



## **VI Seminário Brasileiro de Terras-Raras**

**Depósitos minerais e  
tecnologias aplicadas na  
concentração de minérios de  
terras-raras**

**Elves Matiolo**

Engenheiro de Minas, DSc  
Pesquisador Titular (CETEM/MCTI)

# Tópicos abordados

---

- **Práticas industriais no beneficiamento de minérios de TR (depósitos e mineralogia)**

*Mountain Pass (EUA)*

*Bayan Obo – Sichuan - Shandong (China)*

*Mount Weld (Austrália)*

- **Estudos com minérios brasileiros**
- **Considerações Finais**

# Principais depósitos de ETR

---

São classificados em função da gênese, mineralogia e forma de ocorrência

- *Argilas adsorventes de íons*
- **Carbonatitos**
- **Granitos**
- ***Placers marinhos e fluviais***

# Minerais portadores de ETR

Mais de 250 minerais portadores de ETR

*Carbonatos, fosfatos, silicatos, óxidos*

<b>Mineral</b>	<b>Fórmula química</b>	<b>Teor OTR (%)</b>
<b>Bastnasita</b>	<b>TR(CO<sub>3</sub>)F</b>	<b>65-75</b>
<b>Monazita</b>	<b>TR(PO<sub>4</sub>)</b>	<b>55-60</b>
<b>Xenotímio</b>	<b>YPO<sub>4</sub></b>	<b>67</b>

# Minerais de ganga (carbonatitos)

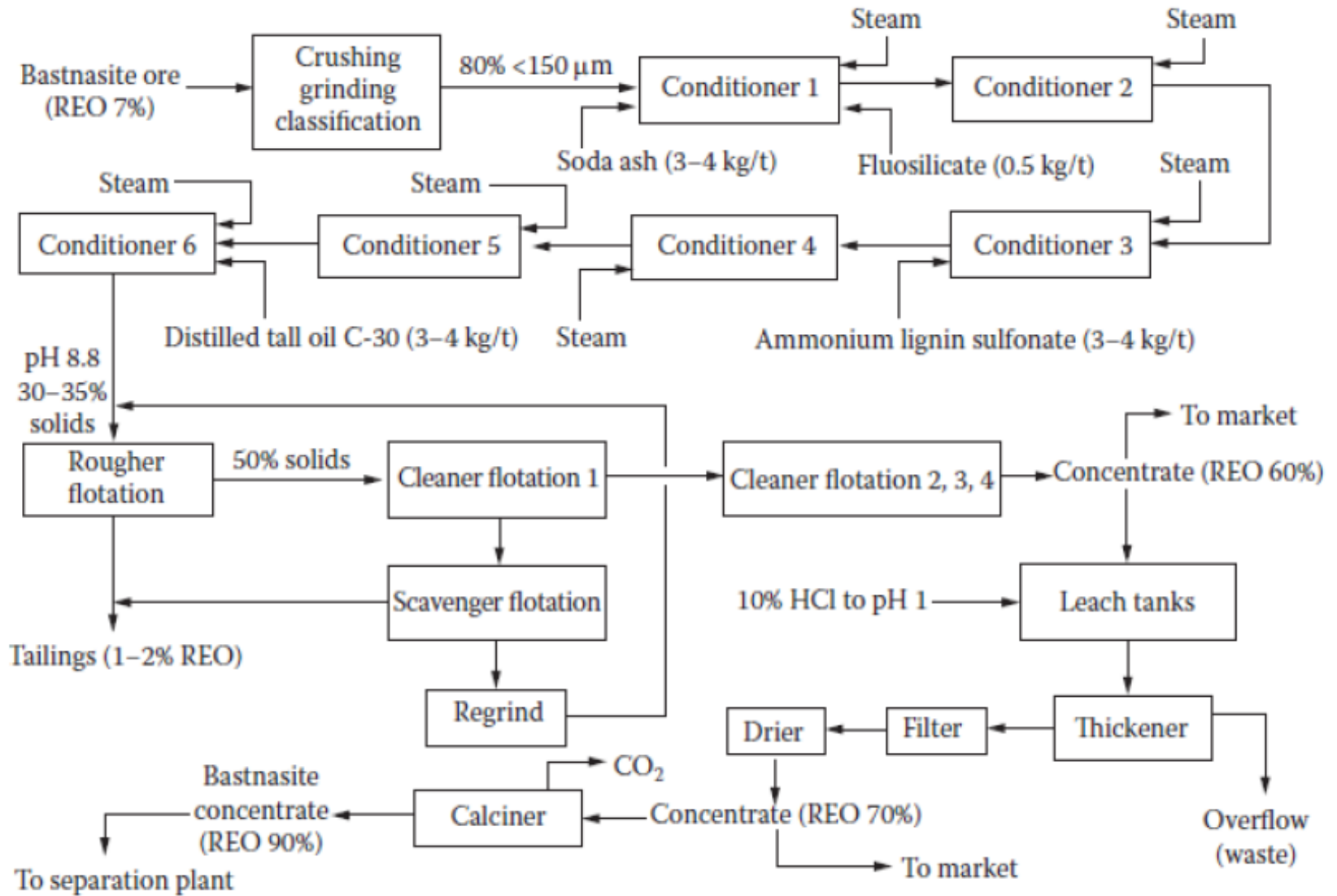
<b>Mineral</b>	<b>Fórmula química</b>
<b>Apatita</b>	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH},\text{F},\text{Cl})$
<b>Pirocloro</b>	$(\text{Na},\text{Ca})_2\text{Nb}_2\text{O}_6(\text{OH},\text{F})$
<b>Calcita</b>	$\text{CaCO}_3$
<b>Dolomita</b>	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
<b>Portadores de Fe</b>	$\text{Fe}_x\text{O}_y$
<b>Barita</b>	$\text{BaSO}_4$
<b>Ilmenita</b>	$\text{FeTiO}_3$
<b>Silicatos</b>	$\text{SiO}_2$

# Tecnologia

## *Mountain Pass – Estados Unidos*

- **Minerais portadores de ETR bastnasita, parisita e monazita**
- **Teor de OTR de 8,5%**
- **Capacidade de produção de 19 500 t/ano de OTR**
- **Principais minerais de ganga associados: calcita (60%), barita (20%)**
- **Teor de OTR nos concentrados: 60-65% OTR;**
- **Recuperação OTR entre 65-70%;**
- **Flotação de bastnasita (ácidos graxos e ácidos hidroxâmicos)**  
**Temperatura tem efeito significativo no desempenho do processo**

# Mountain Pass



# Bayan Obo - China

---

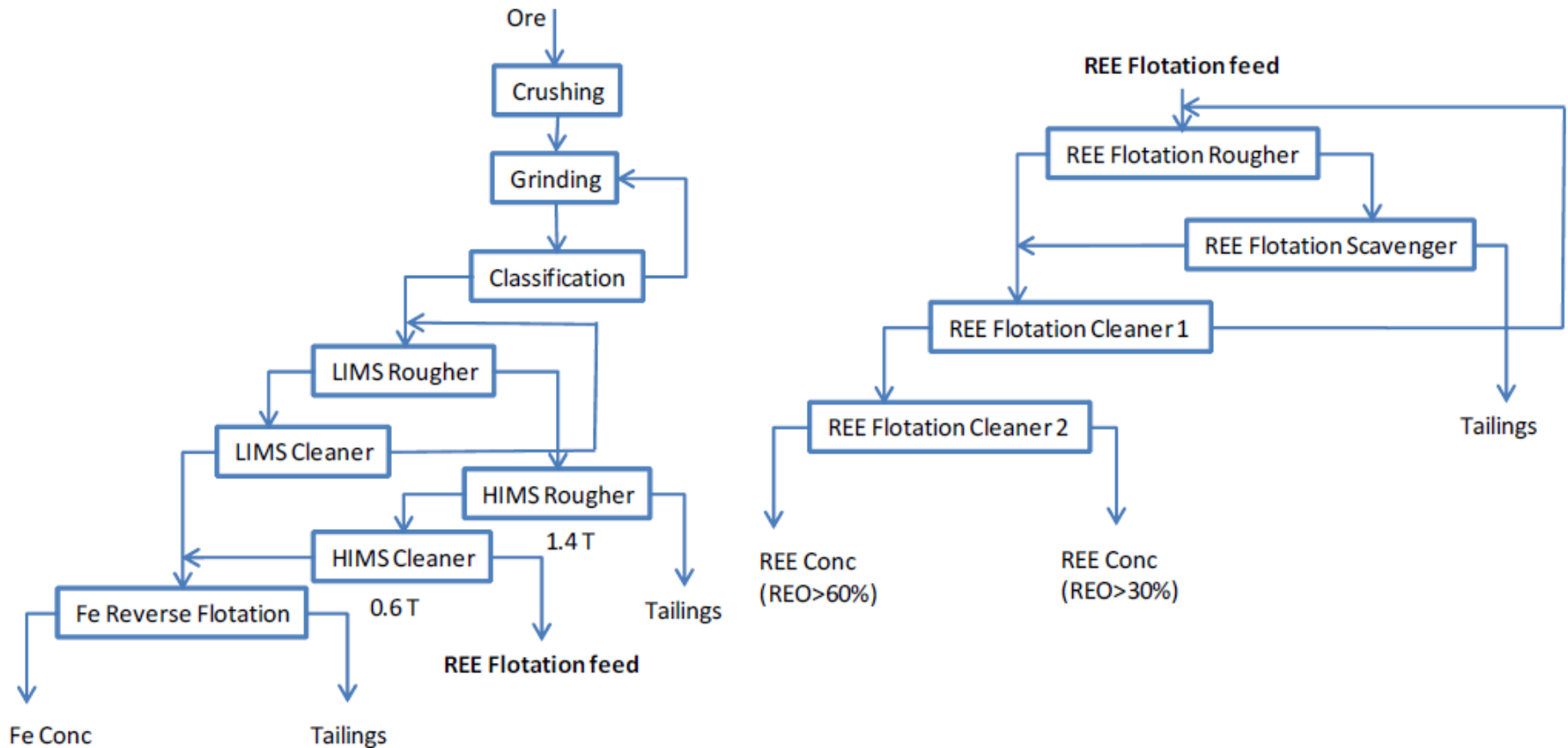
- **Bastnasita e monazita**
- **Depósito de minério de Fe – 1,5 bilhão de toneladas (35% Fe)**
- **Teor de 6% OTR – após concentração de Fe sobre para 9,8%**
- **Teor no concentrado – 50-65% OTR**
- **Recuperação entre 60-65%**
- **Em 2005 a produção foi de 55 300 toneladas de OTR (54% da produção mundial)**
- **Partículas com 70-80% < 40 µm**
- **Flotação de bastnasita com uso de ácidos hidroxâmicos em temperatura acima de 75 C°**



# Circuito de concentração de *Bayan Obo*

## CHINA'S RARE EARTH ORE DEPOSITS AND BENEFICIATION TECHNIQUES

ERES2014: 1st European Rare Earth Resources Conference | Milos | 04-07/09/2014



# Lynas Rare Earths - Mount Weld (Austrália)

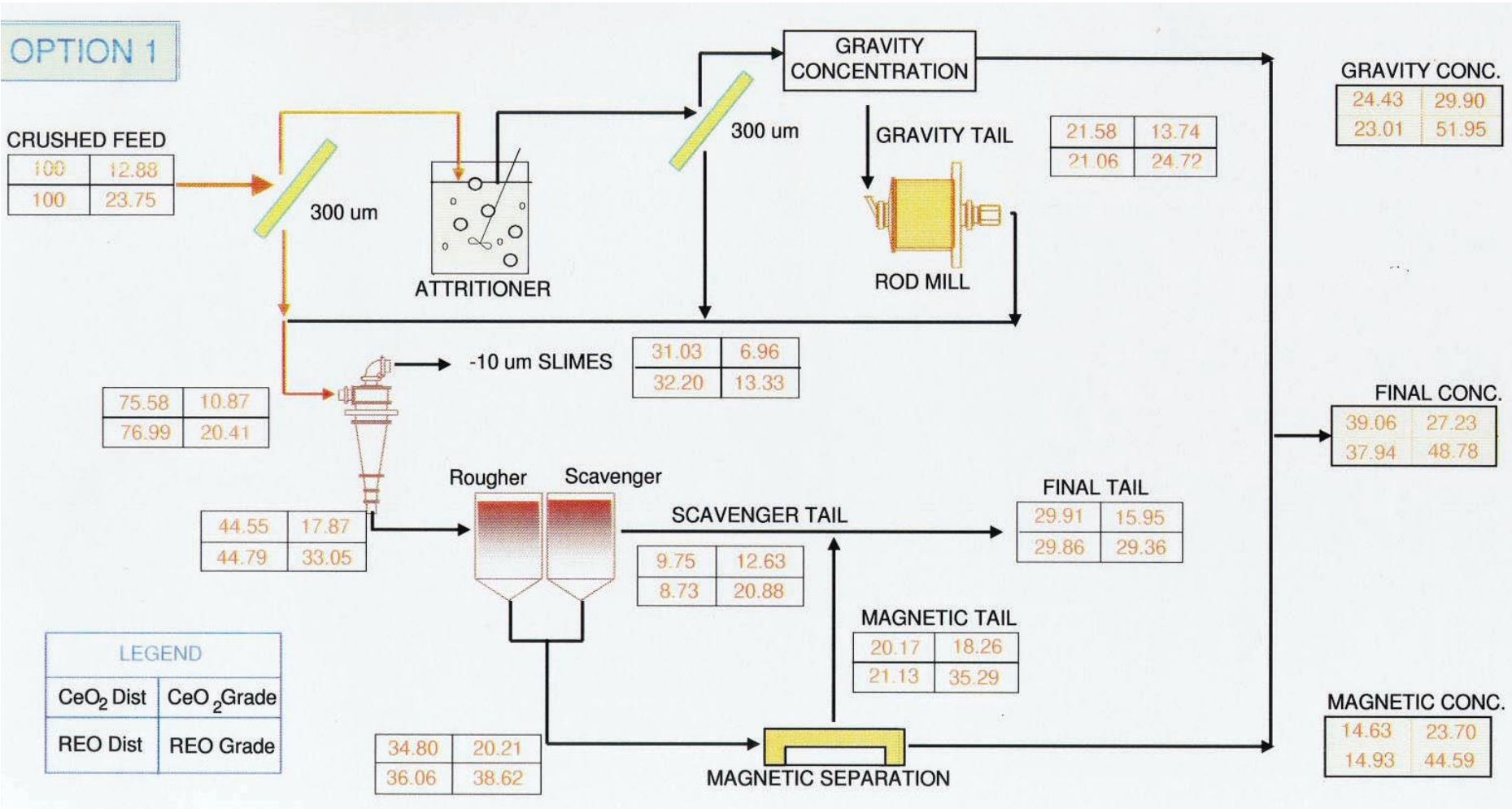
- **Carbonatito – Material intemperizado**
- **Reserva provada em 2023 = 13,2 milhões de toneladas**
- **Teor OTR (%) = 7,3% para teor de corte de 4% OTR**
  
- **Monazita portador ETR**
- **Produção ROM = 240 mil t/ano (30 t/h)**
- **Produção concentrado = 66 mil t/ano**
- **Produção NdPr = 12 mil t/ano**
- **Teor de OTR = 38%**

# Beneficiation of Mt Weld Rare Earth Oxides by Gravity Concentration, Flotation and Magnetic Separation

P J Guy<sup>1</sup>, W J Bruckard<sup>1</sup> and M J Vaisey<sup>2</sup>

Seventh Mill Operators' Conference

Kalgoorlie, WA, 12 - 14 October 2000

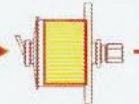


## OPTION 2

CRUSHED FEED

100	12.5
100	23.1

ROD MILL



-10 um SLIMES

40.25	8.45
40.89	15.84

Rougher Scavenger

59.75	18.57
59.11	33.93

51.11	22.67
52.46	42.97

41.16	24.08
44.00	47.53

37.67	24.28
40.67	48.38

34.02	24.40
37.07	49.07

27.91	14.59
24.14	23.29

8.64	8.96
6.65	12.73

9.95	18.26
8.46	28.67

3.49	22.2
3.33	39.19

3.65	23.20
3.60	42.23

2.18	24.40
2.10	43.32

31.84	24.40
34.97	49.47

FINAL TAIL

SCAVENGER TAIL

CLEANER 1 TAIL

CLEANER 2 TAIL

CLEANER 3 TAIL

CLEANER 4 TAIL

FINAL CONC.

### LEGEND

CeO <sub>2</sub> Dist	CeO <sub>2</sub> Grade
REO Dist	REO Grade

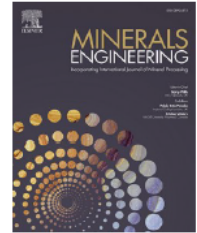


ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

## Minerals Engineering

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/mineng](http://www.elsevier.com/locate/mineng)



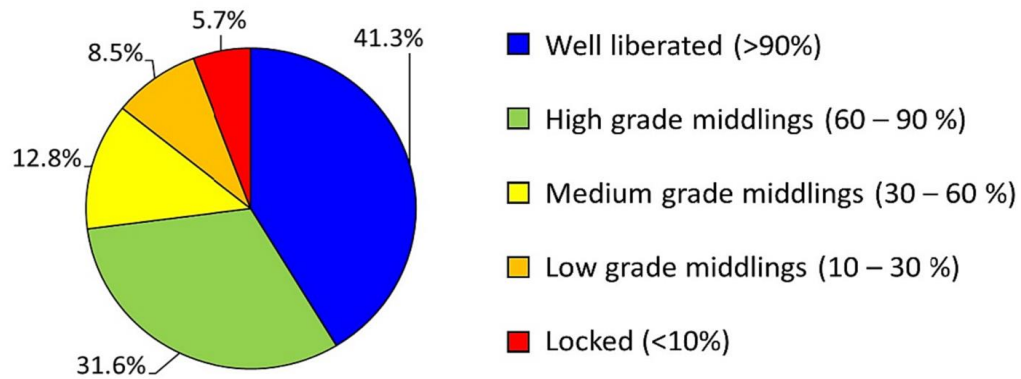
### Understanding the role of water quality in separation of rare earth minerals from iron oxide minerals in a flotation circuit

Moonchul Jung<sup>a</sup>, Bogale Tadesse<sup>a,\*</sup>, Craig Dick<sup>b</sup>, Alex Logan<sup>b</sup>, Laurence Dyer<sup>a</sup>, Boris Albijanic<sup>a,\*</sup>

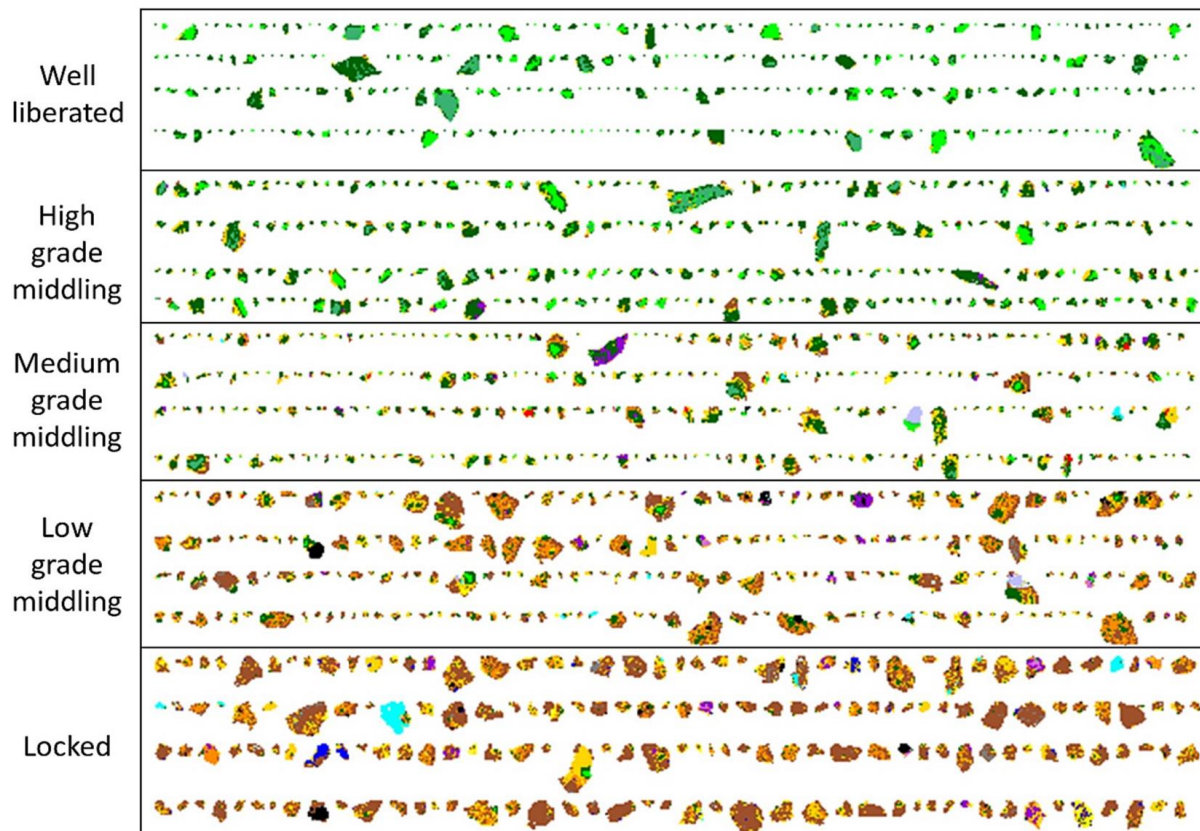
<sup>a</sup> Western Australia School of Mines, Curtin University, Kalgoorlie, WA 6430, Australia

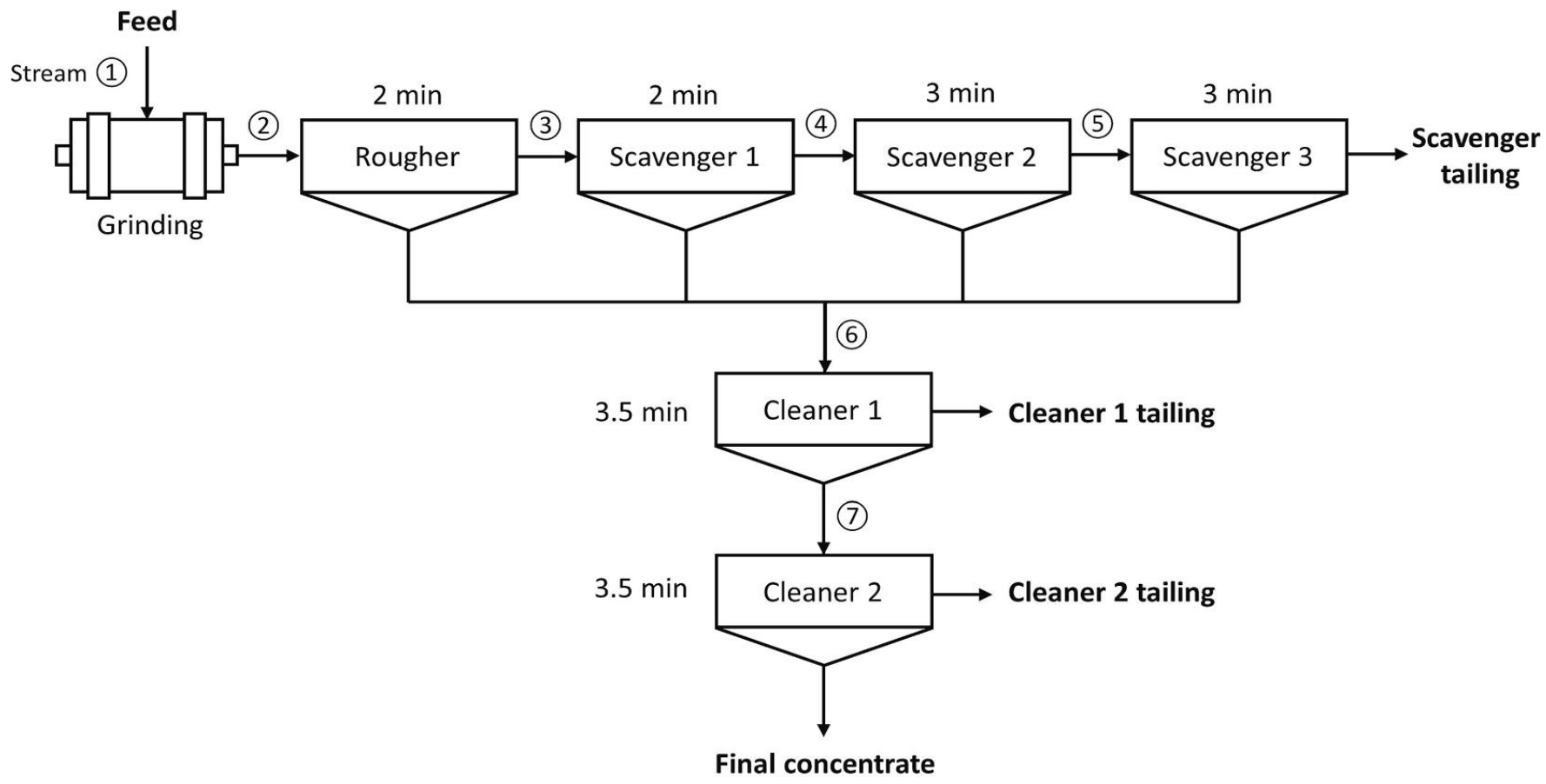
<sup>b</sup> Lynas Rare Earths Ltd, Mt Weld Elora Road, Laverton, WA 6440, Australia

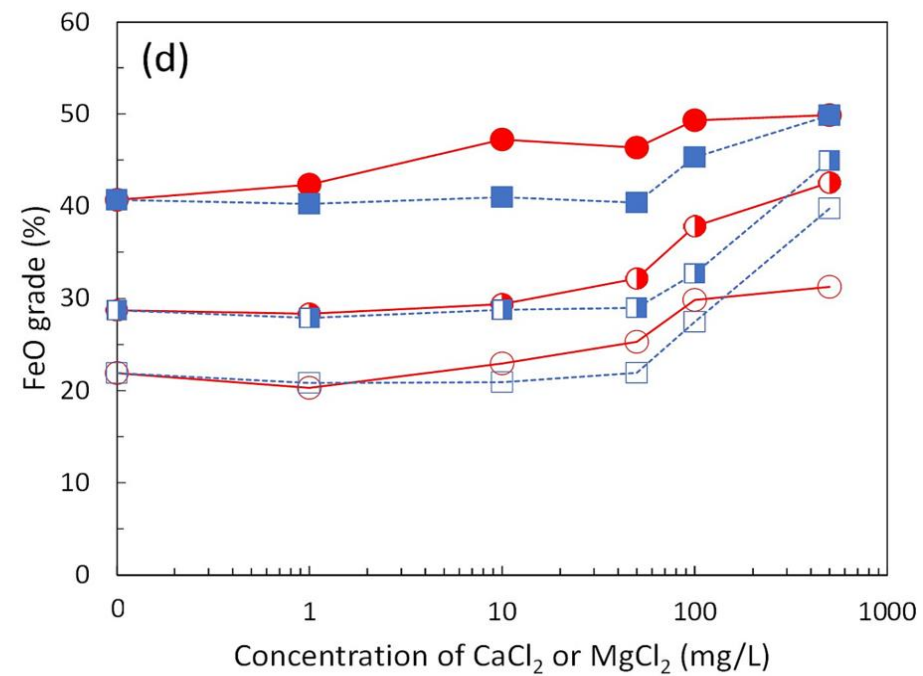
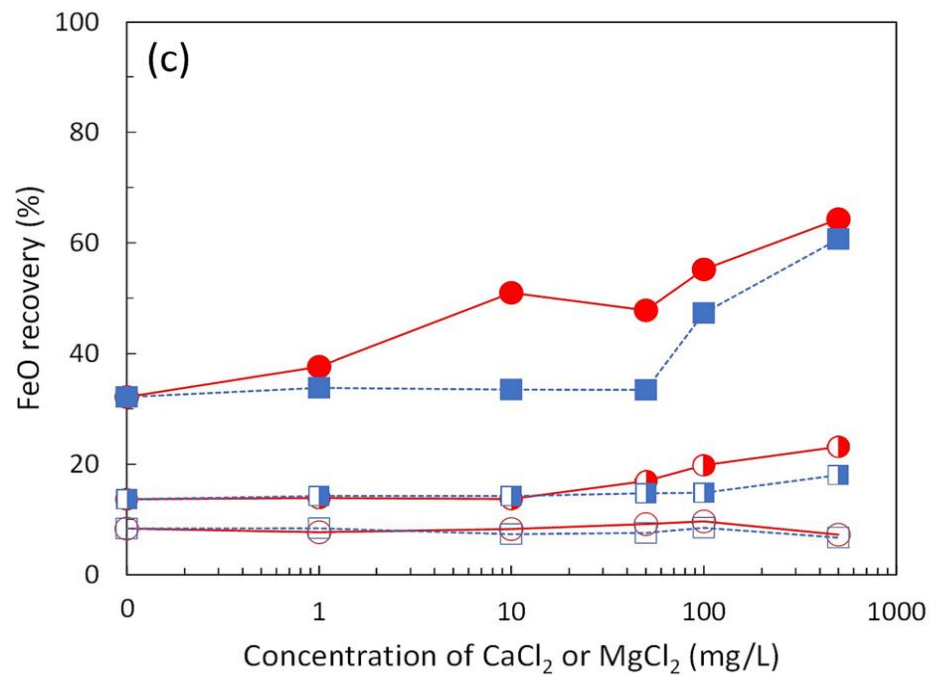
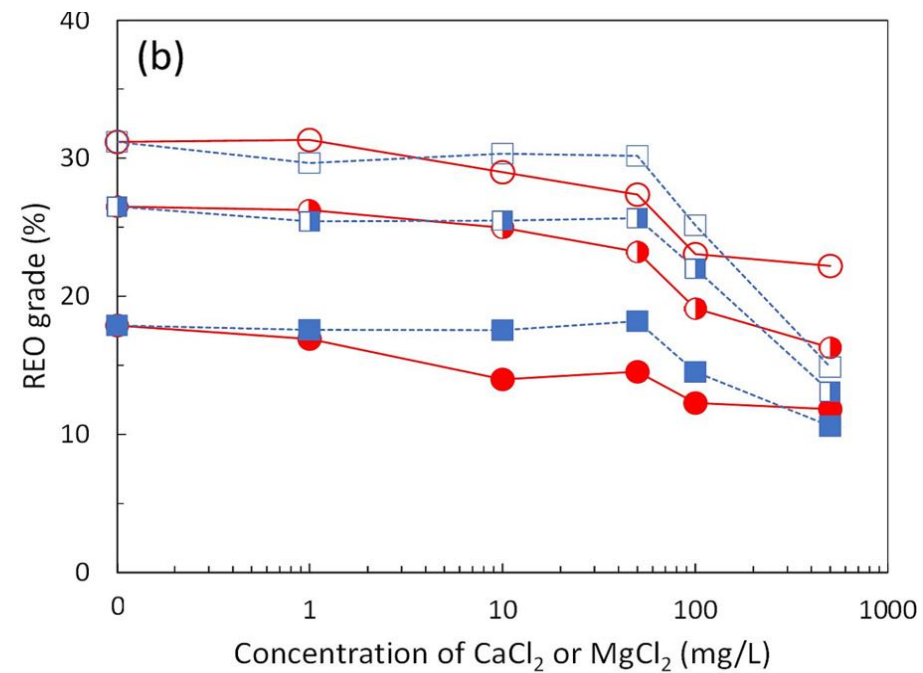
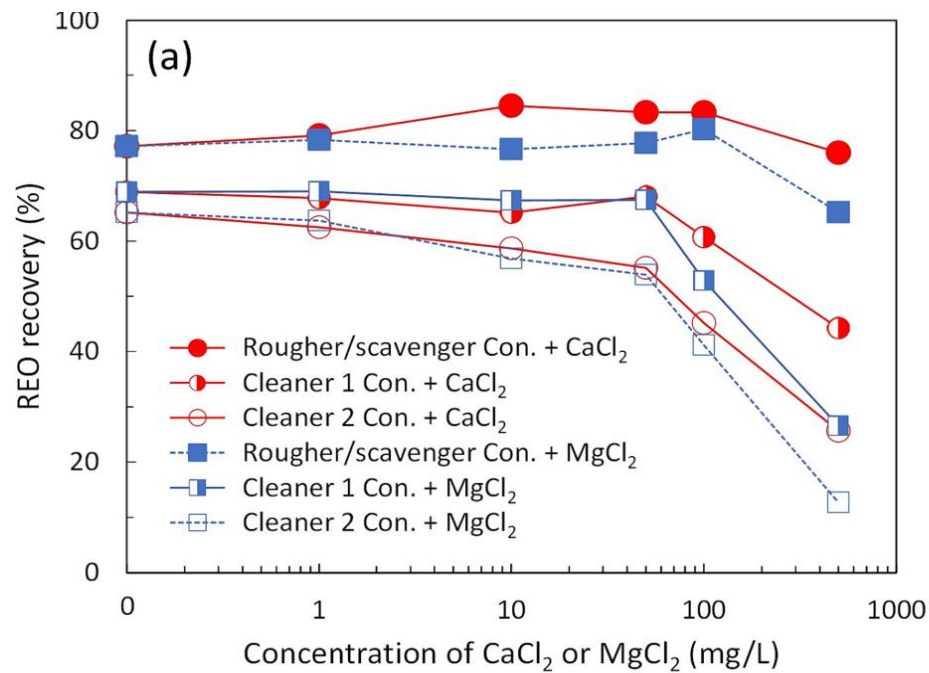




(b)









---

# **Estudos de caso com minérios brasileiros**

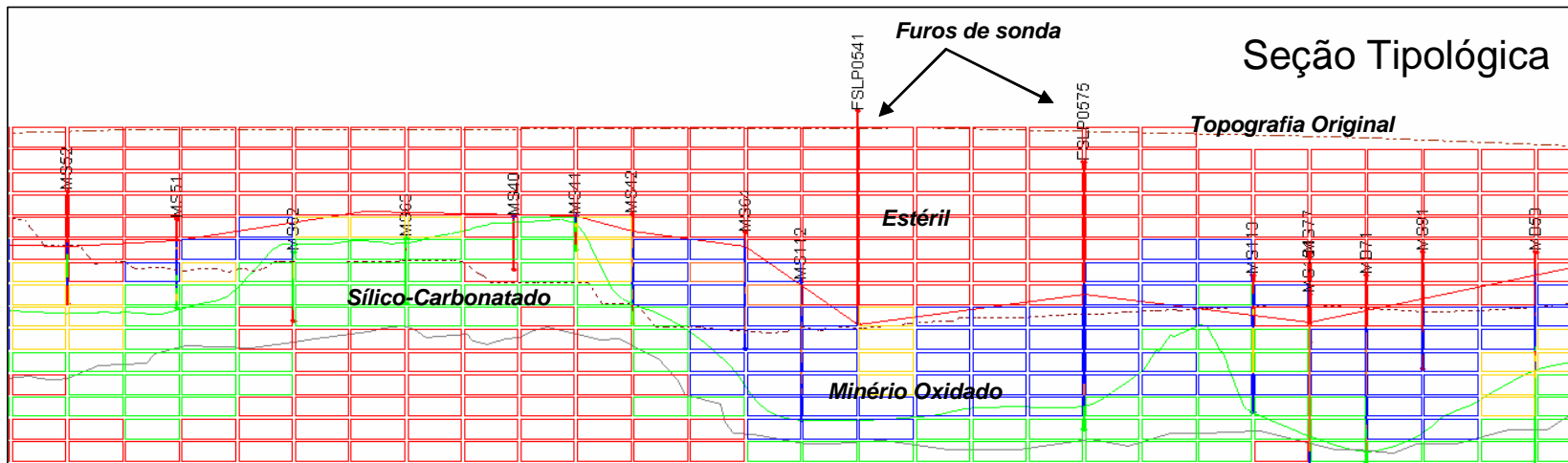
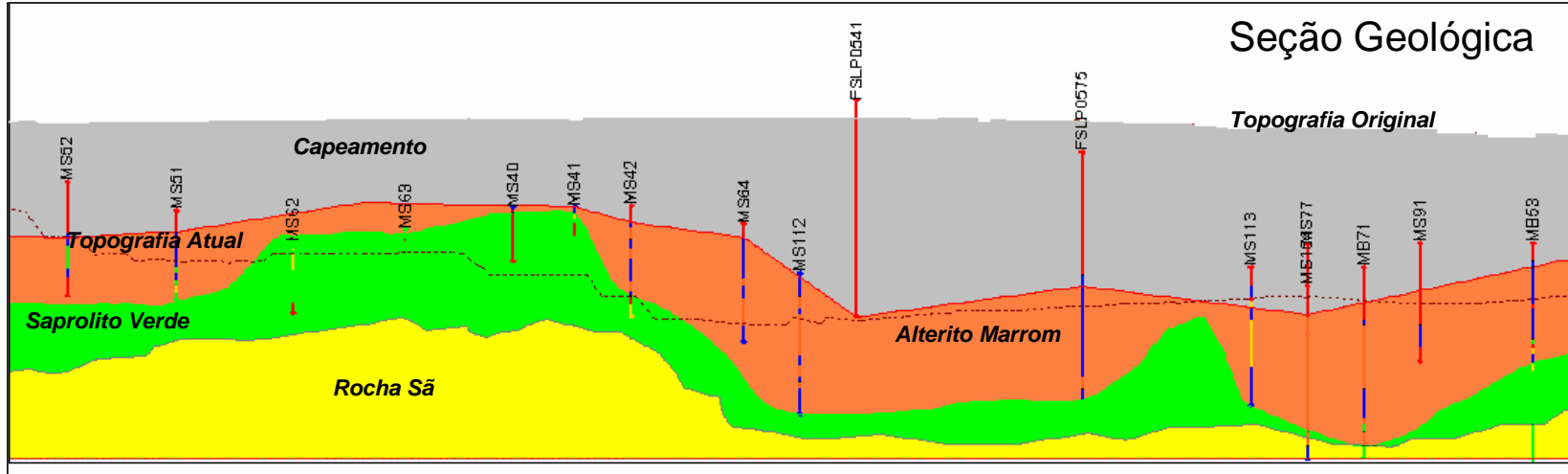
## **Carbonatitos**

# Seção Geológica e Tipológica

TR



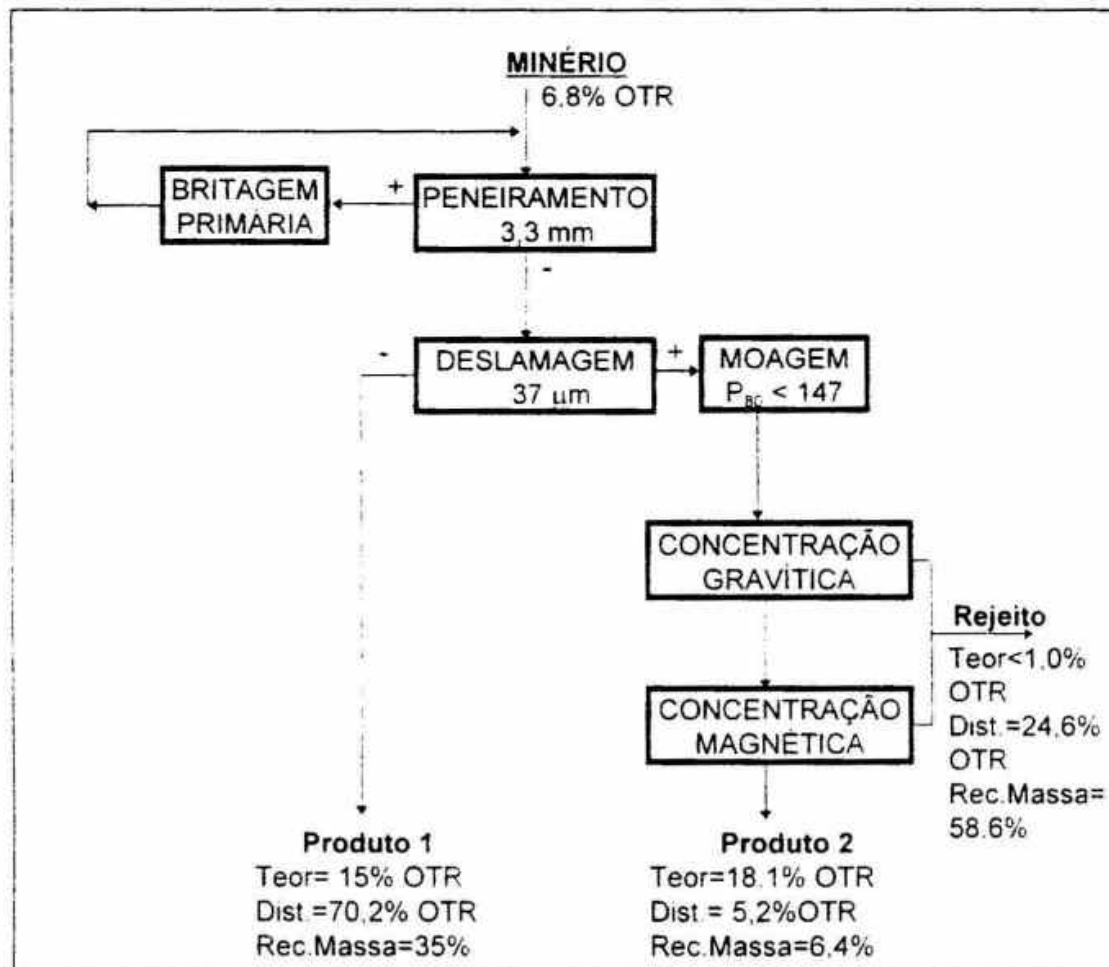
$\text{CaCO}_3$   
 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$



# CONCENTRAÇÃO DO MINÉRIO SAPROLITO LATERÍTICO DE TERRAS-RARAS DO CÓRREGO DO GARIMPO, CATALÃO-GO<sup>1</sup>

Elbert Valdiviezo Viera<sup>2</sup>  
Reiner Neumann<sup>3</sup>  
Fernando Freitas Lins<sup>4</sup>

**XVII  
ENTMME  
(1998 - SP)**



**70% OTR  
abaixo de  
37 µm**



Pergamon

Minerals Engineering, Vol. 14, No. 12, pp. 1609–1617, 2001

© 2001 Elsevier Science Ltd

All rights reserved

0892–6875/01/\$ - see front matter

0892–6875(01)00179–0

## PROCESS MINERALOGY STUDIES OF CORREGO DO GARIMPO REE ORE, CATALAO-I ALKALINE COMPLEX, GOIAS, BRAZIL\*

M.M.L. TASSINARI, H. KAHN and G. RATTI



Pergamon

Minerals Engineering, Vol. 14, No. 12, pp. 1601–1607, 2001

© 2001 Elsevier Science Ltd

All rights reserved

0892–6875/01/\$ - see front matter

0892–6875(01)00178–9

## PREDICTION OF MONAZITE LIBERATION FROM THE SILEXITIC RARE EARTH ORE OF CATALÃO I\*

R. NEUMANN<sup>§</sup> and C.L. SCHNEIDER<sup>¶</sup>

International Journal of Mineral Processing 144 (2015) 1–10

Contents lists available at ScienceDirect



ELSEVIER

International Journal of Mineral Processing

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ijminpro](http://www.elsevier.com/locate/ijminpro)

**Baixa liberação da monazita**

Comprehensive mineralogical and technological characterisation of the Araxá (SE Brazil) complex REE (Nb-P) ore, and the fate of its processing

Reiner Neumann <sup>a,\*</sup>, Edmar B. Medeiros <sup>b,1</sup>

<sup>a</sup> CETEM – Centre for Mineral Technology, Division for Technological Characterisation, Avenida Pedro Calmon, 900, 22941-908 Rio de Janeiro, Brazil

<sup>b</sup> MBAC Fertilizer Corp., Rua Visconde de Pirajá, 430, Sala 704, Rio de Janeiro 22410-002, Brazil

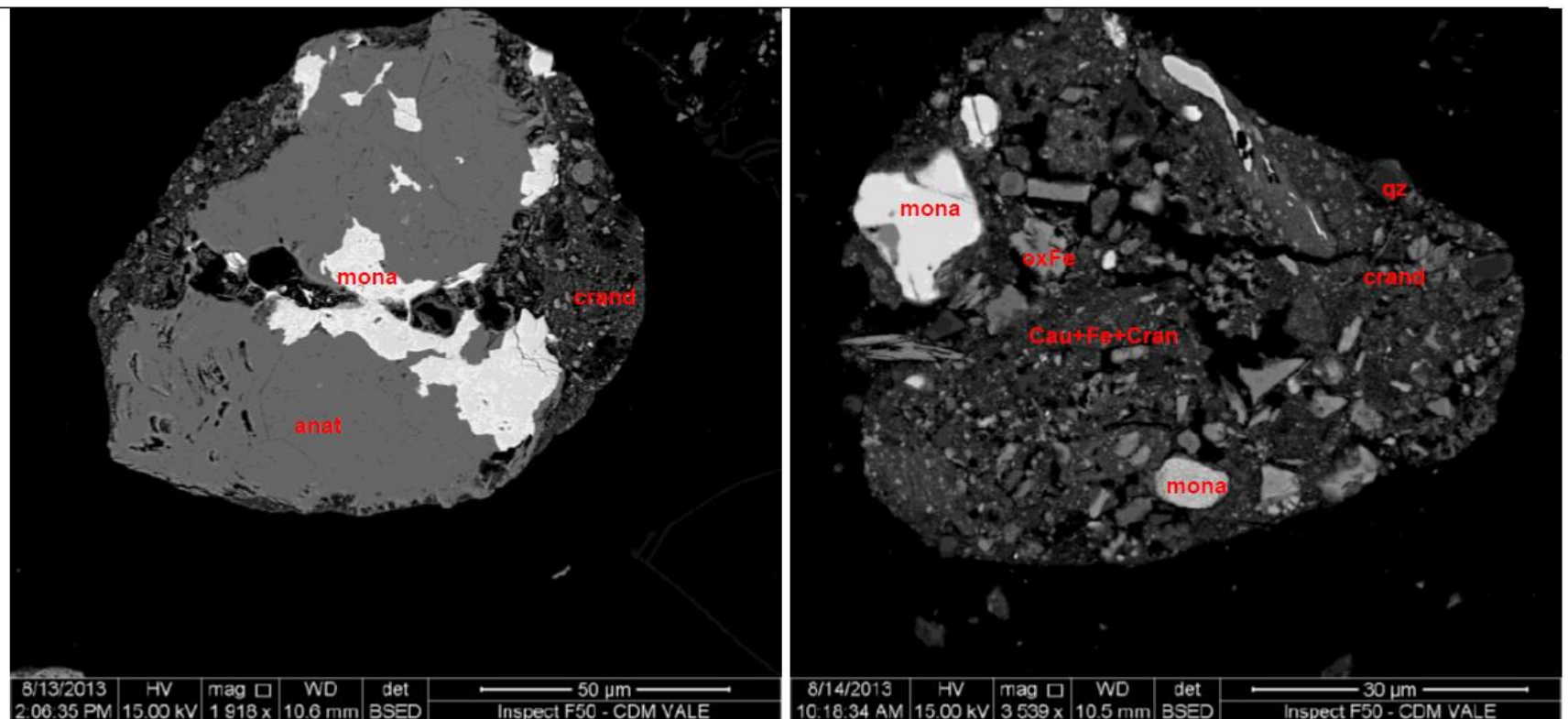
# CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA E ALTERNATIVA PARA BENEFICIAMENTO DE LITOTIPOS MINERALIZADOS EM TERRAS RARAS DO COMPLEXO ALCALINO DE CATALÃO\*

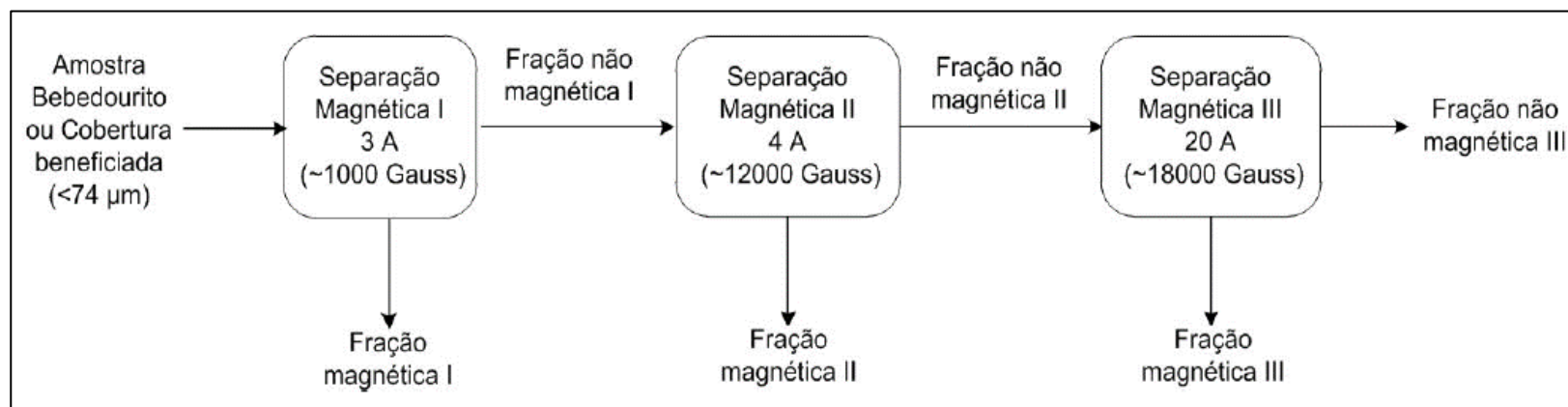
Francisco Gregianin Testa<sup>1</sup>

Angela Nair Avelar<sup>2</sup>

Ruberlan Gomes Silva<sup>2</sup>

Cássia Cristine Souza<sup>2</sup>



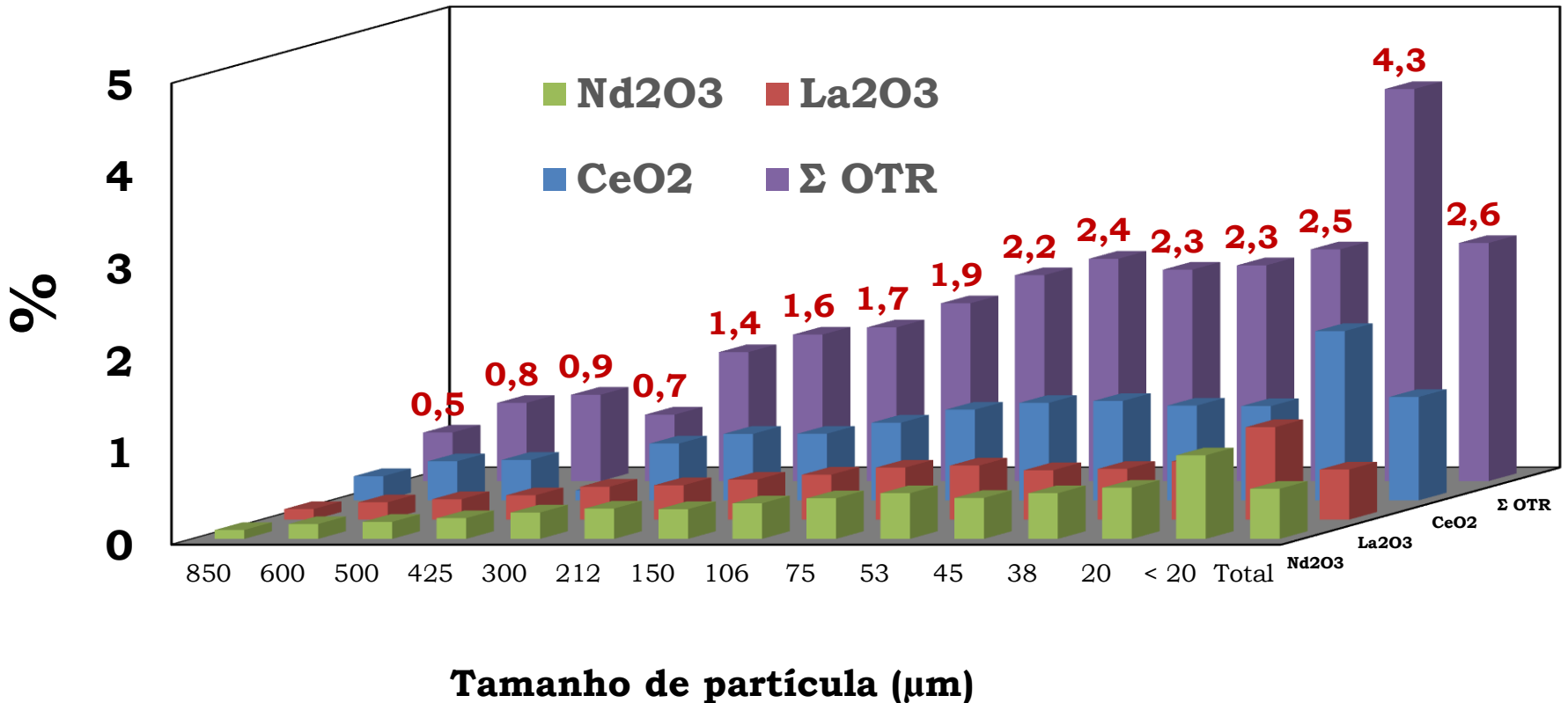


<b>Resultados</b>	<b>Foscorito</b>	<b>Flogopitito</b>	<b>Bebedourito</b>	<b>Silexito</b>	<b>Cobertura</b>
Teor de OTR na alimentação (%)	2,79	2,38	2,28	5,88	2,38
Recuperação em massa (%)	39	33	36	100	28
Teor de OTR do concentrado (%)	5,26	4,58	4,13	5,88	4,14
Fator de enriquecimento em OTR	1,89	1,92	1,81	1,00	1,74
Recuperação de OTR (%)	70	64	50	100	49

# Projeto PROTERRARAS (PROCESSO CNPq 401552/2013-6)

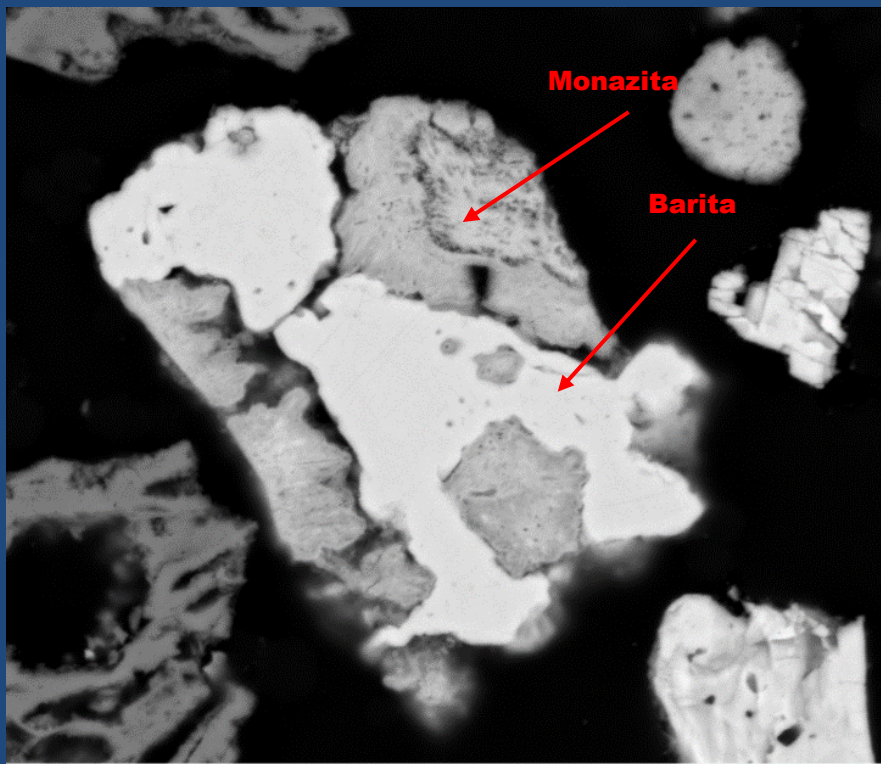


# Caracterização da amostra ROM

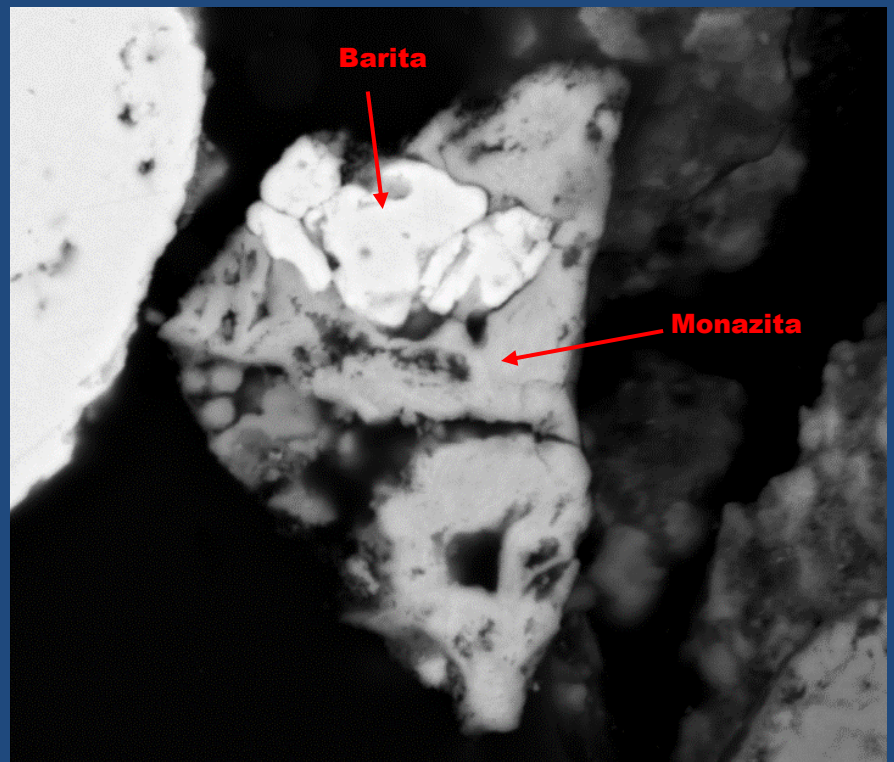


- **Monazita** portador de ETR – Associação com barita
- **60%** dos OTR estão contidos na fração abaixo de **20 μm**
- **80%** dos OTR na fração abaixo de **75 μm**



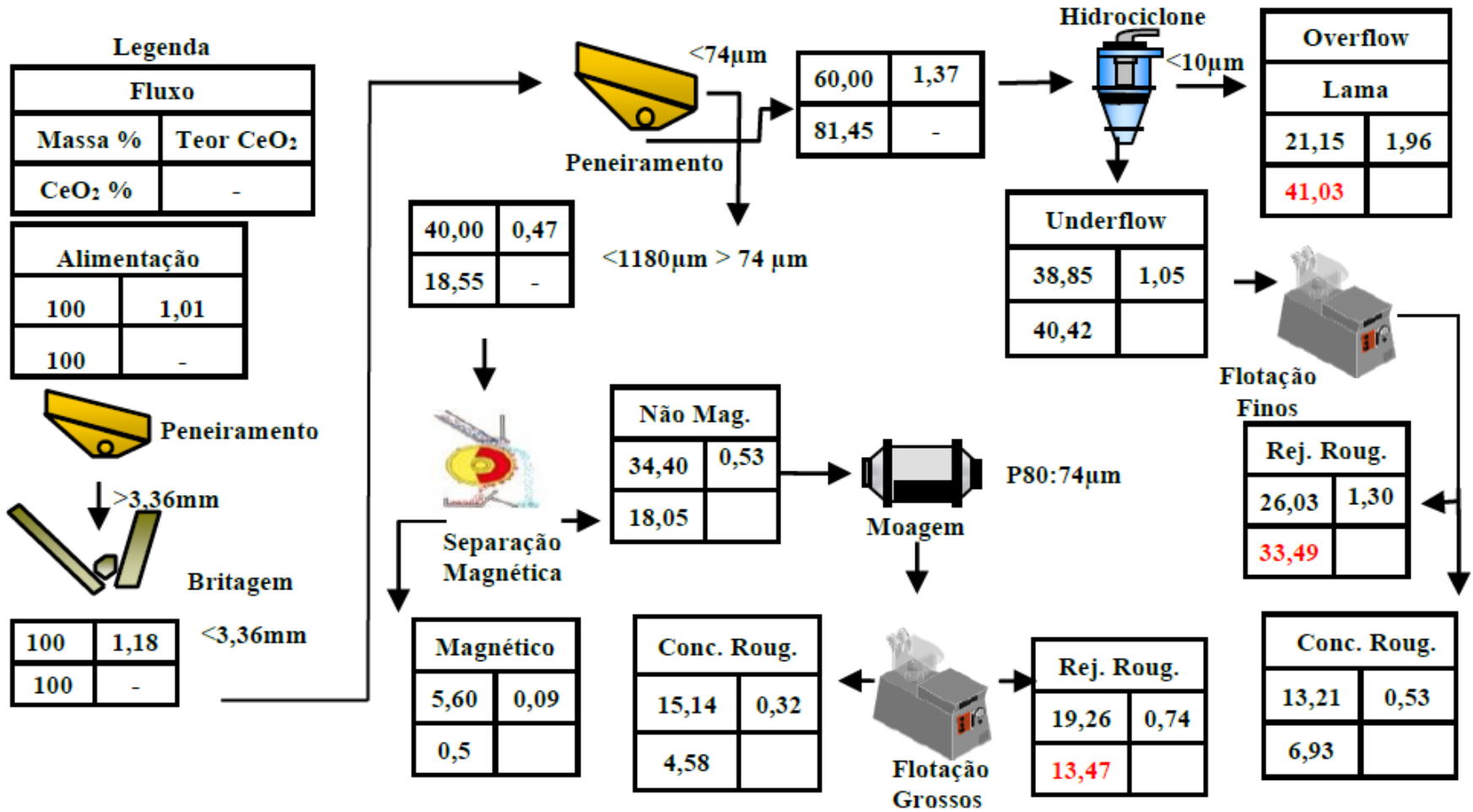


HV	mag	mode	HFV	WD	30 µm
20.00 kV	4 165 x	Z Cont	61.5 µm	13.1 mm	CETEM



HV	mag	mode	HFV	WD	20 µm
20.00 kV	5 000 x	Z Cont	51.2 µm	13.1 mm	CETEM

# Flotação de barita



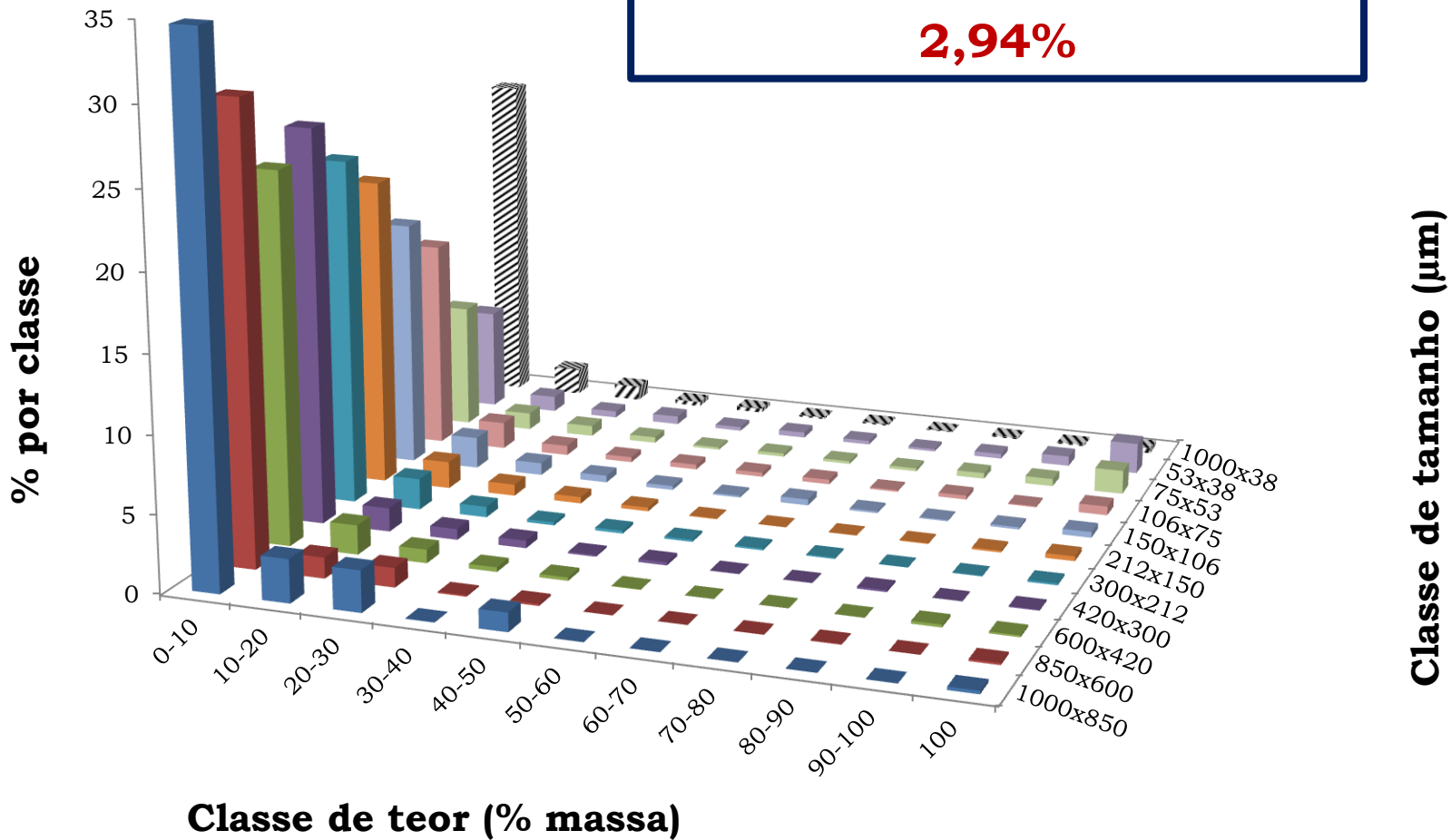
Recuperação em massa: **66,4%**

Recuperação CeO<sub>2</sub>: **87,9%**

Teor CeO<sub>2</sub>: **1,35%**

# Caracterização tecnológica (carbonatito fresco Catalão I)

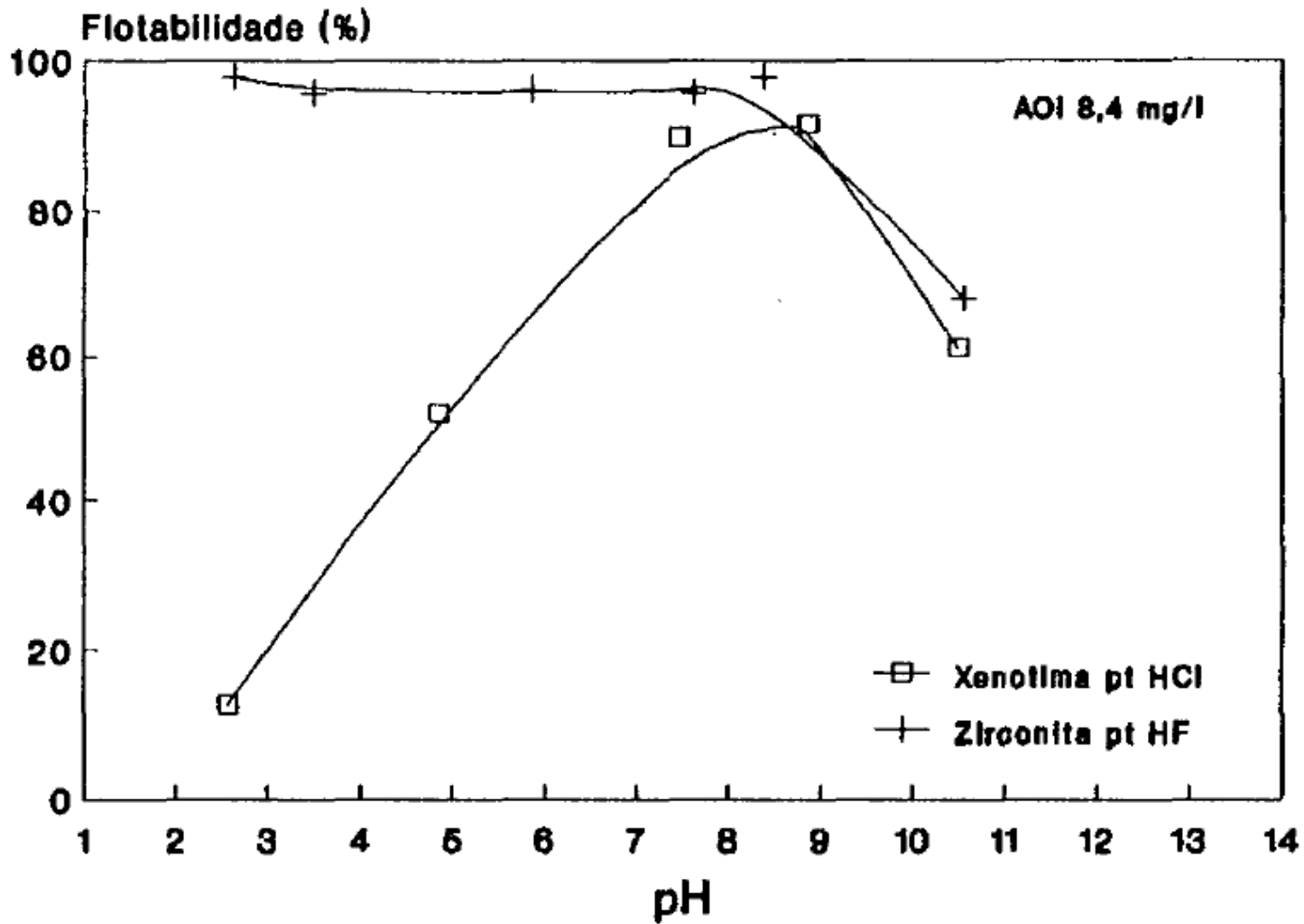
Teor de monazita na amostra  
**2,94%**



---

# **Estudos de caso com minério brasileiro**

## **Granito**



**Flotabilidade da zirconita e xenotímio pré tratadas com HCl e HF na presença de ácido oleico**



## MICROFLOTAÇÃO DE XENOTÍMIO USANDO ÁCIDO OCTOHIDROXÂMICO COMO COLETOR

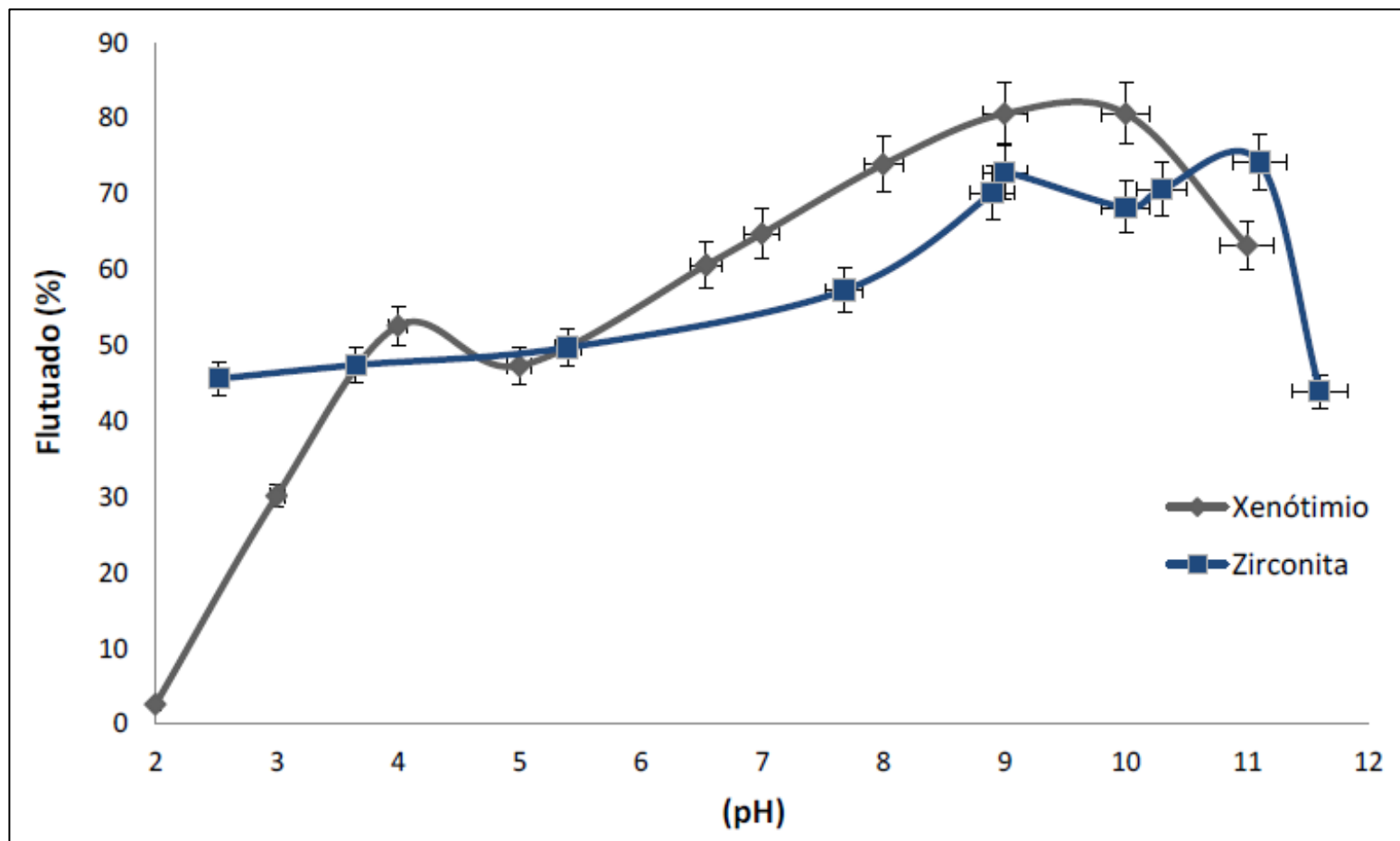
JUÁREZ, V.P.<sup>1,2</sup>, MATIOLO, E.<sup>2</sup> BROCCHI, E.<sup>1</sup>, MONTEIRO, R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. [pauljuarez@hotmail.com](mailto:pauljuarez@hotmail.com)

<sup>2</sup> Centro de tecnologia mineral CETEM. [ematiolo@cetem.gov.br](mailto:ematiolo@cetem.gov.br)

# INCT-Patria

## 0,1% Xenotímio



**Flotação de zirconita e xenotímio em função do pH utilizando ácido hidroxâmico como coletor**

# Considerações Finais

- **Carbonatitos**

- Monazita **concentrada na fração abaixo de 10-15  $\mu\text{m}$**
- Associação com outros minerais **(liberação)**
- Flotação **(baixa probabilidade de colisão)**
- Mineralogia complexa **(presença de argilo-minerais;**

**viscosidade)**

- **Granitos**

- Baixo teore de xenotímio
- Necessidade de continuidade nos estudos
- Aliar pesquisa básica com estudos de processo

# Agradecimentos



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO



**Setor produtivo**



# CETEM - CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

**Muito obrigado**

**[ematiolo@cetem.gov.br](mailto:ematiolo@cetem.gov.br)**

