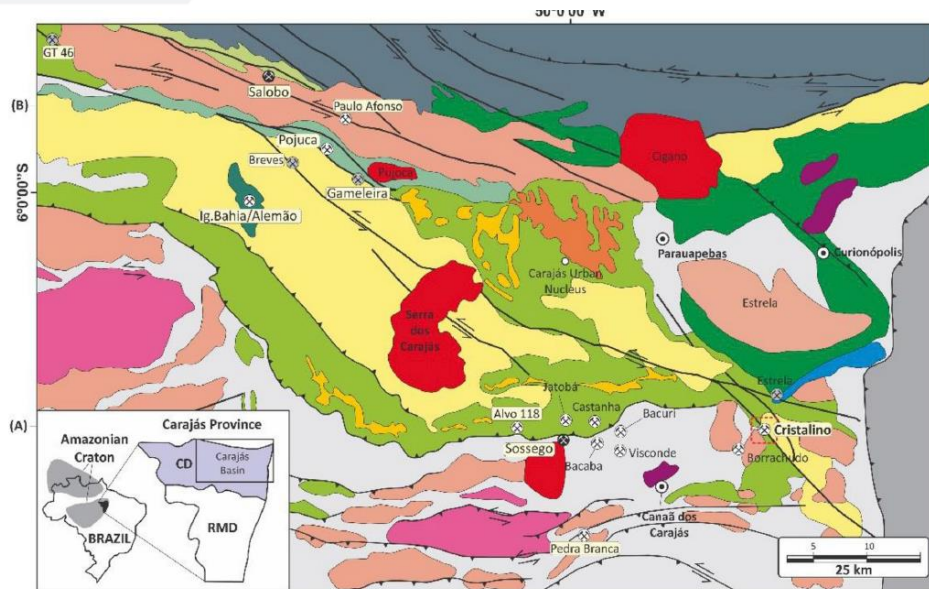


Importante reserva estratégica de urânio em Lagoa Real

MARQUES, CAMILA; CABRAL, A R; RIOS, F J (2020). Whole-rock chemistry of the Gameleira I uranium deposit, Lagoa Real, Brazil. CHEMIE DER ERDE-GEOCHEMISTRY.

Desafios: o urânio e os depósitos IOCG de Carajás

- ✓ Brechas mineralizadas em Au-Cu, mostram anomalias de Fe, Cu, U, Au, Ag, Ba, F, P, Zn, Mo e ETRL (particularmente La e Ce).
- ✓ Ex: Depósito de Au-Cu-(U) reservas de 16.000 t U (110 ppm U) (Saad, 1998, in Pires, 2012)

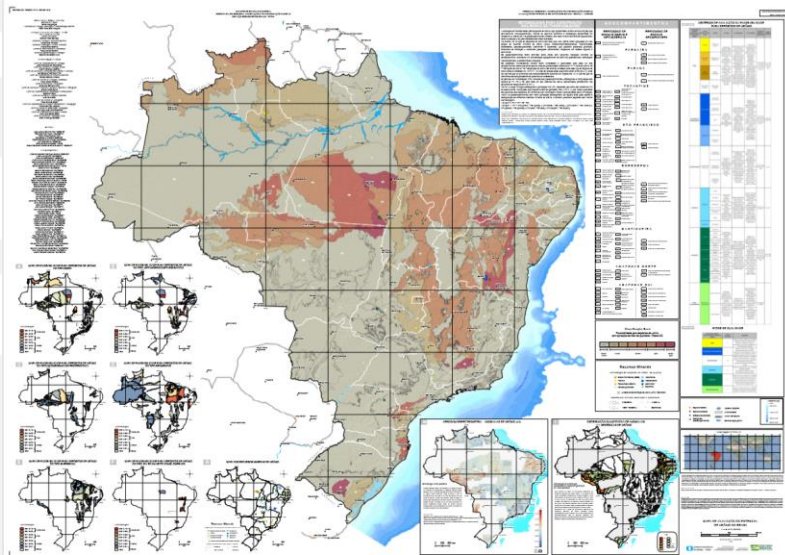


Xavier, R.P., Monteiro, L.V.S., Moreto, C.P.N., Pestilho, A.L.S., Melo, G.H.C., Silva, M.A.D., Aires, B., Ribeiro, C., Silva, F.H.F., (2012). Economic Geology. The Iron Oxide Copper-Gold System of the Carajás Mineral Province, Brazil, vol. 16 Special Publication (Chapter X).

Tallarico, F., Figueiredo, B., Groves, D., Kositsin, N., McNaughton, N., Fletcher, I., Rego, J. (2005) Geology and SHRIMP U-Pb Geochronology of the Igarap Bahia Deposit, Carajás Copper-Gold Belt, Brazil: An Archean (2.57 Ga) Example of Iron-Oxide Cu-Au-(U-REE) Mineralization. Economic Geology.

Craveiro, G.S., Villas, R.N.N., Xavier, R.P. (2019) Mineral chem. and geothermometry of alt. zones in the IOCG Cristalino deposit, Carajás Mineral Province, Brazil. Journal of South American Earth Sciences

Projeto Urânio Brasil / CPRM



- ✓ Retomada da prospecção de urânio no Brasil utilizando metodologias de última geração
- ✓ Estimativa dos recursos não descobertos
- ✓ Modelamento do potencial mineral
- ✓ Reconhecimento das assinaturas dos depósitos: **Parceria**

Alguns números comparativos sobre o Urânio

- Produção mundial: 60.000 ton U₃O₈
- Produção anual estimada (Brasil): 270-300 ton U₃O₈ (para aprox. 190.000 ton de minério beneficiado)
- A demanda de Angra 1 e 2 é de 300 ton de U₃O₈
- Reservas Brasileiras: 300.000 ton U₃O₈ (projeção: 900.000 ton)
- Reservas Brasileiras para custo de < 40 USD x kg : 66.000 ton U₃O₈

O futuro da geologia do urânio

- Recursos não descobertos
- Caracterização rejeitos de mineração
- Recuperação de REEs (e outros estratégicos como subproduto)
- Cuidados com as metodologias de extração (ex. leaching)
- Utilização do U em reatores nucleares mais seguros





Obrigado!

Francisco Javier Rios
javier@cdtn.br
(31)34399654 (31)999684490

