



FOSFATO/APATITA

Fernanda Ferretti

Tópicos

01

Apatitas

02

Origem das rochas
fosfatadas

03

Economia mundial

04

Depósitos
brasileiros

05

Processo de
extração

06

Processo de
beneficiamento

07

Para quê serve o
fosfato

08

Estatísticas

O que são apatitas?

Do grego, “apate” = engano, pois trata-se de um mineral cujas características físicas podem ser confundidas com as de outros minerais como berilo, turmalina, olivina, etc. (Chang, Howie, Zussman, 1994)

Fórmula geral



Fluorapatita



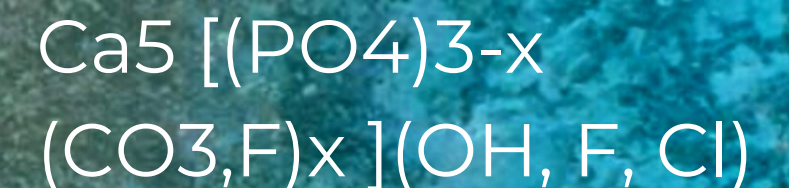
Cloroapatita



Hidroxiapatita



Carbonato-apatita



Um pouco de história...

1827

primeira
referência dos
minerais
fluorapatita e
cloroapatita
(IMA, 2020)

1847

início da produção
de rocha fosfática,
no Reino Unido
(Cisse, Mrabet, 2004
apud Horta, 2013)

1856

primeira referência
do mineral
hidroxiapatita (IMA,
2020)

1930

determina-se a
estrutura cristalina
da fluorapatita
(Naray-Szabó, 1930;
Mehmel, 1930 e
Hendricks et al.,
1932)

Características gerais

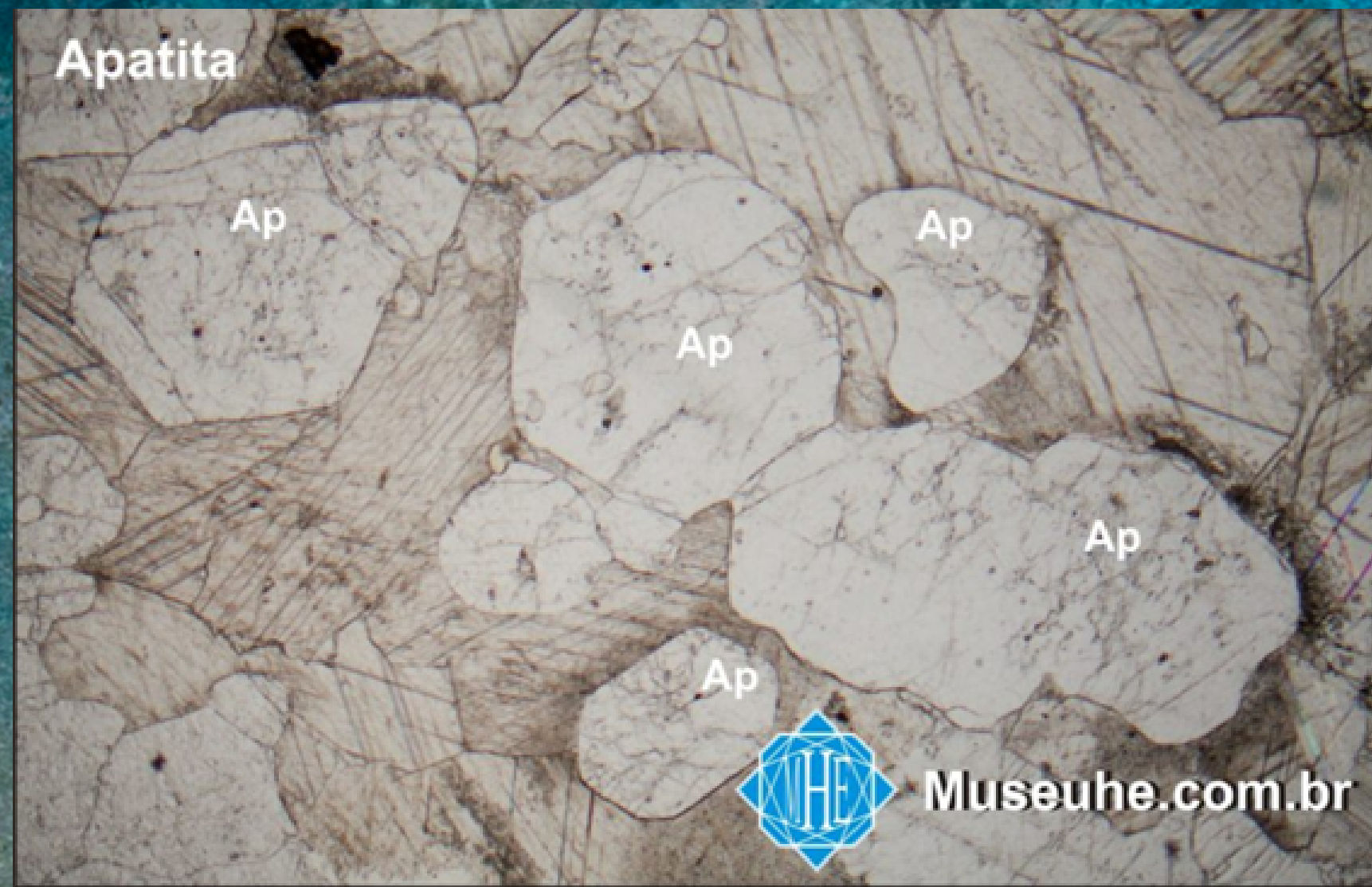
Cor: verde, branco, amarelo, azul, vermelha

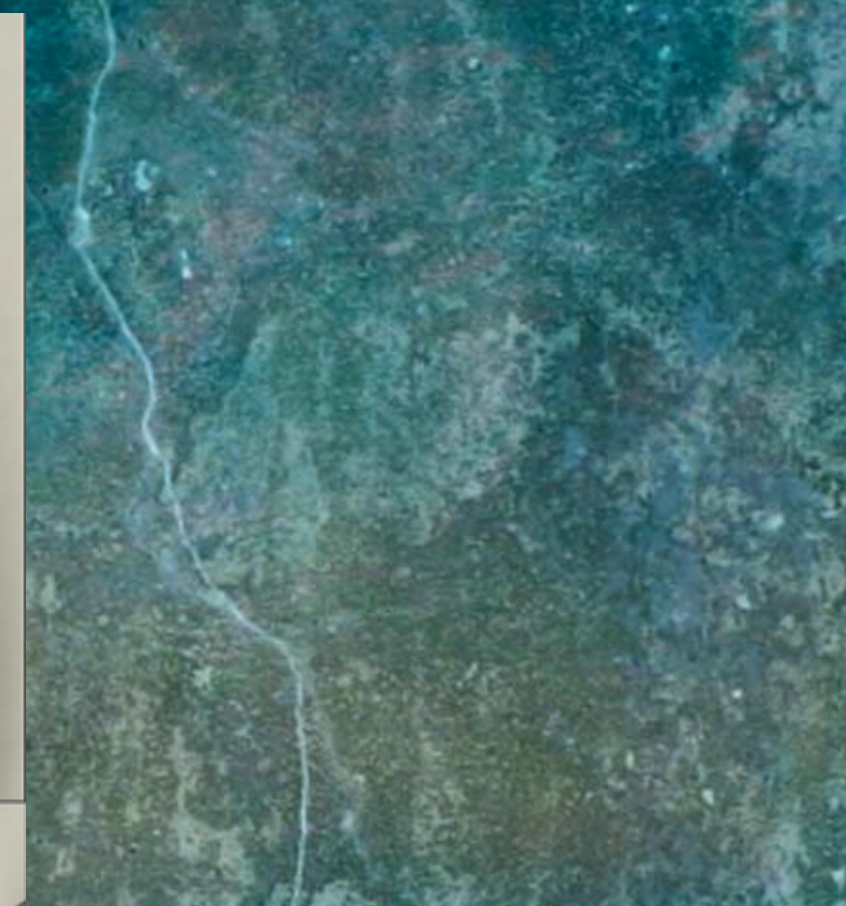
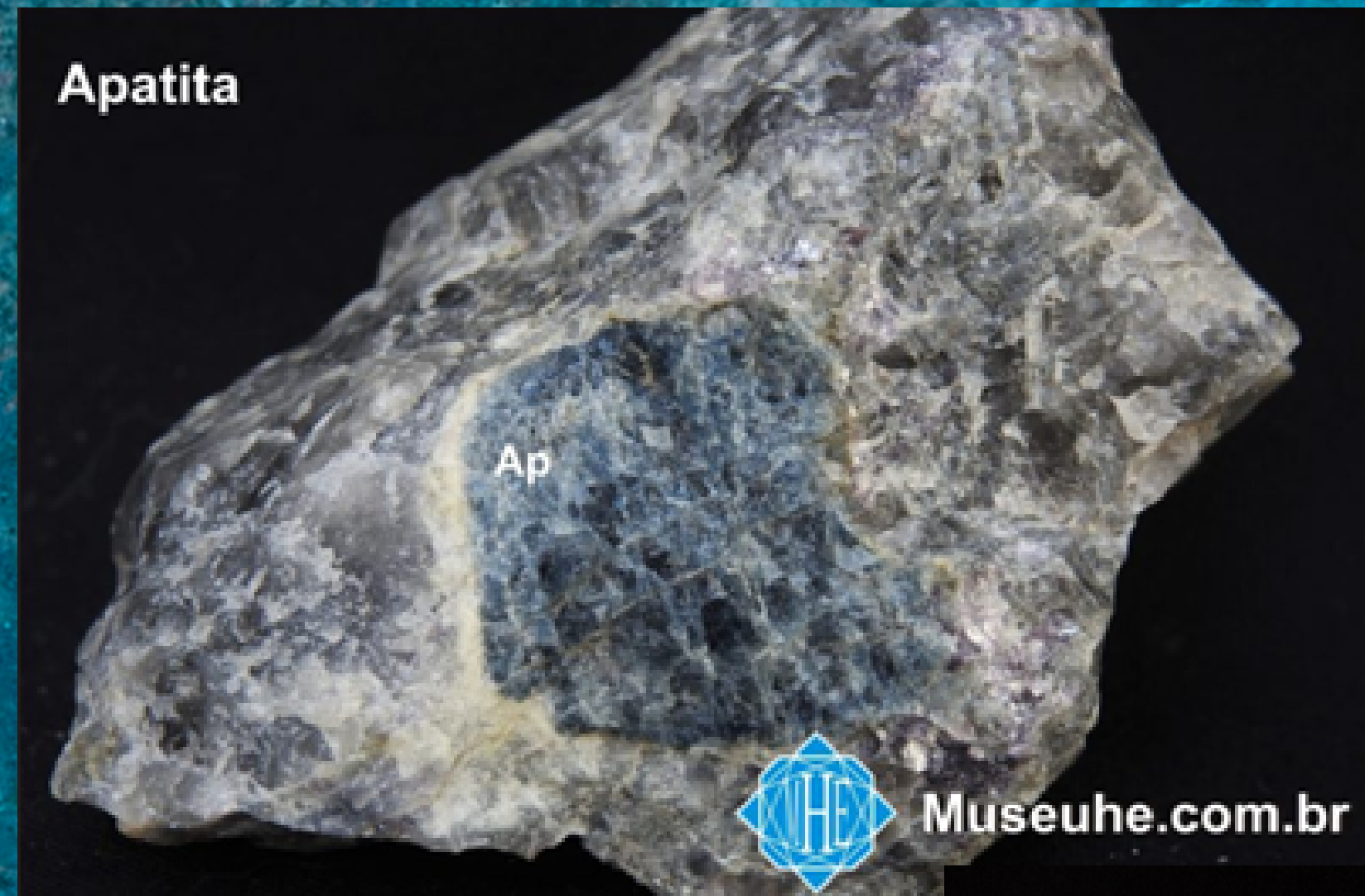
Fratura: conchoidal (ex: quartzo)

Dureza: 5,2 (risca com canivete)

Sistema cristalino: hexagonal

Grupo espacial: P63/m





Estrutura cristalina

[A₄][A₆][(BO₄)₆][X]₂

Ca(1) coord. 7

Ca(2) coord. 9

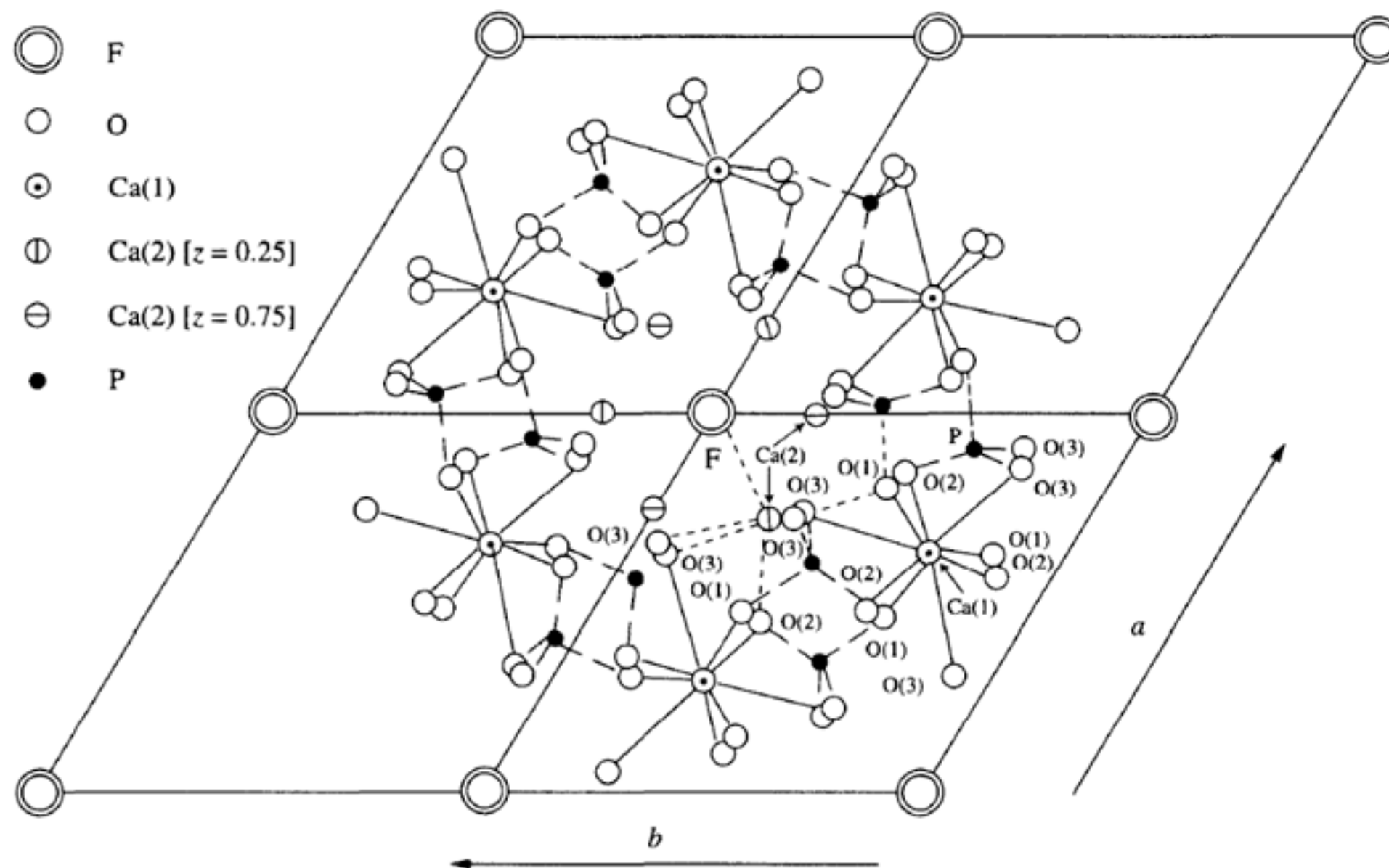


Fig. 112. Schematic depiction of a portion of four unit cells of the fluorapatite structure projected onto the (0001) plane (after Bragg and Claringbull, 1965). Solid, dashed and dotted lines indicate bonds in the different polyhedra (Hughes *et al.*, 1989).

Experimentos com apatitas sintéticas.

- As substituições podem ser ocasionadas por diversos eventos geológicos, como magmatismo, hidrotermalismo, intemperismo, etc.
- As substituições causam modificações na estrutura cristalina do mineral.
- As substituições causam alterações na estabilidade do mineral solubilidade. (Toledo, 1999).
- Além da alteração química, o mineral pode sofrer alterações texturais (físicas).

(Chang, Howie, Zussman, 1994)

(Toledo e Pereira, 2001)

Substituições catiônicas e aniônicas

$\text{PO}_4^{3-} \longrightarrow [(\text{CO}_3)^{2-} \cdot (\text{F})^-], (\text{SiO}_4)^{4-}, \text{SO}_4, \text{Al}, \text{As}, \text{V}, \text{Cr}$
 $(\text{Ca})^{2+} \longrightarrow \text{ETR}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Na}, \text{Mg}, \text{Cd}, \text{Pb}, \text{Mn}, \text{Ni}, \text{Fe}, \text{Al}, \text{Zn}, \text{Cr}, \text{etc.}$

IUPAC Periodic Table of the Elements

IUPAC Periodic Table of the Elements																			
1 H hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]																	18 He helium 4.0026		
3 Li lithium 6.94 [6.938, 6.937]	4 Be beryllium 9.0122													13 B boron 10.81 [10.808, 10.821]	14 C carbon 12.011 [2.009, 12.012]	15 N nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	16 O oxygen 15.999 [15.999, 16.001]	17 F fluorine 18.998 [18.998, 19.000]	10 Ne neon 20.180
11 Na sodium 22.990	12 Mg magnesium 24.304 [24.304, 24.307]													13 Al aluminium 26.981 [26.981, 26.986]	14 Si silicon 28.085 [28.085, 28.086]	15 P phosphorus 30.974 [30.974, 30.976]	16 S sulfur 32.06 [32.059, 32.076]	17 Cl chlorine 35.45 [35.448, 35.457]	18 Ar argon 39.95 [39.962, 39.963]
19 K potassium 39.098 [39.098, 39.101]	20 Ca calcium 40.078 [40.078, 40.081]	21 Sc scandium 44.956 [44.956, 44.957]	22 Ti titanium 47.867 [47.867, 47.867]	23 V vanadium 50.942 [50.942, 50.943]	24 Cr chromium 51.996 [51.996, 51.997]	25 Mn manganese 54.938 [54.938, 54.939]	26 Fe iron 55.845 [55.845(2), 55.845(3)]	27 Co cobalt 58.933 [58.933, 58.934]	28 Ni nickel 58.693 [58.693, 58.694]	29 Cu copper 63.546 [63.546(3), 63.546(4)]	30 Zn zinc 65.38 [65.38(2), 65.38(3)]	31 Ga gallium 69.723 [69.723, 69.724]	32 Ge germanium 72.630 [72.630(8), 72.630(9)]	33 As arsenic 74.922 [74.922, 74.923]	34 Se selenium 78.971 [78.971(8), 78.971(9)]	35 Br bromine 79.904 [79.901, 79.907]	36 Kr krypton 83.798 [83.798(2), 83.798(3)]		
37 Rb rubidium 85.468 [85.468, 85.469]	38 Sr strontium 87.62 [87.62, 87.63]	39 Y yttrium 88.906 [88.906, 88.907]	40 Zr zirconium 91.224 [91.224(2), 91.224(3)]	41 Nb niobium 92.906 [92.906, 92.907]	42 Mo molybdenum 95.94 [95.94, 95.95]	43 Tc technetium [98.906, 98.907]	44 Ru ruthenium 101.07 [101.07(2), 101.07(3)]	45 Rh rhodium 102.91 [102.91, 102.92]	46 Pd palladium 106.42 [106.42, 106.43]	47 Ag silver 107.87 [107.87, 107.88]	48 Cd cadmium 112.41 [112.41, 112.42]	49 In indium 114.82 [114.82, 114.83]	50 Sn tin 118.71 [118.71, 118.72]	51 Sb antimony 121.76 [121.76, 121.77]	52 Te tellurium 127.60 [127.60(3), 127.60(4)]	53 I iodine 126.90 [126.90, 126.91]	54 Xe xenon 131.29 [131.29, 131.30]		
55 Cs caesium 132.91 [132.91, 132.92]	56 Ba barium 137.33 [137.33, 137.34]	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49 [178.49(2), 178.49(3)]	73 Ta tantalum 180.95 [180.95, 180.96]	74 W tungsten 183.84 [183.84, 183.85]	75 Re rhenium 186.21 [186.21, 186.22]	76 Os osmium 190.23 [190.23(3), 190.23(4)]	77 Ir iridium 192.22 [192.22, 192.23]	78 Pt platinum 195.08 [195.08, 195.09]	79 Au gold 196.97 [196.97, 196.98]	80 Hg mercury 200.59 [200.59, 200.60]	81 Tl thallium 204.38 [204.38, 204.39]	82 Pb lead 207.2 [207.2, 207.21]	83 Bi bismuth 208.98 [208.98, 208.99]	84 Po polonium [209, 209.9829]	85 At astatine [210, 210.9874]	86 Rn radon [222, 222.0176]		
87 Fr francium [223, 223.0187]	88 Ra radium [226, 226.0254]	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium [261, 261.1018]	105 Db dubnium [262, 262.1038]	106 Sg seaborgium [266, 266.1068]	107 Bh bohrium [264, 264.1044]	108 Hs hassium [277, 277.1036]	109 Mt meitnerium [268, 268.1054]	110 Ds darmstadtium [285, 285.1071]	111 Rg roentgenium [282, 282.1077]	112 Cn copernicium [285, 285.1078]	113 Nh nihonium [284, 284.1070]	114 Fl flerovium [289, 289.1071]	115 Mc moscovium [288, 288.1071]	116 Lv livermorium [293, 293.1071]	117 Ts tennessine [289, 289.1071]	118 Og oganeson [294, 294.1071]		

Key:
atomic number
Symbol
name
conventional atomic weight
standard atomic weight



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

57 La lanthanum 138.91 [138.91, 138.92]	58 Ce cerium 140.12 [140.12, 140.13]	59 Pr praseodymium 140.91 [140.91, 140.92]	60 Nd neodymium 144.24 [144.24, 144.25]	61 Pm promethium [145, 144.9128]	62 Sm samarium 150.36 [150.36(2), 150.36(3)]	63 Eu europium 151.96 [151.96, 151.97]	64 Gd gadolinium 157.25 [157.25(3), 157.25(4)]	65 Tb terbium 158.93 [158.93, 158.94]	66 Dy dysprosium 162.50 [162.50, 162.51]	67 Ho holmium 164.93 [164.93, 164.94]	68 Er erbium 167.26 [167.26, 167.27]	69 Tm thulium 168.93 [168.93, 168.94]	70 Yb ytterbium 173.05 [173.05, 173.06]	71 Lu lutetium 174.97 [174.97, 174.98]
89 Ac actinium [227, 227.0287]	90 Th thorium 232.04 [232.04, 232.05]	91 Pa protactinium 231.04 [231.04, 231.05]	92 U uranium 238.03 [238.03, 238.04]	93 Np neptunium [237, 237.0482]	94 Pu plutonium [244, 244.0642]	95 Am americium [243, 243.0613]	96 Cm curium [247, 247.0703]	97 Bk berkelium [247, 247.0703]	98 Cf californium [251, 251.0785]	99 Es einsteinium [252, 252.0831]	100 Fm fermium [257, 257.1035]	101 Md mendelevium [258, 258.1059]	102 No nobelium [259, 259.1075]	103 Lr lawrencium [262, 262.1090]

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 1 December 2018.
Copyright © 2018 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International Year
of the Periodic Table
of Chemical Elements



Onde são encontradas?

- A apatita é um mineral muito comum, podendo ser encontrado em rochas de diversas origens, geralmente, como mineral acessório.
- Rochas ígneas:
 - ácida a básicas, ~0,1-1% do volume
 - Ex: carbonatitos, sienitos, granitos, pegmatitos, etc
- Rochas sedimentares: interação biogeoquímica, sed. marinha, $\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{CO}_3^{2-}$
 - Ex: fosforitos (relacionados a arenitos, dolomitos, metapelitos)
- Rochas metamórficas: termal ou regional
 - Ex: granulito, xistos, rochas cálcio-silicáticas metassomatizadas
- Acúmulo de matéria orgânica
 - guano

(Chang, Howie, Zussman, 1994)

(White et al., 2005)

(Toledo, 1999)

Depósitos no mundo

Origem ígnea:

Canadá, Rússia, Brasil, etc.

Origem sedimentar:

**EUA, Canadá, China, Índia, Coreia,
Rússia, Marrocos, México, etc.**

(Phosphates Deposits of the World, Cook, Notholt, Burnett, eds.)



Minas no mundo

- Rochas ígneas
 - Brasil, Canadá, Finlândia, Rússia, Sul da África
- Rochas sedimentares
 - Norte da África, China, Oriente Médio e EUA
- Reservas mundiais: ~69 milhões de ton
- Recursos mundiais: > 300 bilhões de ton

(USGS, 2020)

World Mine Production and Reserves: Reserves for Israel, Peru, and South Africa were revised based on industry reports. Reserves for Australia were revised based on Government information.

	Mine production		Reserves ⁴
	2018	2019*	
United States	25,800	23,000	1,000,000
Algeria	1,200	1,200	2,200,000
Australia	2,800	2,700	⁵ 1,200,000
Brazil	5,740	5,300	1,700,000
China ⁶	120,000	110,000	3,200,000
Egypt	5,000	5,000	1,300,000
Finland	989	1,000	1,000,000
India	1,600	1,600	46,000
Israel	3,550	3,500	62,000
Jordan	8,020	8,000	1,000,000
Kazakhstan	1,300	1,300	260,000
Mexico	1,540	1,500	30,000
Morocco and Western Sahara	34,800	36,000	50,000,000
Peru	3,900	3,700	210,000
Russia	14,000	14,000	600,000
Saudi Arabia	6,090	6,200	1,400,000
Senegal	1,650	1,600	50,000
South Africa	2,100	1,900	1,400,000
Syria	100	2,000	1,800,000
Togo	800	800	30,000
Tunisia	3,340	3,000	100,000
Uzbekistan	900	900	100,000
Vietnam	3,300	5,500	30,000
Other countries	970	1,000	770,000
World total (rounded)	249,000	240,000	69,000,000

Catalão, GO

- Carbonatito intemperizado
- Minério laterítico
- Eventos magmáticos, pós-magmáticos e hidrotermais
- Sete tipos de apatita

(Toledo et al., 2004)

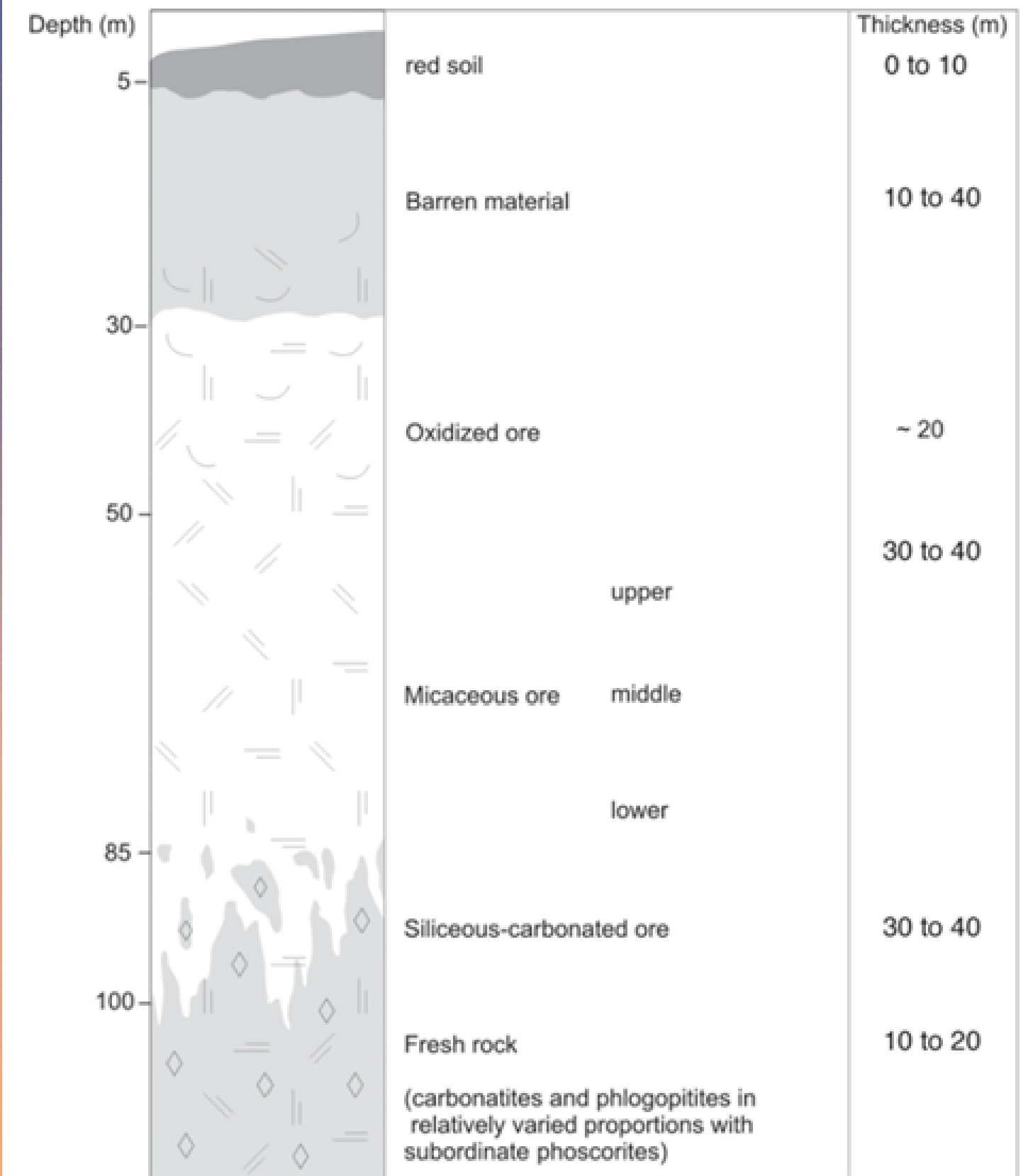
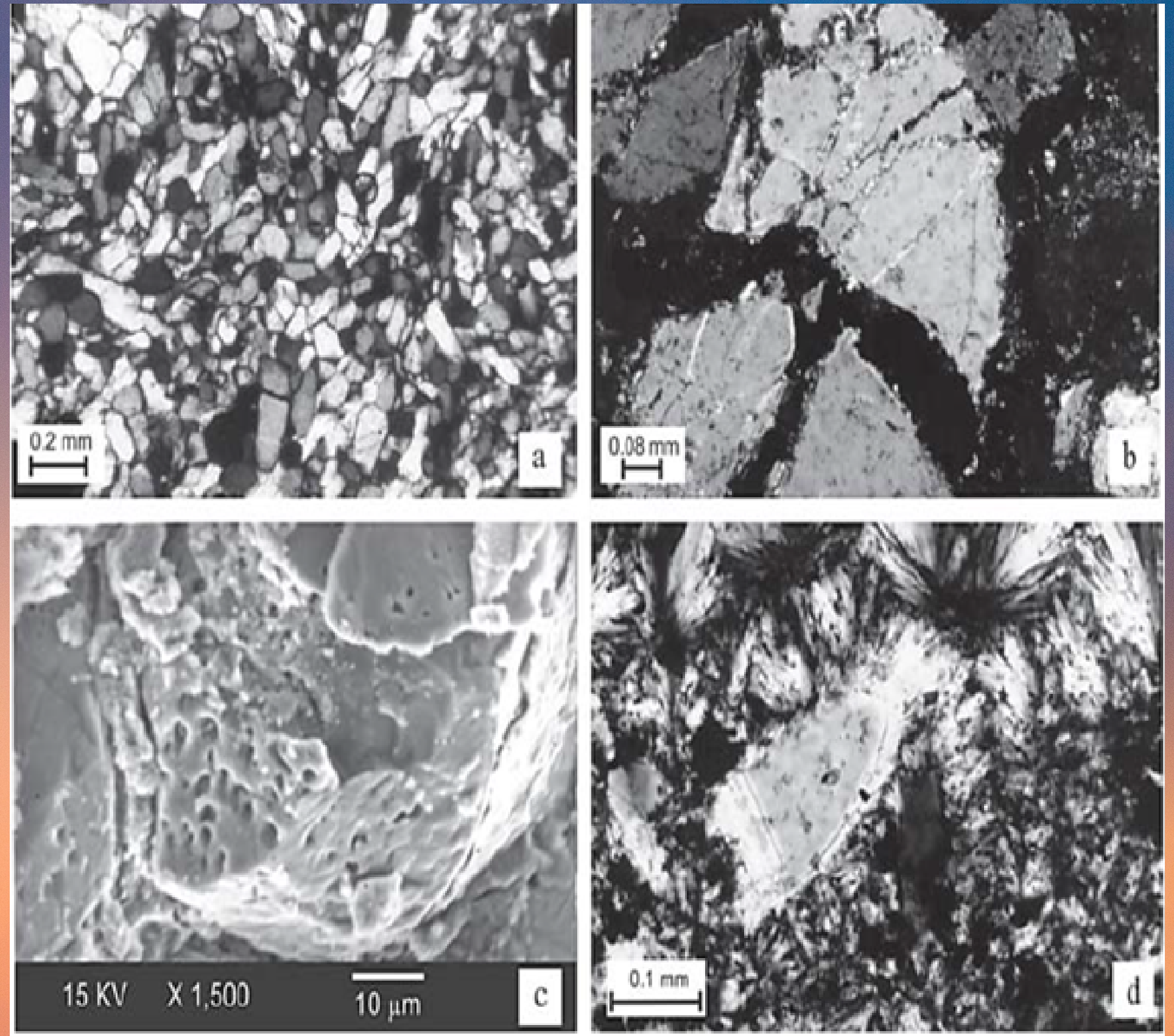
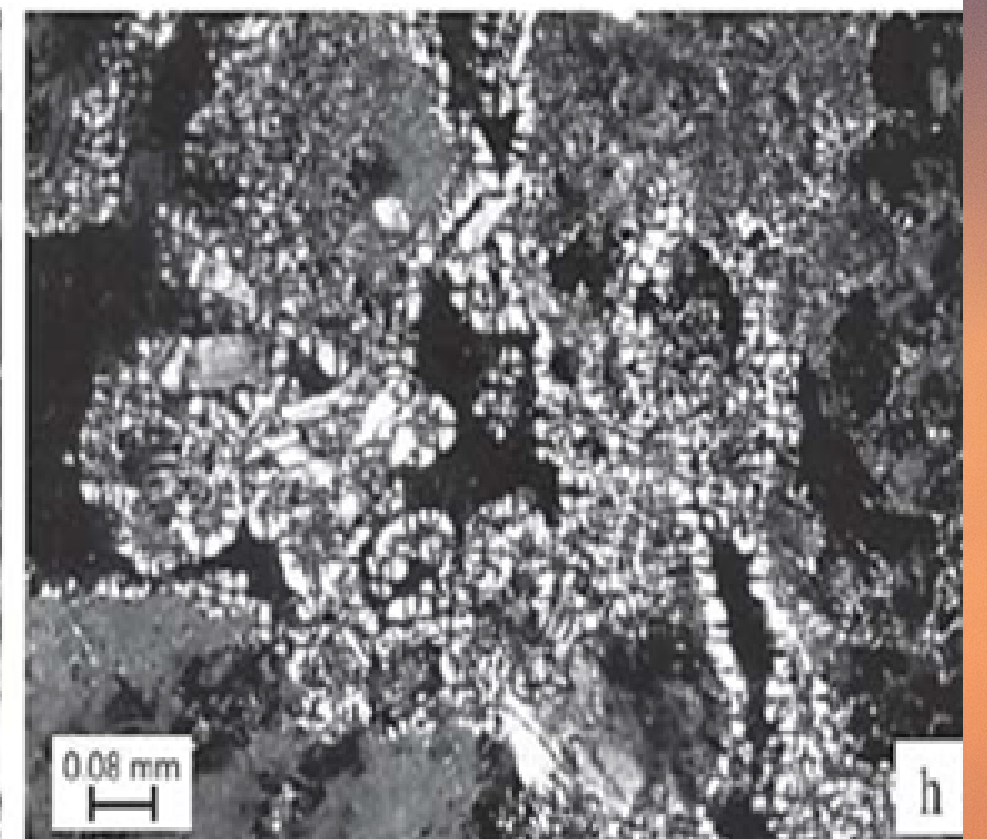
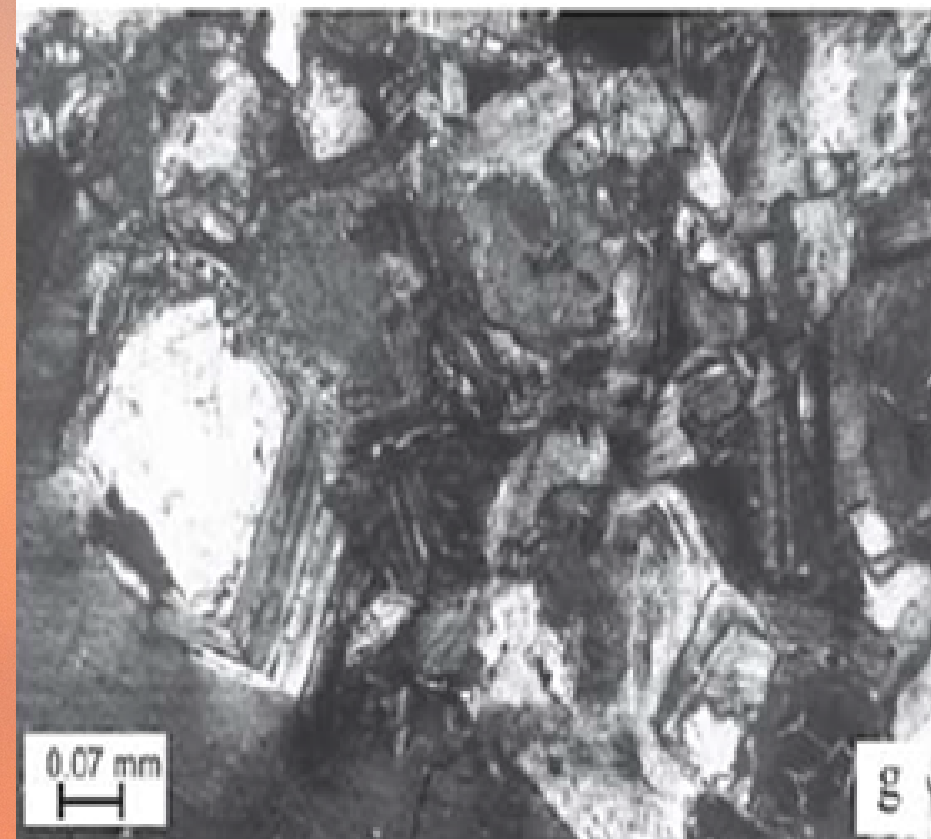
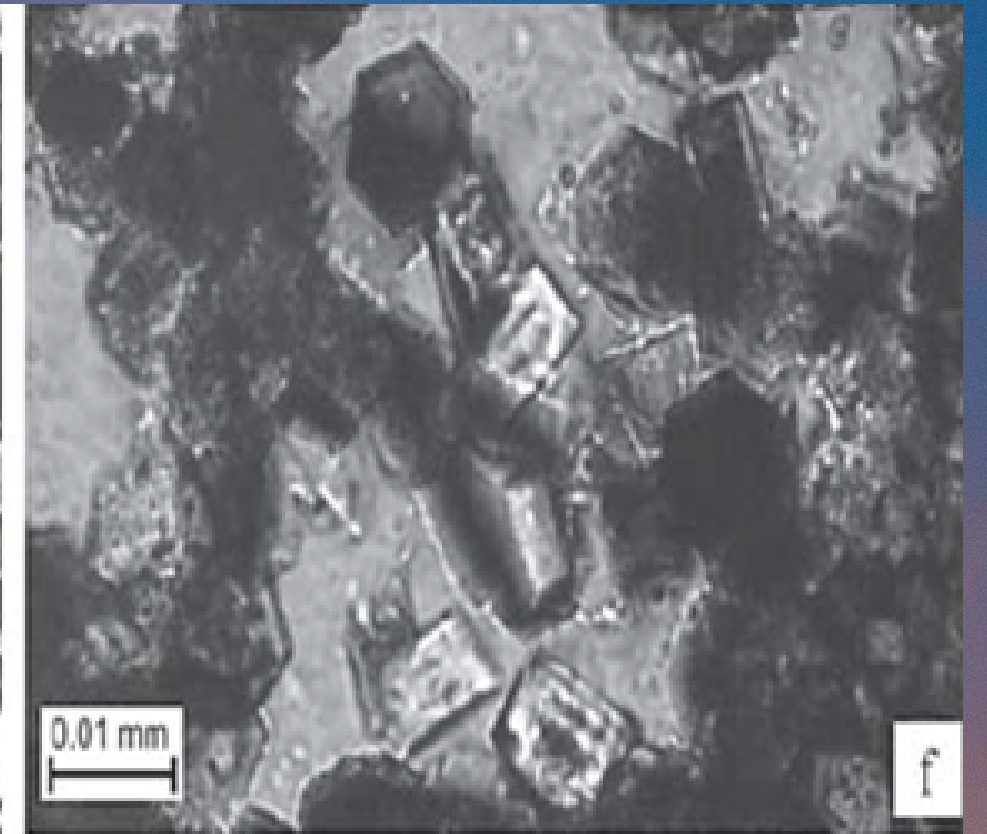
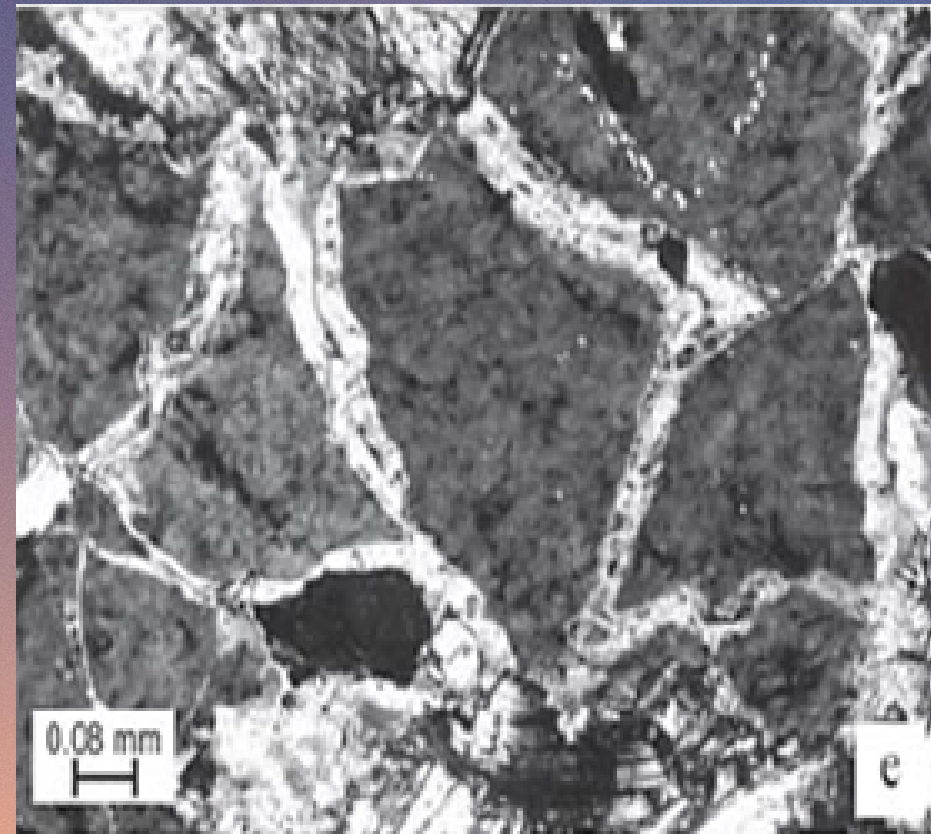


FIG. 2. Schematic weathering profile at the Catalão I phosphate mine, based on qualitative parameters of weathering, such as state of disintegration of the rock, color, the proportion of micaceous and clay minerals. The thickness and depth indications follow data from Ribeiro (1998), and material names are the same as used by the mining company. Weathering features can be found even deeper than 100 m, as indicated in Figure 3h.

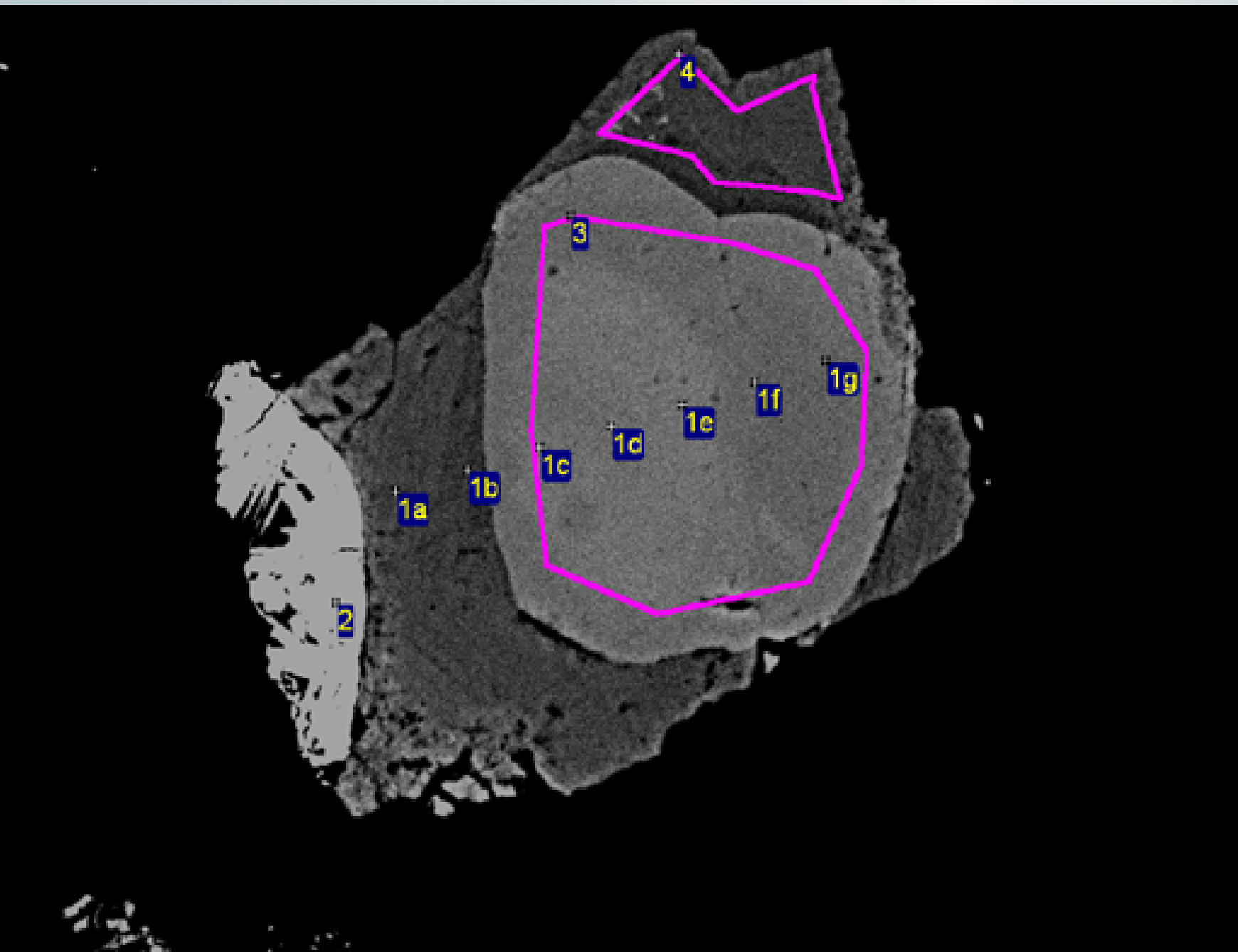
Catalão, GO



Catalão, GO



Salitre, MG



Fotomicrografia 3 - MEV; amostra APAT, fração -0,15+0,074 mm.

Detalhe de apatita com zoneamento composicional. A apatita primária (1c a 1g e 3) apresenta teores mais elevados de P_2O_5 e SrO enquanto que a apatita secundária (1a, 1b e 4) apresenta teores mais elevados de F.

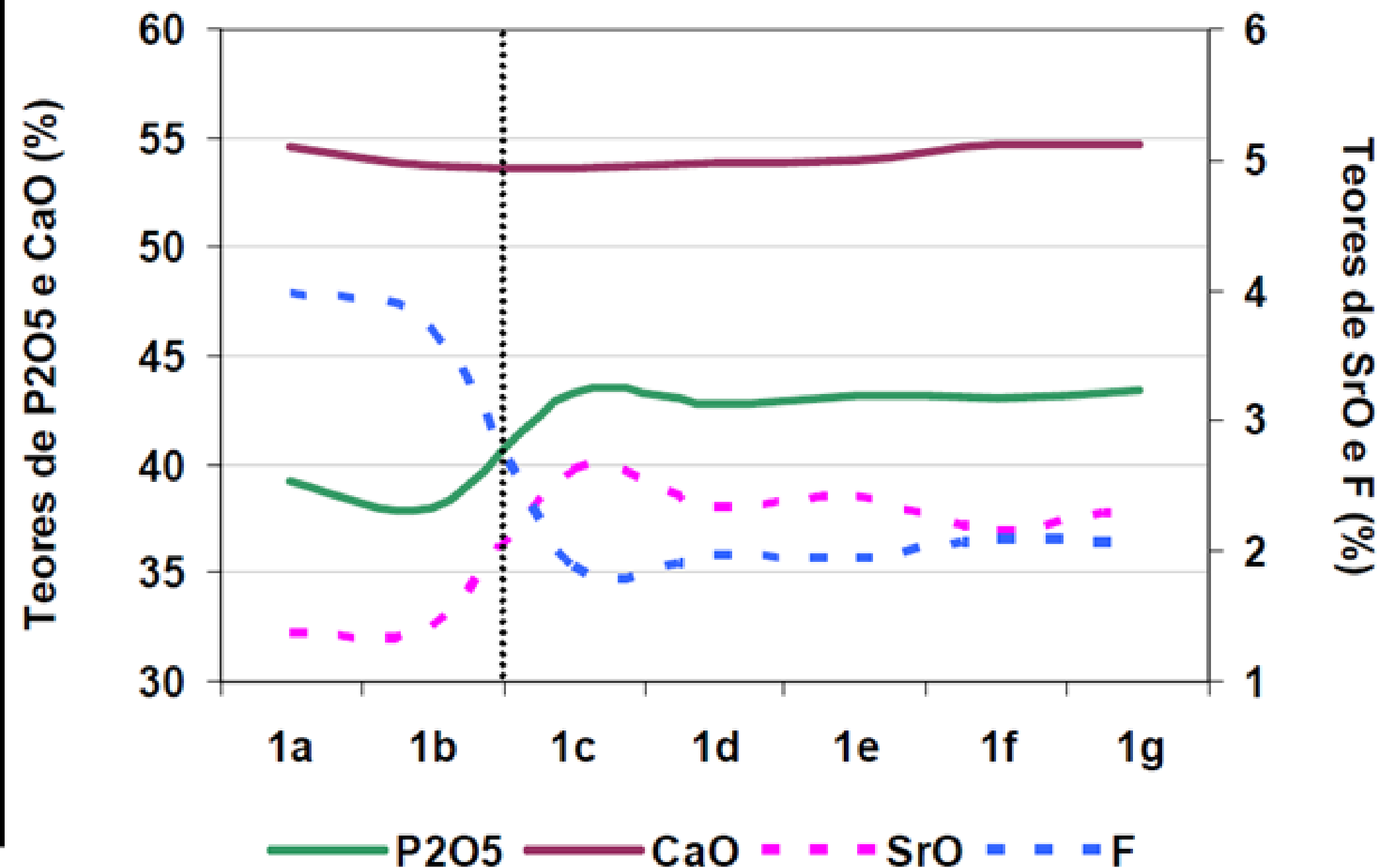
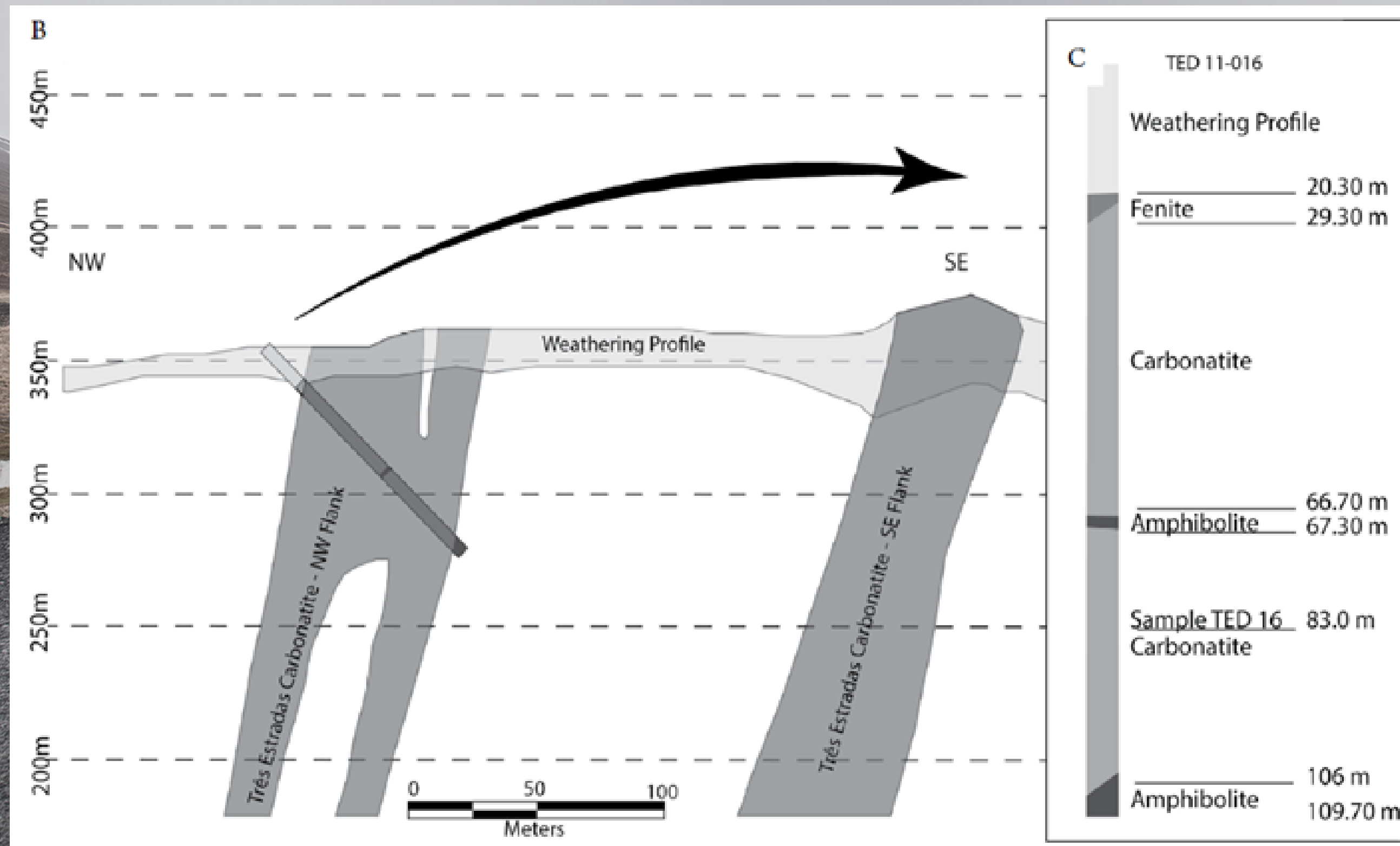


Figura 11 - Diferenças de composição química entre apatita primária e apatita secundária - amostra APAT

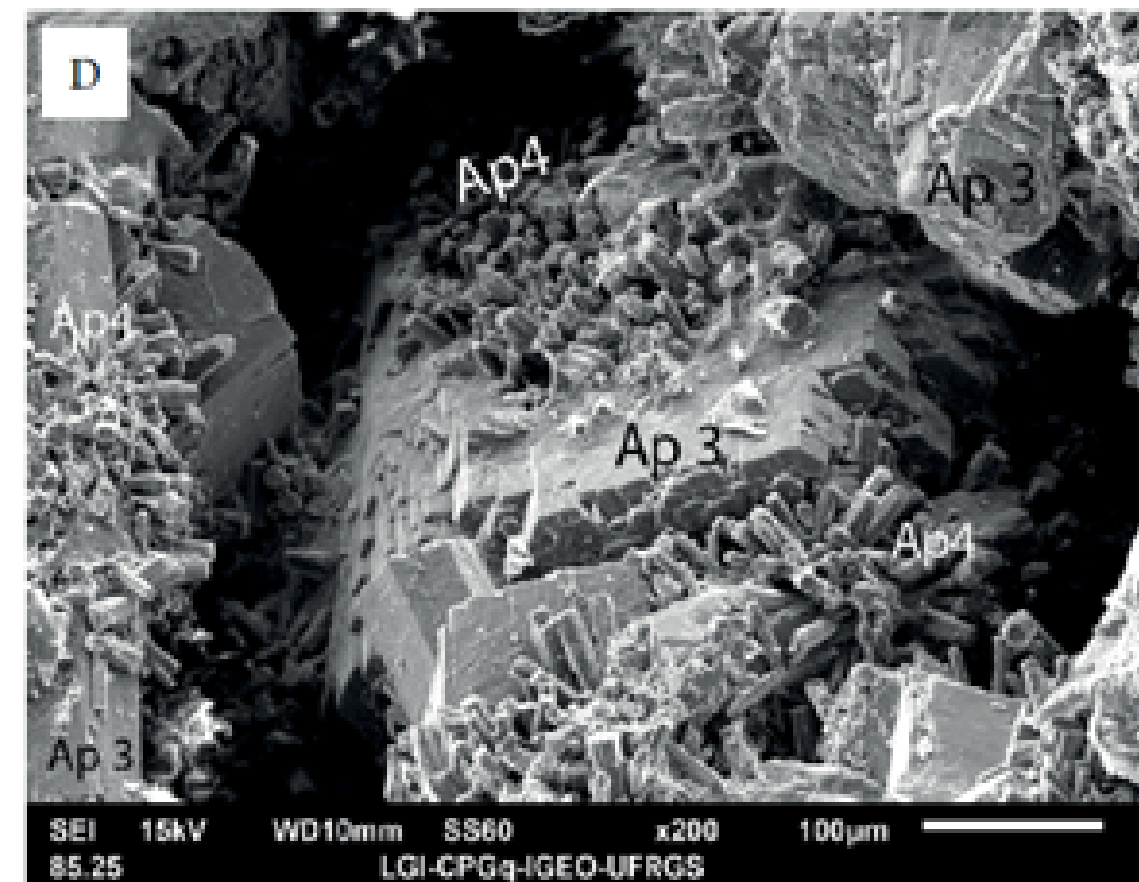
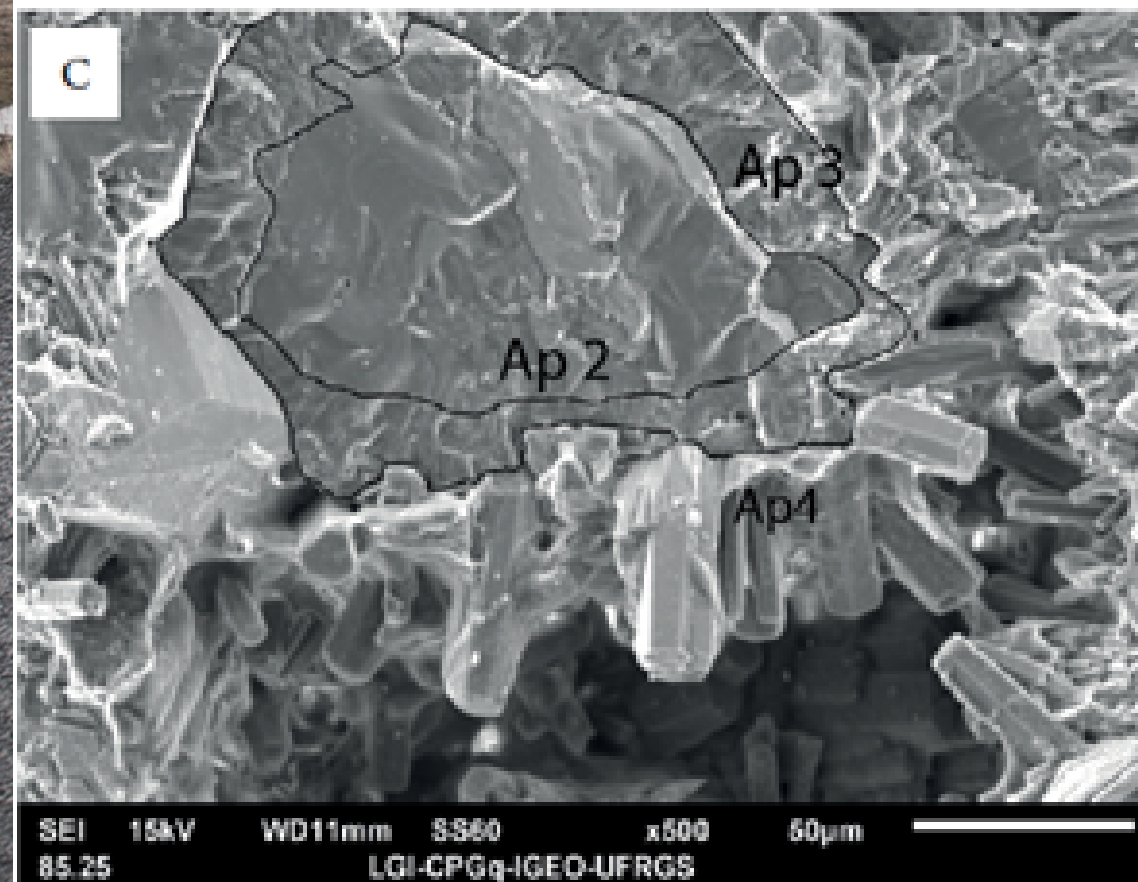
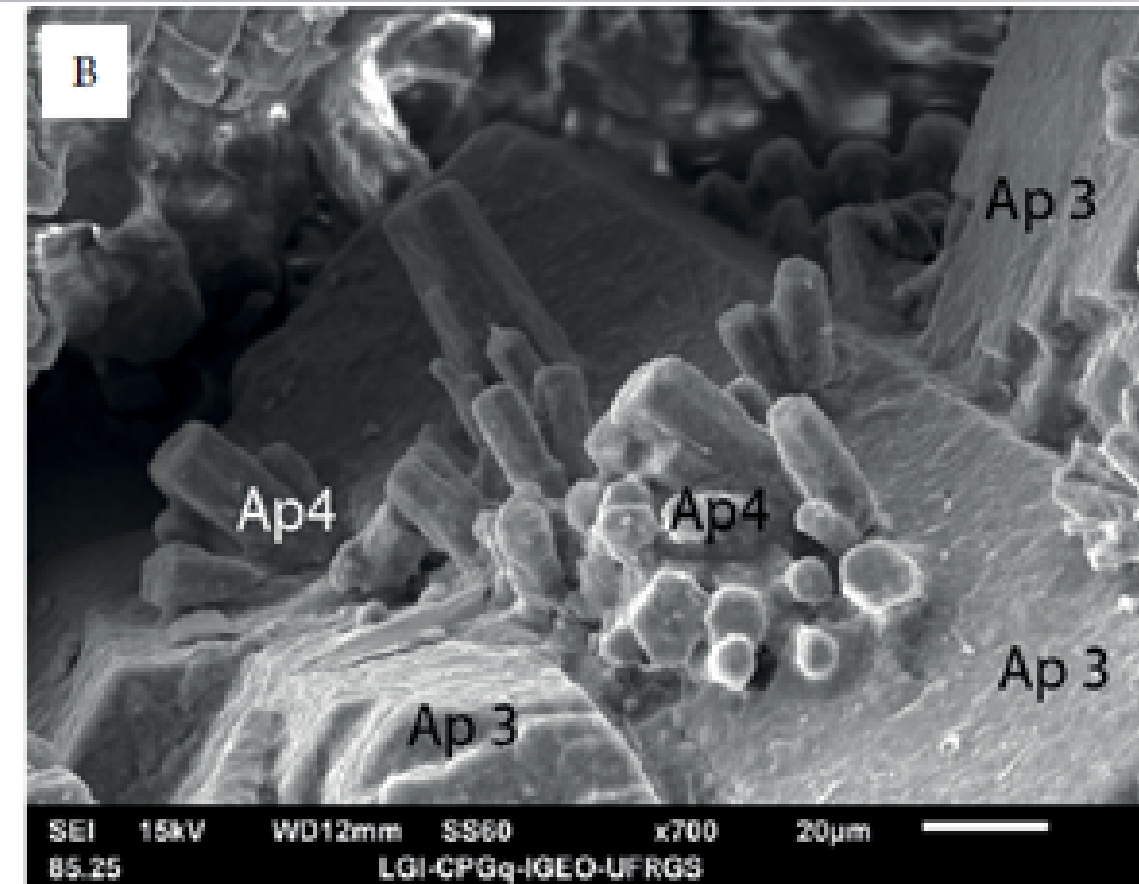
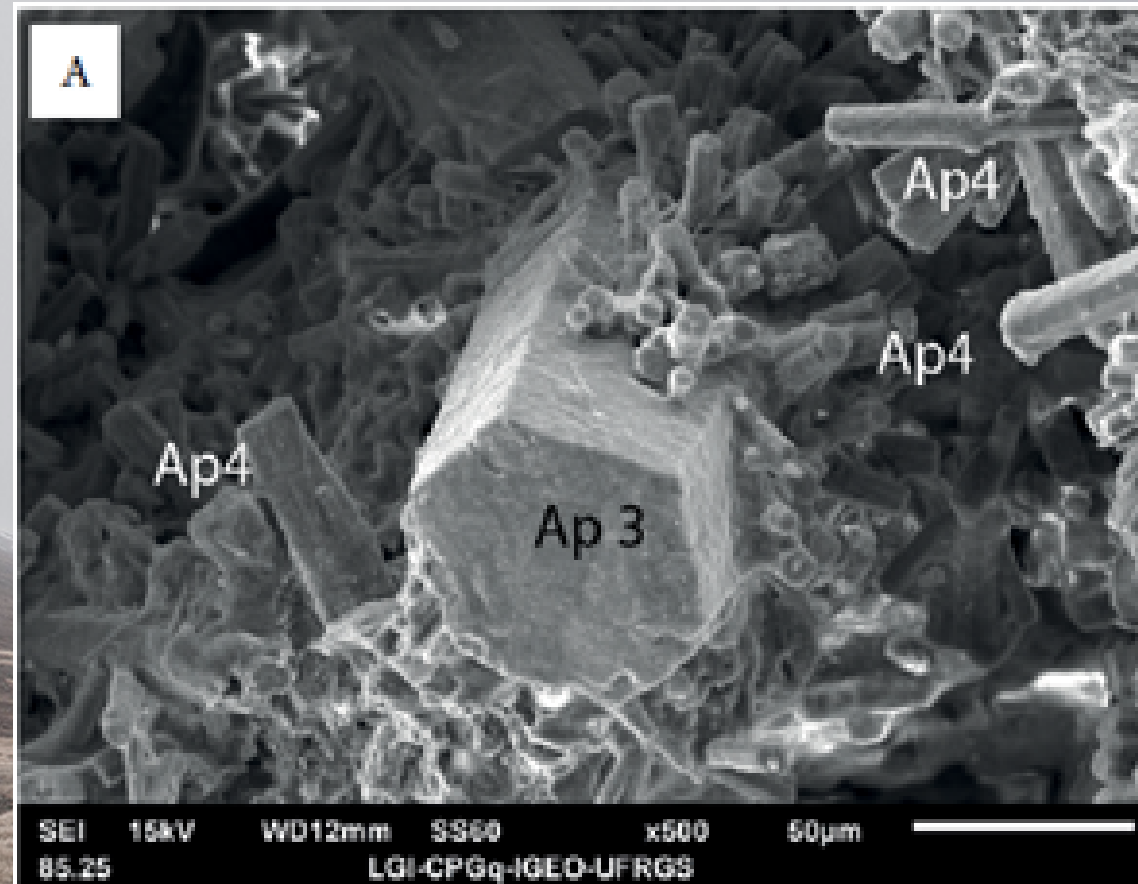
Três Estradas, RS

- Carbonatito com manto de intemperismo
- Quatro tipos de apatita
- Diferenças composicionais
- Diferenças morfológicas
- Previsão de abertura da mina: 2022



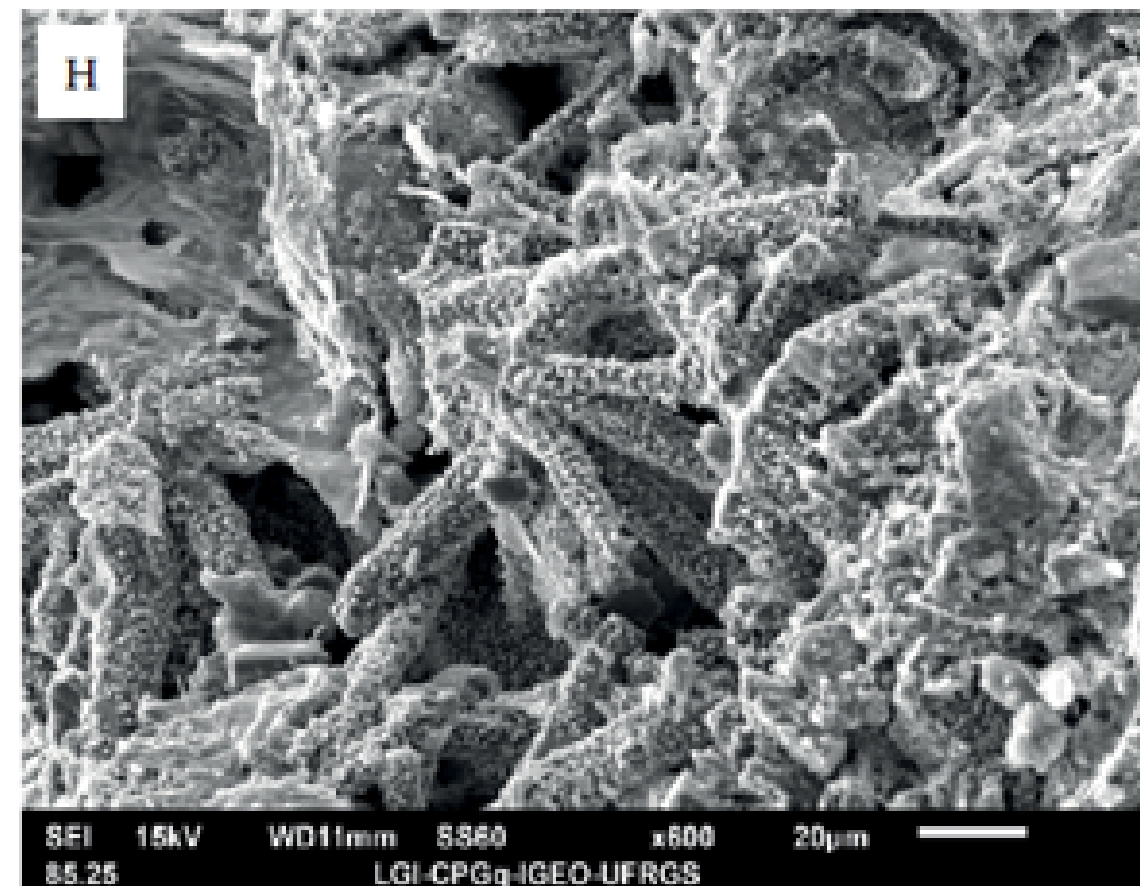
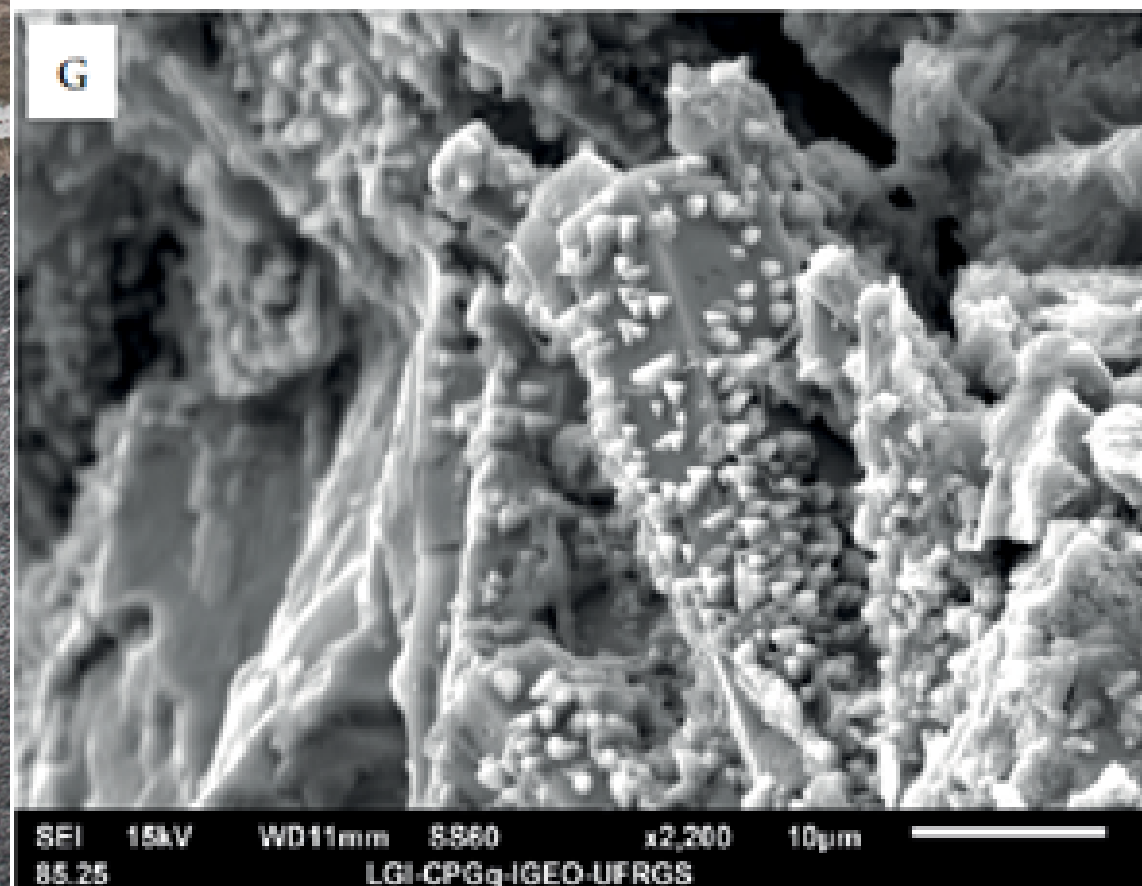
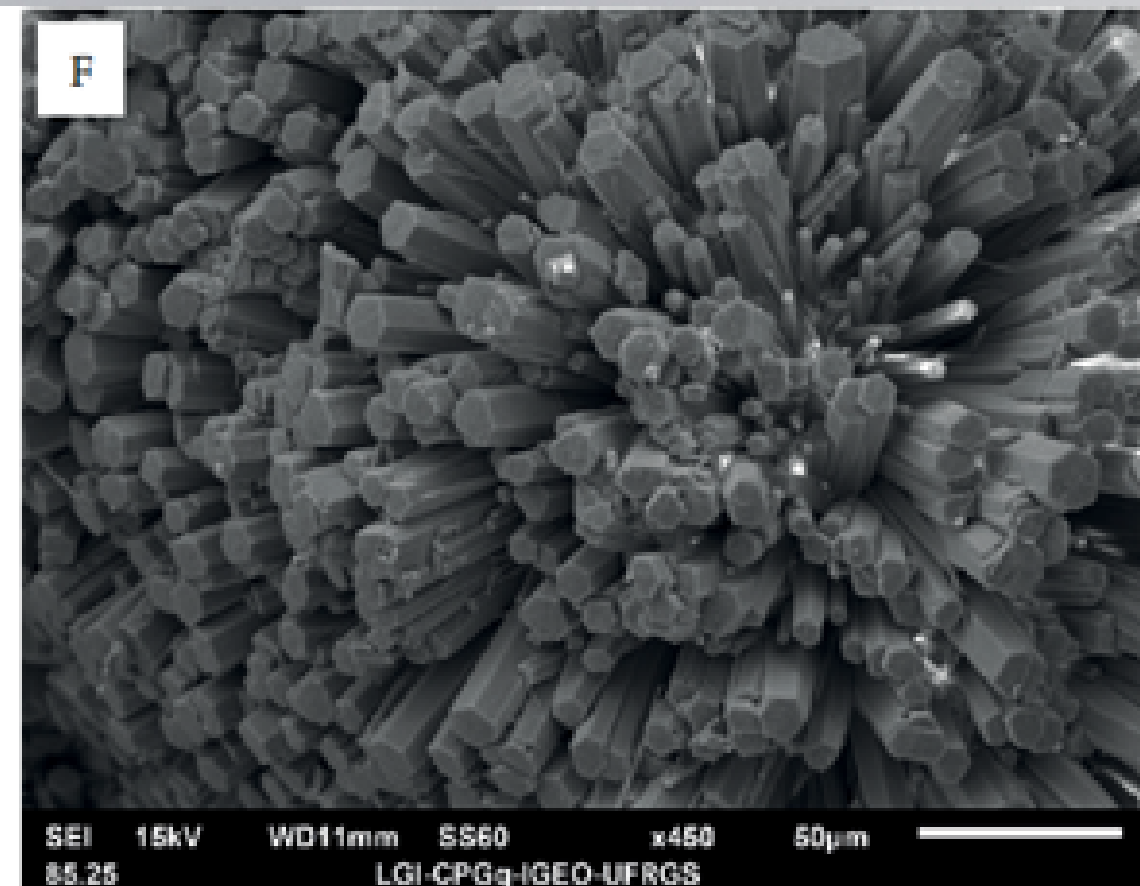
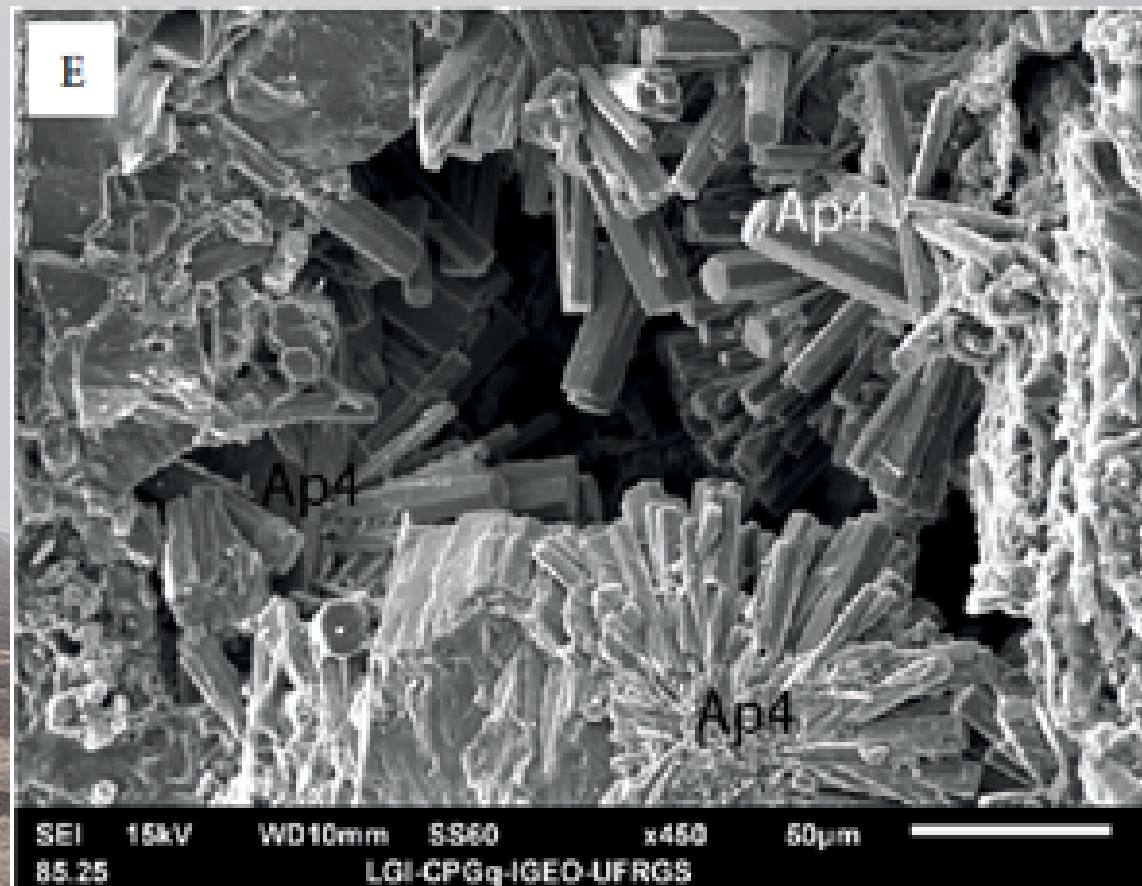
Três Estradas, RS

(Anzolin et al., 2019)



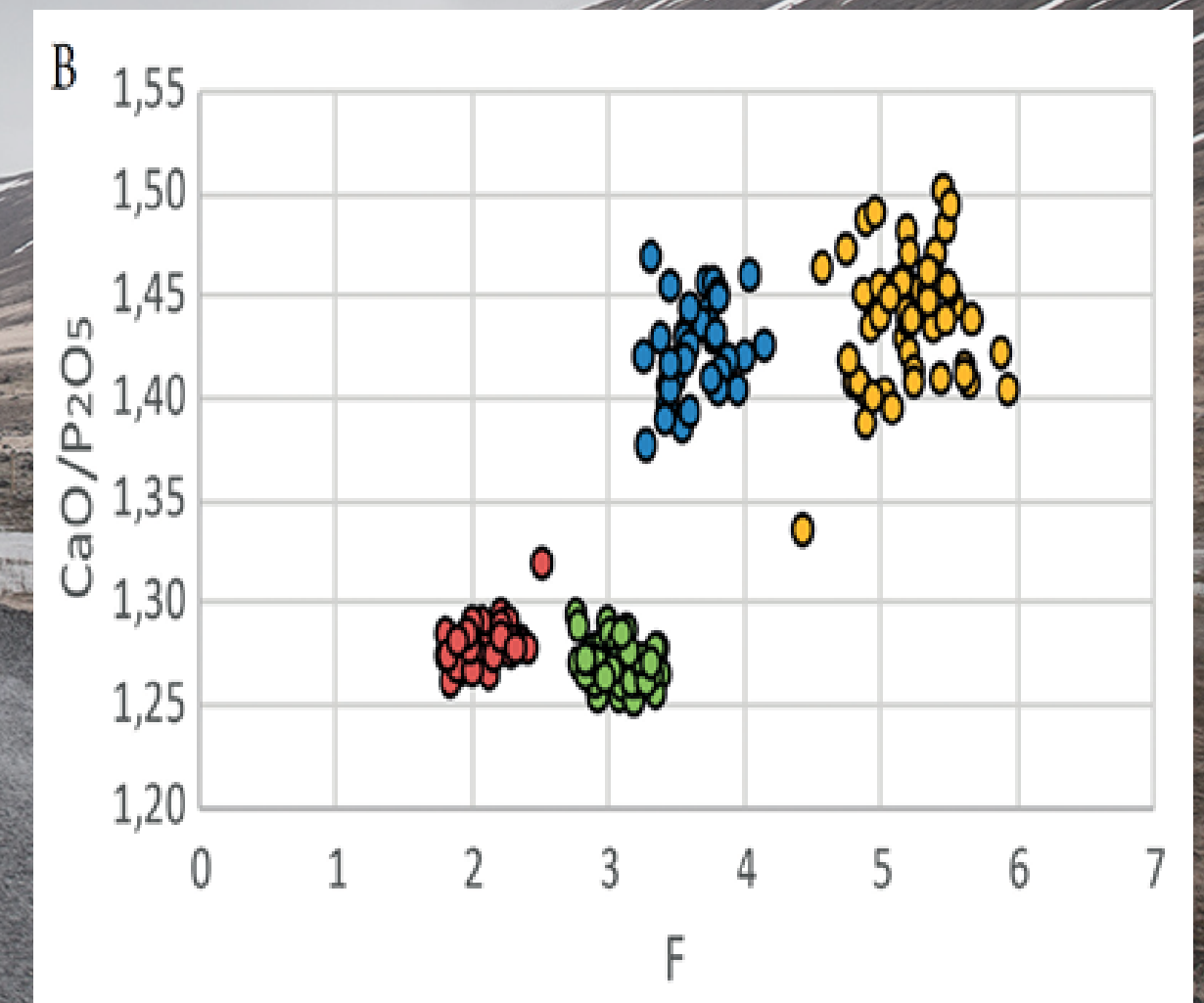
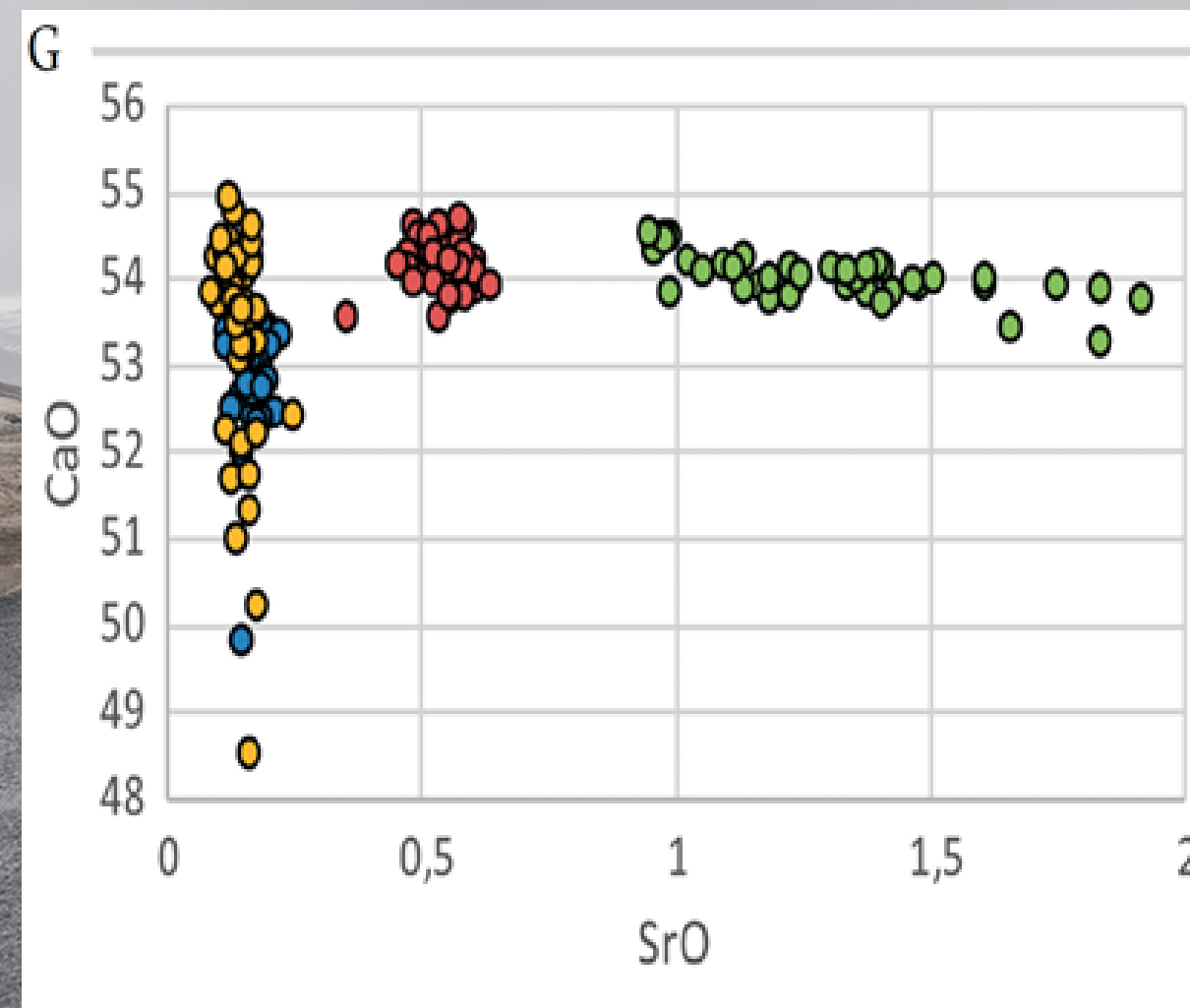
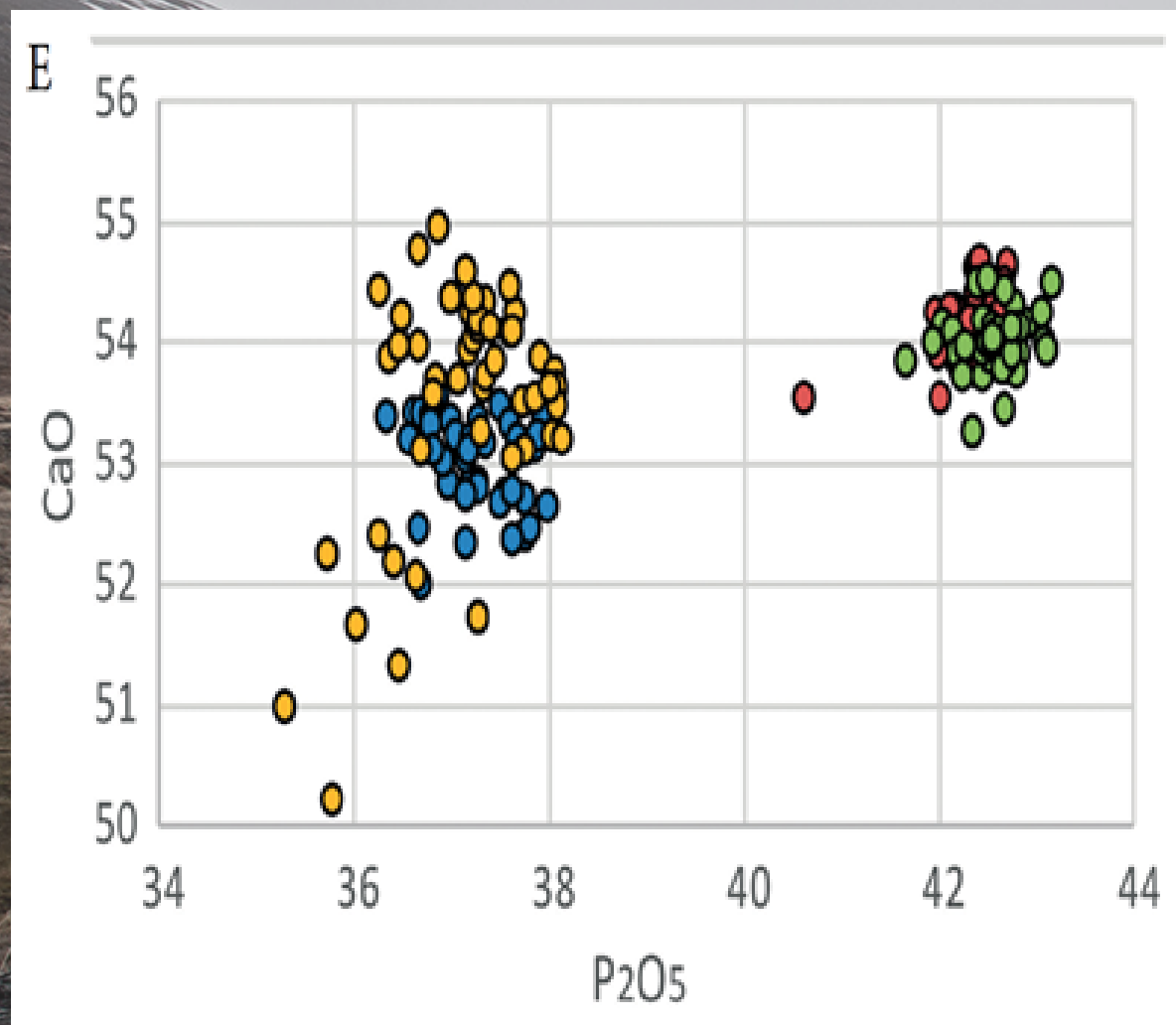
Três Estradas, RS

(Anzolin et al., 2019)



Três Estradas, RS

(Anzolin et al., 2019)



● Primary (Type 1)

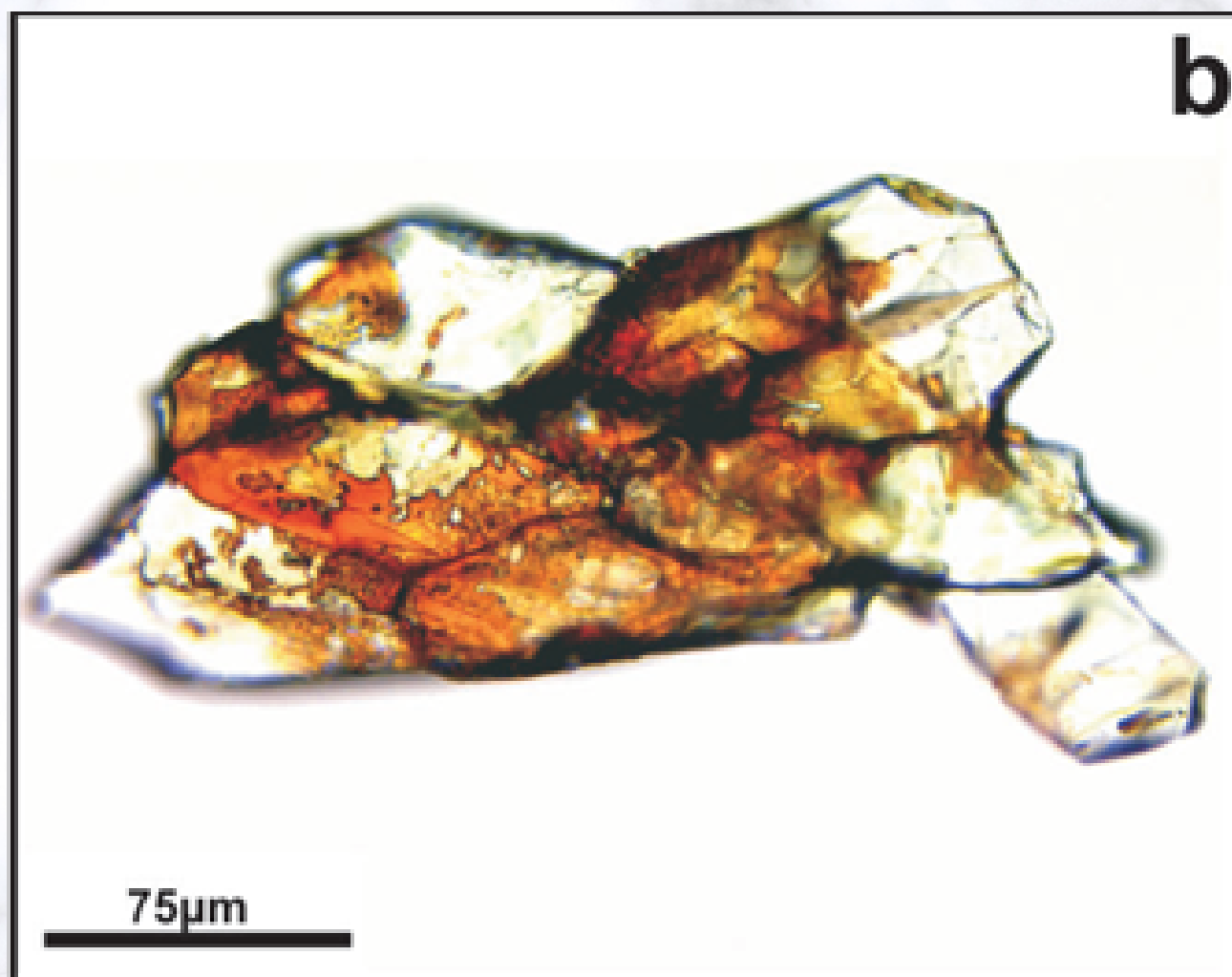
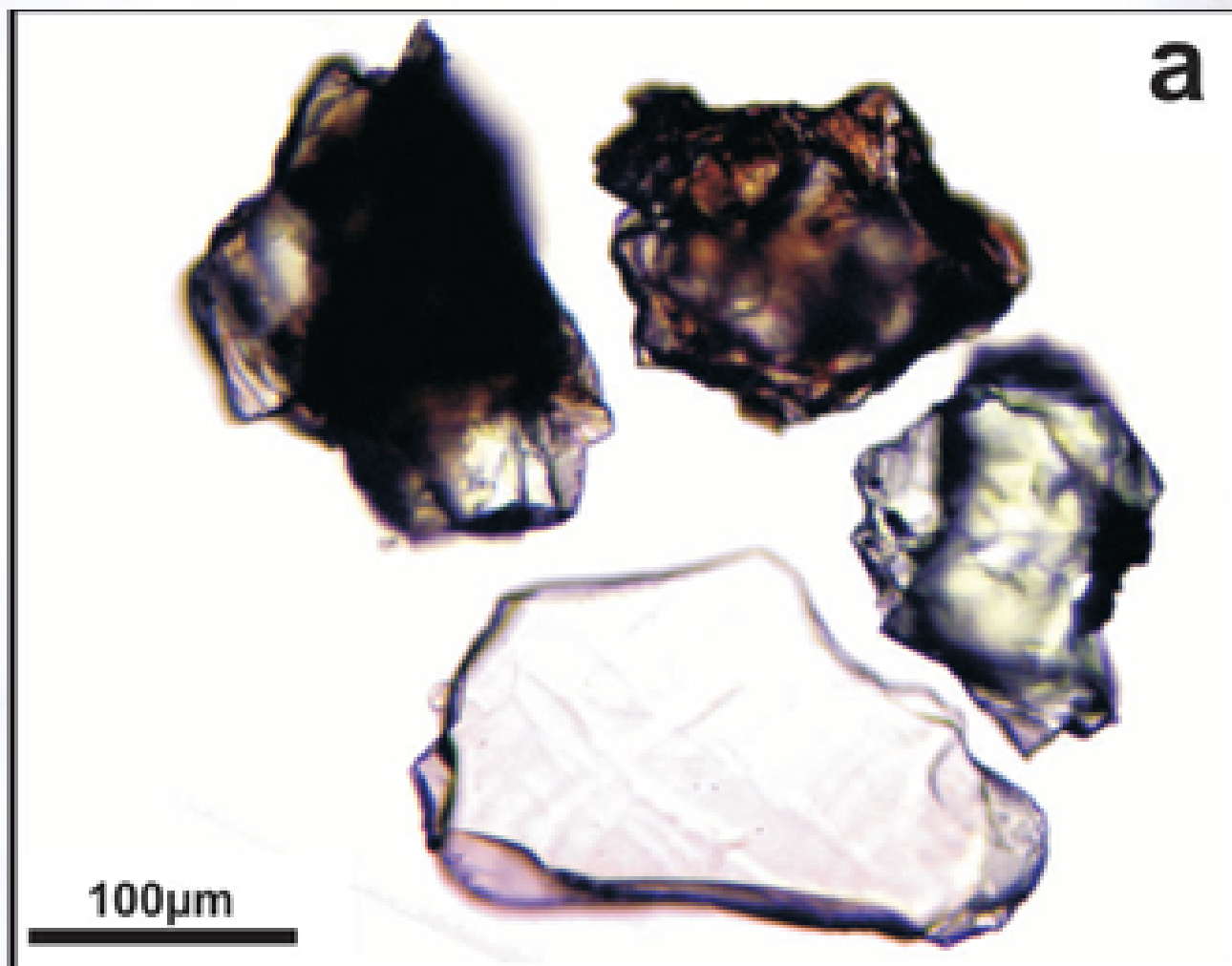
● Altered (Type 2)

● Epitaxial Growth (Type 3)

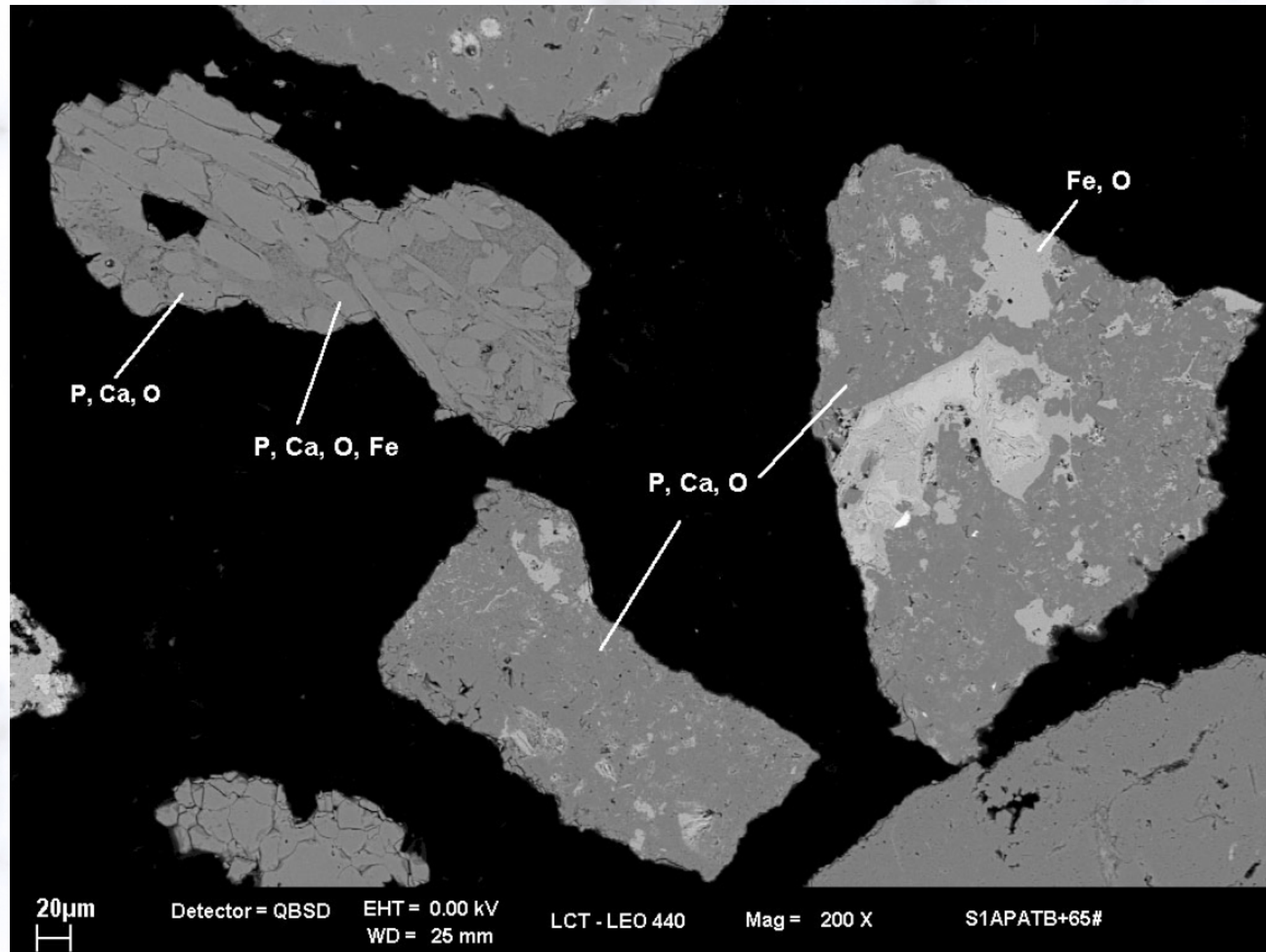
● Cristallites (Type 4)

Técnicas de caracterização

- MO:
 - Textura: associações minerais, grau de liberação, inclusões, tamanho de grão
 - Morfologia: hábitos (prismáticos, arredondados, planos, fibroso, agregados, etc)
 - Aspectos superficiais: lisa, rugosa, recobrimentos
 - Variedades: propriedades óticas (birrefringência e extinção)



Técnicas de caracterização



- MEV:
 - Maior profundidade focal
 - Maior resolução espacial
 - SE (secondary electrons): topografia da amostra
 - BSE (backscattered electrons): variação composicional baseado no número atômico médio de cada fase
 - EDS (Energy Dispersive Spectrometer) e WDS (Wavelength Dispersive Spectrometer)
 - Analisa pontos, áreas ou linhas
 - Fornece informações sobre a composição química

(Kahn et al., In. Beneficiation of Phosphates)
(Uliana et al., 2009)

Técnicas de caracterização

- CL: Analisa a variação composicional relacionada à presença de elementos traço na estrutura do mineral.
 - MO:
 - luminescência azul-violeta (apatita primária)
 - luminescência fraca ou ausente (apatita secundária)
 - luminescência verde-amarelada (presença de Mn)
 - MEV: tons de cinza
- DRX:
 - identificação de minerais
 - quantificação de minerais (Rietveld)
 - parâmetros de cela unitária (substituições na estrutura)
 - grau de cristalinidade

(Kahn et al., In. Beneficiation of Phosphates)

Técnicas de caracterização

- FTIR:
 - técnica complementar para distinguir tipos de apatitas
 - confirma a presença dos grupos hidroxila e carbonatos
- Microflotação em tubo de Hallimond:
 - estima o comportamento de minerais em relação ao pH, tipo de coletor, depressivos e espécies iônicas em solução.
 - avalia a correlação entre a cristaloquímica e a flotabilidade de um dado mineral.
- Separação magnética:
 - estima a quantidade de partículas com recobrimento de óxi-hidróxidos de ferro, que não respondem bem ao processo de flotação.

(Kahn et al., In. Beneficiation of Phosphates)

Técnicas de caracterização de superfície

- Molhabilidade ou Ângulo de contato:
 - mede ângulo de contato de um líquido sobre uma superfície sólida
 - goniometria:
 - mede o ângulo entre a tangente da superfície da gota na linha de contato e a superfície
 - ESEM (Environmental SEM): ambiente controlado, medição em tempo real
- XPS (X-ray Photoelectron Spectroscopy):
 - fornece a composição química da superfície a partir da energia de ligação e intensidade do pico do fotoelétron

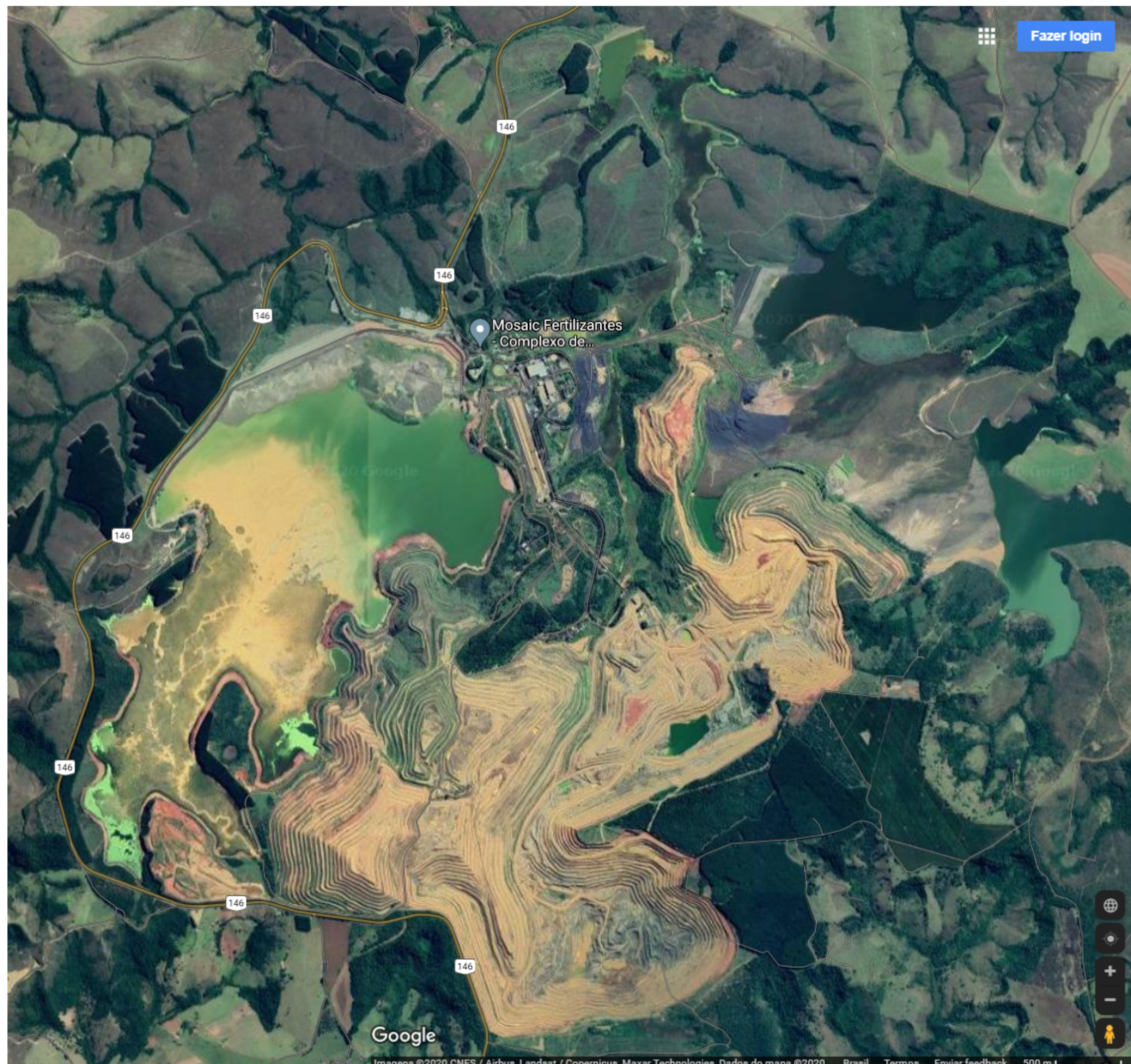
(Kahn et al., In. Beneficiation of Phosphates)

Técnicas de caracterização de superfície

- TOF-SIMS (Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry):
 - fornece a composição química e imagens para determinar a distribuição de espécies químicas, como coletores e depressivos adsorvidos na superfície dos minerais.
- AFM (Atomic Force Microscopy):
 - gera uma imagem 3D do perfil da superfície de um mineral desde de que a topografia esteja relacionada com a presença de materiais com propriedades mecânicas distintas.

(Kahn et al., In. Beneficiation of Phosphates)

Mina em Tapira - MG



Geologia e mineralização – Tapira, MG

Complexo alcalino – ultramáfico-carbonatítico
Aproximadamente, 70 milhões de anos

Dois tipos de minério:

1. minério friável – alterado pelo intemperismo, predomínio de ganga silicatada (70% reserva)
2. minério granuloso duro e compacto, ganga carbonatada (Hasui., Cordani, 1968)

Complexo Tapira- rochas ultrabásicas

Jazidas de fosfato e nióbio (apatita e pirocloro, respectivamente)

Produto secundário: titânio (anatásio)

Cinco zonas de mineralização no manto de intemperismo: estéril, Ti, P_2O_5 + Ti, P_2O_5 , Nb

Fosfato: zona menos intemperizada, teor de P_2O_5 maior que 5% sendo que o teor aumenta com a profundidade (CaO acompanha), silicatos (piroxênios, granadas e micas)

(Santos et al., 2002)

Lavra - Tapira - MG

Totalmente mecanizada

Céu aberto

Bancada de 13 metros de altura

,Decapeamento, desmonte com explosivos e perfuração

O minério lavrado é transportado por caminhões até a unidade de britagem primária (de 30” para 5”)

7 escavadeiras elétricas com capacidade de 10 a 13m³

13 caminhões de transporte com capacidade de 108 toneladas

7 caminhões para carga de até 150 toneladas

(Santos et al., 2002)

Britagem primária e homogeneização – Tapira, MG

O minério é decarregado em um silo

Passa para um alimentador de placa até uma grelha vibratória (8'x 16'), como abertura máxima de 5"

Material retido alimenta um britador giratório (54" x 74").

O produto da britagem é misturado ao passante da grelha,

Correia transportadora de 1.500 metros de comprimento encaminha o material para a torre de transferência e amostragem (capacidade nominal de 4.000 t/h).

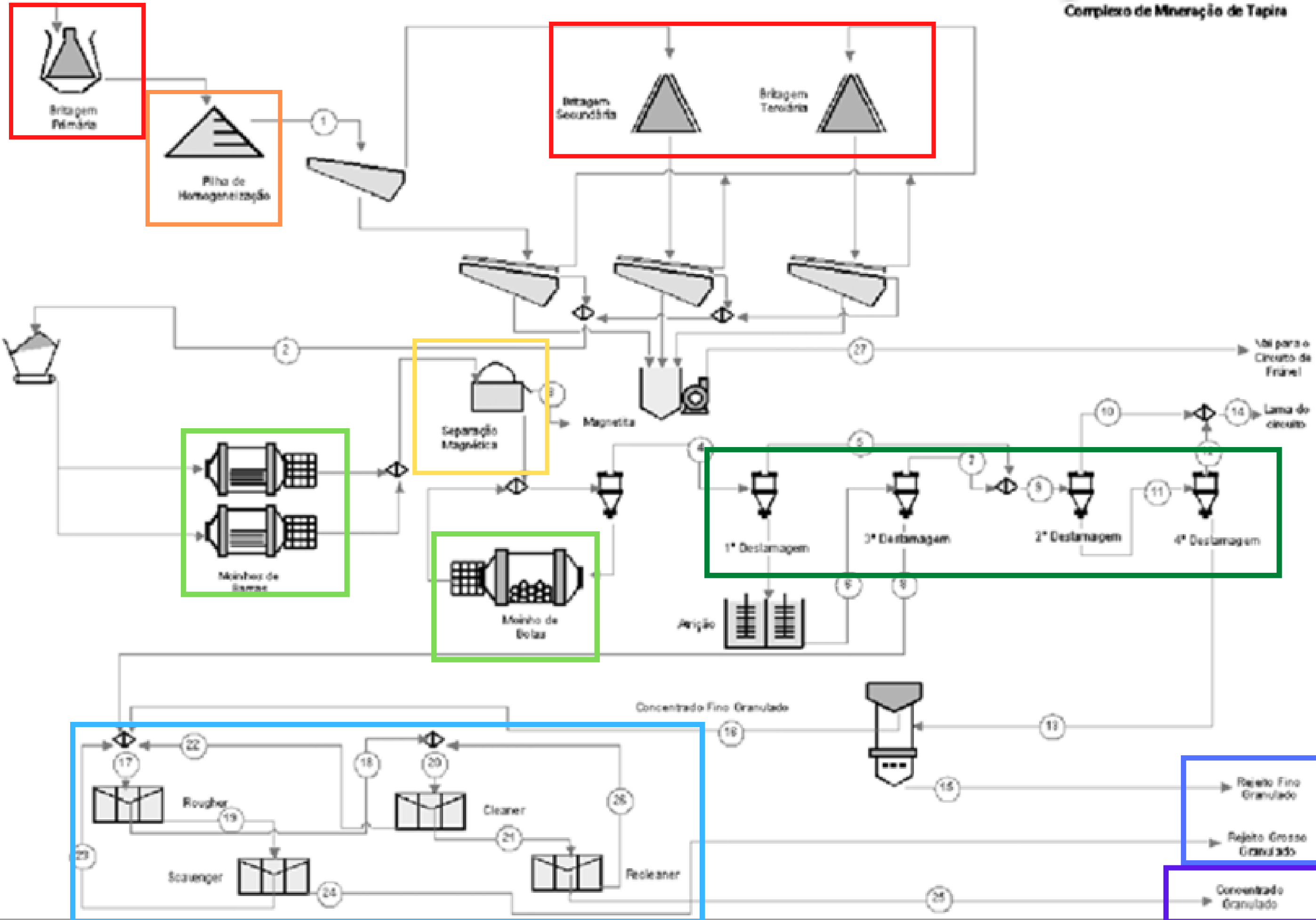
Empilhamento (stacker, de duas lanças)

Formação de duas pilhas de homogeneização paralelas, tipo chevron, com uma extensão de 700 metros de comprimento e capacidade de estocagem de 240.000 toneladas de minério, cada uma.

(Santos et al., 2002)

CIRCUITO GRANULADO

ROM



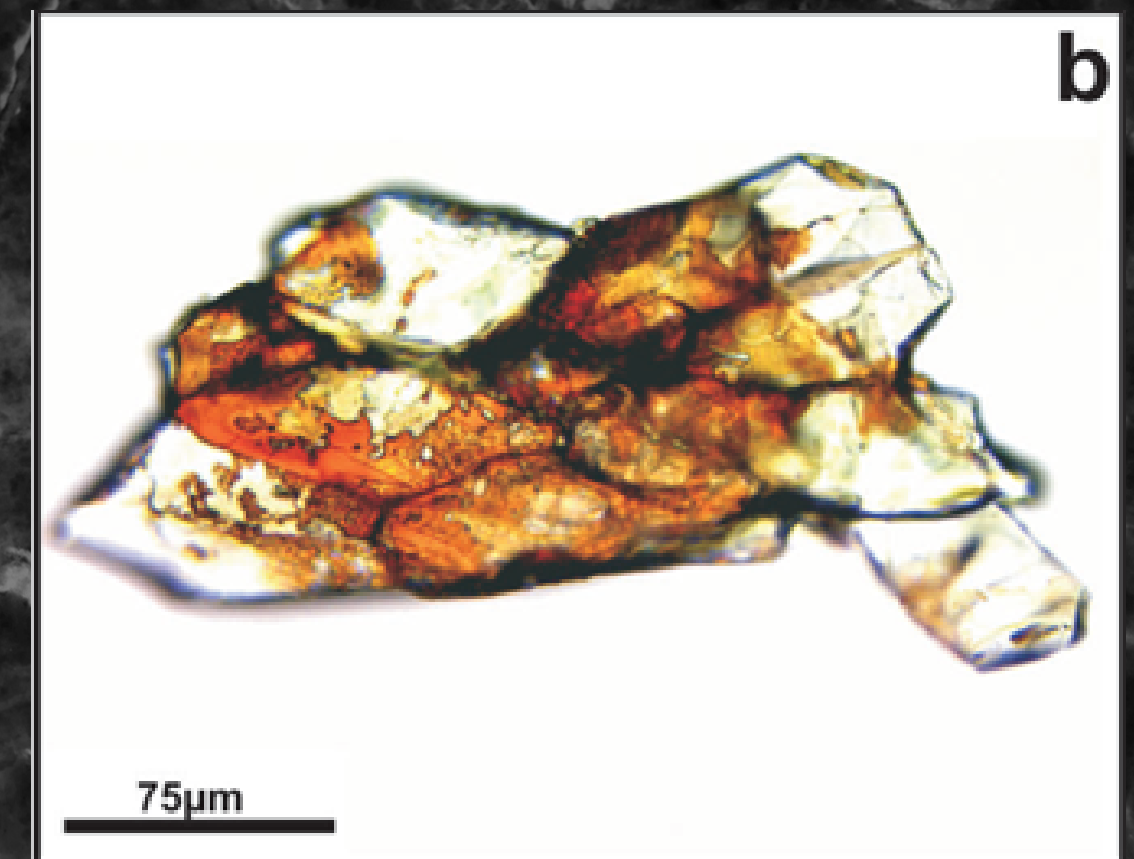
Flotação em fosfatos

É uma separação feita numa suspensão em água (polpa), onde bolhas de ar são injetadas fazendo com que materiais hidrofóbicos flutuem e hidrofílicos afundem, com a ajuda de produtos químicos.

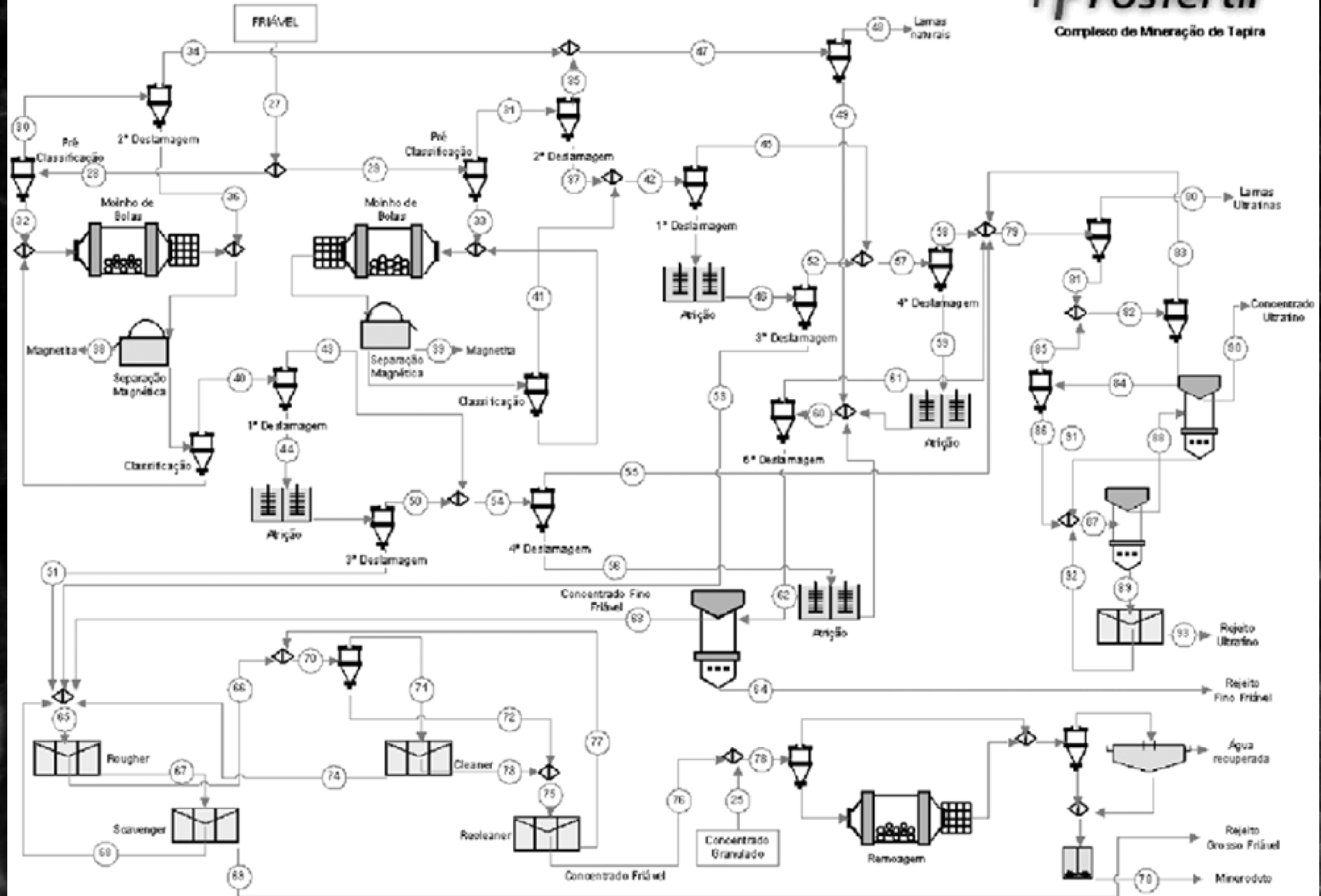
Circuito do minério granulado – ganga predominantemente silicatada
Coletores sintéticos baseados em S

Circuito do minério friável - ganga predominantemente carbonatada
Coletor de ácidos graxos derivados do óleo de casca de arroz

(CETEM, 2010)



CIRCUITO FRIÁVEL



Mineroduto – Tapira, MG

Bombeamento do concentrado fosfático via mineroduto com 120 km de extensão
Complexo Industrial de Uberaba para a produção de fertilizantes.

O transporte se faz pela impulsão de uma polpa, resultante da mistura do concentrado mineral, finamente moído, com água, através de uma tubulação de aço de alta resistência.

A polpa fosfática é constituída por 61% de sólidos e 39% de água

(Santos et al., 2002)

Tabela 1 - Especificação média do concentrado fosfático do Complexo de Mineração Tapira, Fosfertil

P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO/P ₂ O ₅	> 100#
35,5 ± 0,5	1,2±0,3	máx. 1,0	1,41 a 1,44	máx 8%

Mineroduto – Tapira, MG

4 tanques para preparação e armazenamento

2 bombas de carga centrífugas para transferências, test loop (circuito para testes da polpa a ser bombeada pelo mineroduto)

1 estação de bombas com 3 bombas de pistão

120 Km de tubulação de aço com 9,625” de diâmetro

3 tanques de recebimento no terminal

Conjunto de válvulas de controle e operação incluindo sistema de válvulas, via telecomando; instrumentos para monitoramento e controle de processo e operação e comando por sistema supervisório.

(Santos et al., 2002)

Barragem de rejeitos - Tapira, MG

85% da massa da alimentação da usina
Barragem de lama (argilominerais)
Barragem de rejeitos (flotação)

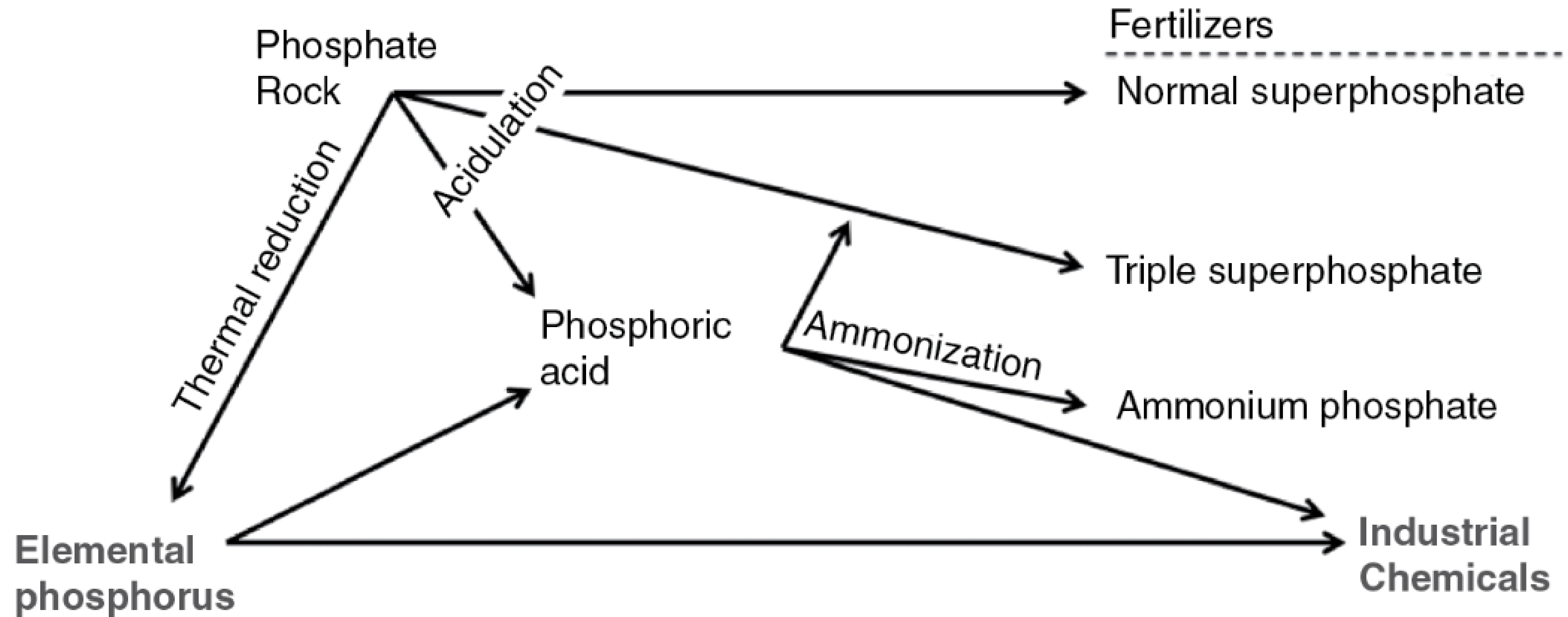
Barragem de captação de água
Barragem de dejetos
Dragagem e transporte por caminhões

(Santos et al., 2002)

Por que estudá-las?

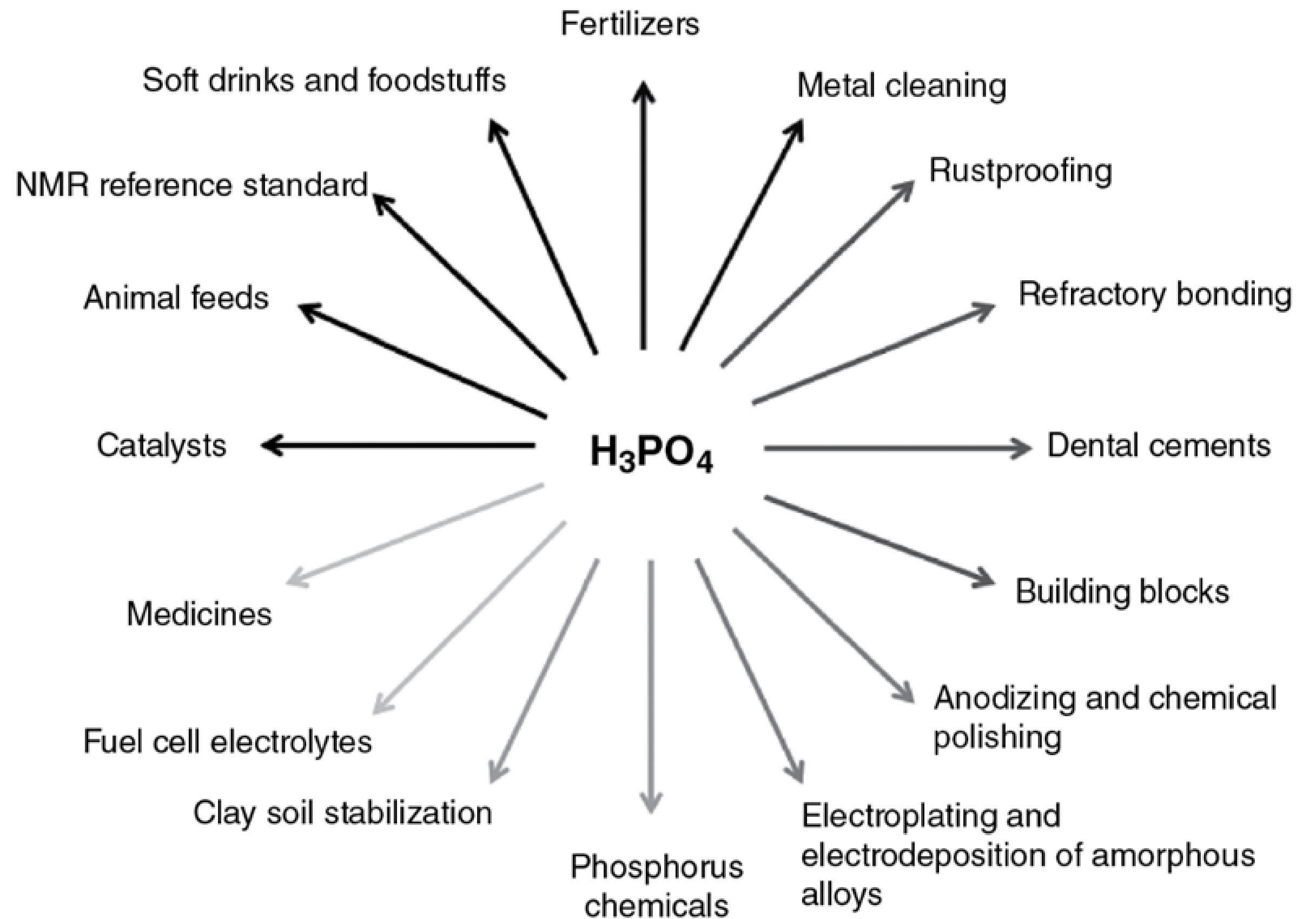
- Fertilizantes 90% (FAO, 2004)
- Ração animal
- Ácido fosfórico (H_3PO_4)
 - Fertilizantes
 - Indústria alimentícia
 - Indústria metalúrgica

Por que estudá-las?

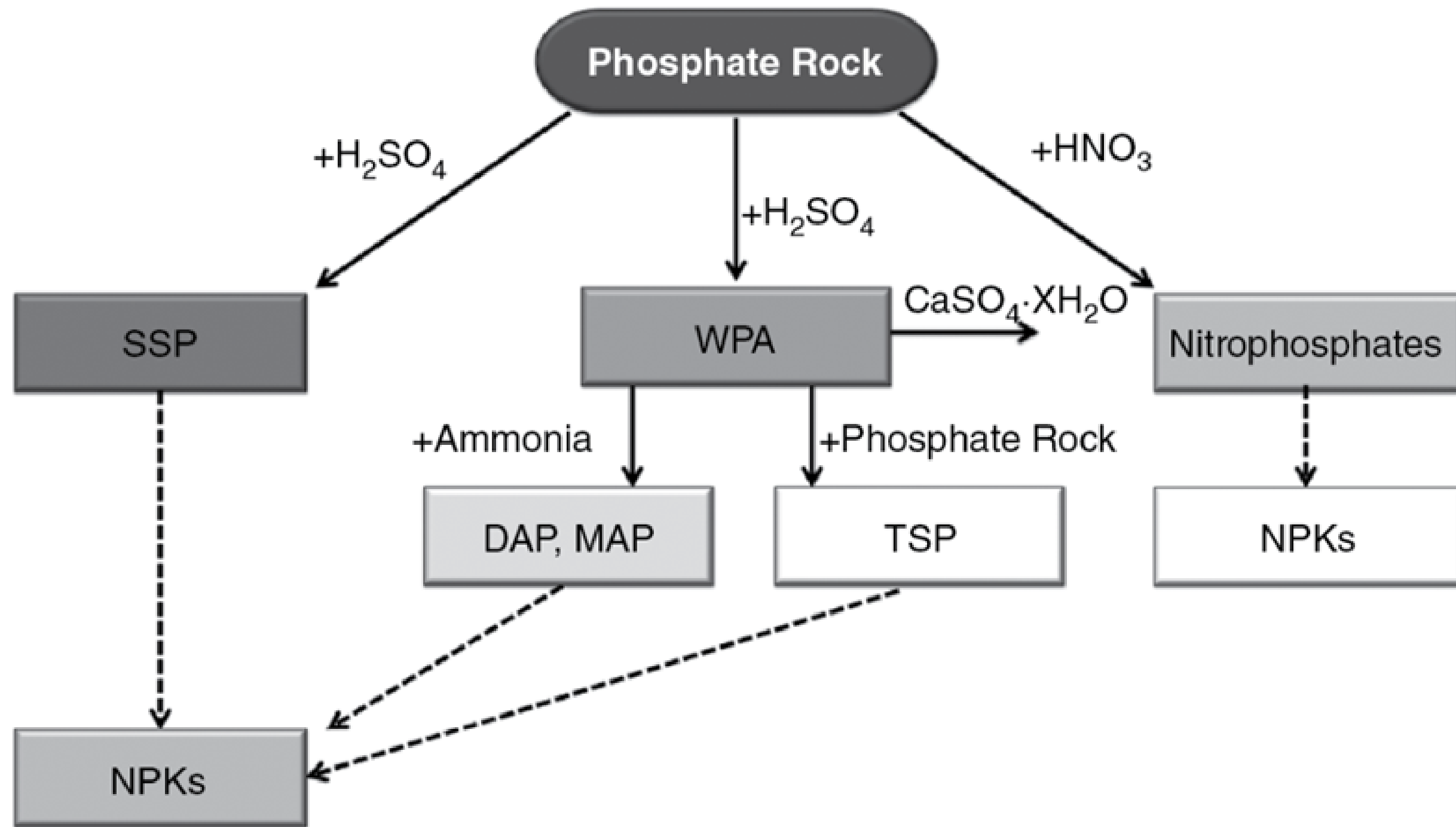


(Petr Ptáček, Mining and Beneficiation of Phosphate Ore, 2016)

Por que estudá-las?



(Petr Ptáček, Mining and Beneficiation of Phosphate Ore, 2016)



**Por que
estudá-las?**

(Petr Ptáček, Mining and Beneficiation of Phosphate Ore, 2016)

Por que estudá-las?

Name	Chemical composition	Solubility	P ₂ O ₅ [%]
Superphosphate ¹⁴	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ + CaSO ₄	Water sol.	18 – 22
Triple superphosphate	Ca(H ₂ PO ₄) ₂		46 – 47
Monoammonium phosphate	NH ₄ H ₂ PO ₄		48 – 50
Diammonium phosphate	(NH ₄) ₂ HPO ₄		54
Basic (Thomas) slag	Ca ₃ P ₂ O ₈ ·CaO + CaO·SiO ₂	Citric acid sol.	10 – 22
Sinter(Thermo)phosphate	CaNaPO ₄ ·Ca ₂ SiO ₄	NH ₄ ⁺ citrate sol.	25 – 29
Ground rock phosphate	Apatite	Soluble in citric acid	29
Fused Mg phosphate	Ca-Mg phosphate		20

(Petr Ptáček, Mining and Beneficiation of Phosphate Ore, 2016)

Qual a importância da apatita em fertilizantes?

- Fonte de fósforo.
- Macronutriente primário para as plantas.
- Essencial nos processos fisiológicos, biogeoquímicos e metabólicos.
- Formação de enzimas e proteínas.
- Presente na estrutura de fosfoproteínas, fosfolipídios e ácidos nucleicos.
- Importante na fase reprodutiva, maturação precoce e amadurecimento e formação de sementes.

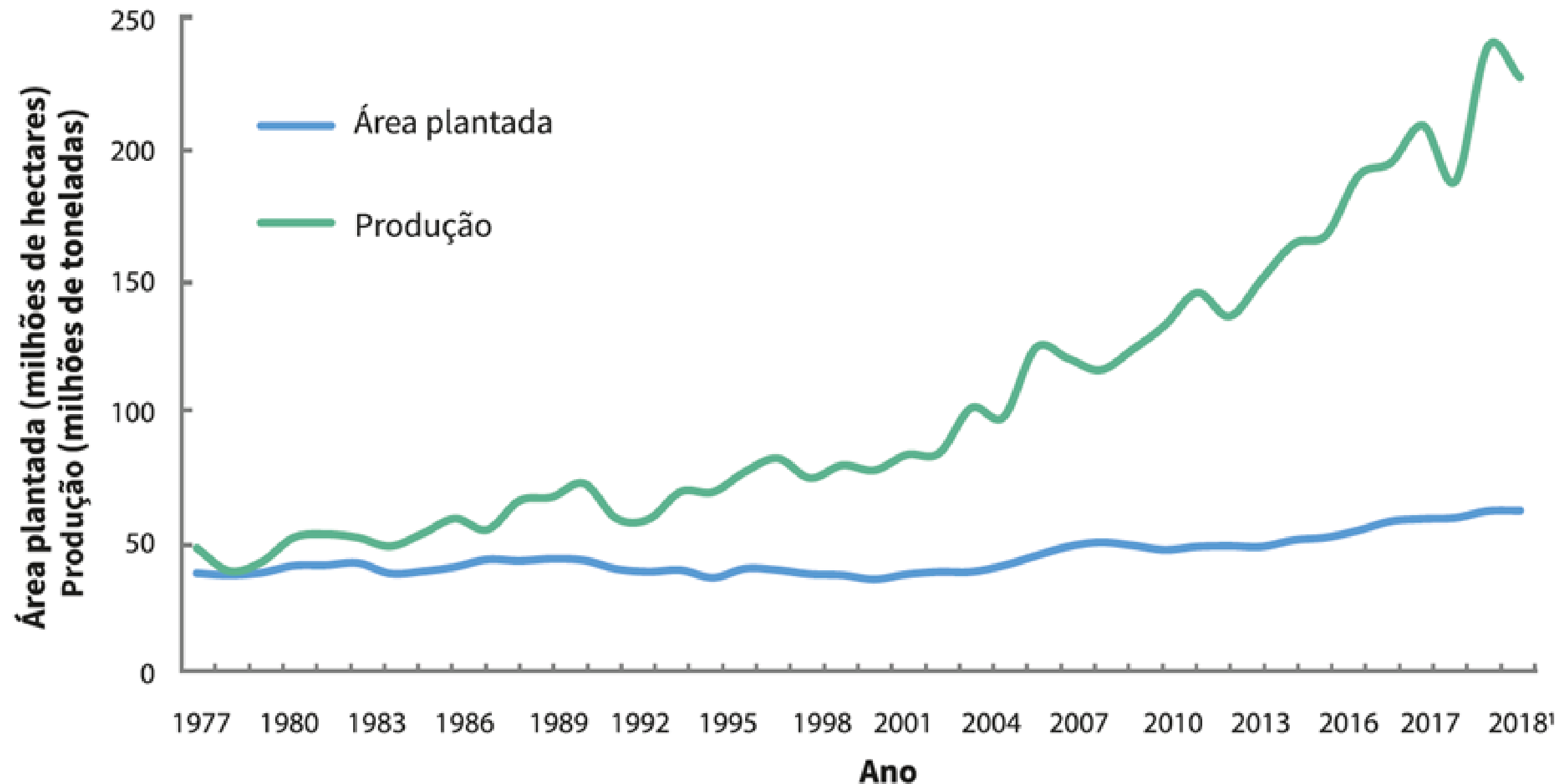
Fonte: OuroFino Agronegócios

Qual a importância da apatita em fertilizantes?

- Estima-se que a demanda global pela produção de alimentos deve aumentar em 35% até 2030.
- O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores mundiais, alimentando, aproximadamente, 1,5 bilhão de pessoas no mundo, em mais de 150 países (~ 21% da população mundial).
- Entre 2000 e 2015, o uso de fertilizantes no País cresceu 87%, contribuindo, dentre outros fatores, para um aumento de 150% na produção de grãos.
- Porém, a produção nacional é inferior à demanda interna, o que torna o país dependente de importações. Em 2015, 70% da demanda foi suprida por importações.

Fonte: Embrapa

Qual a importância da apatita em fertilizantes?



Fonte: Embrapa

Qual a importância da apatita em fertilizantes?



Qual a importância da apatita em fertilizantes?



Mais informações

- CARBONATITO

Maior Mina de Fosfato da América Latina - FOSFERTIL - Vale Fertilizantes - Tapira/MG - Globo Rural - https://www.youtube.com/watch?v=Umb7w3FUYN_E

Moradores temem rompimento de barragem em Tapira - <https://www.youtube.com/watch?v=0D6jtfoOr50>

Mais informações

- FOSFORITO

Fosfato natural reativo garante pastagem mais forte e lavoura mais produtiva

-

<https://www.youtube.com/watch?v=Ncb2OLZ3CUI&list=LL&index=4>

Notícia Brasil Mineral -

<https://www.brasilmineral.com.br/noticias/edem-cresce-em-fosfato-natural>

Publieditorial -

<https://agego.org.br/wp-content/uploads/2017/11/PDF-Fosfato-de-Bonito.pdf>

Mining Phosphorus - Florida Phosphate Film -

<https://www.youtube.com/watch?v=FKNJItt5Ej8&list=LL&index=10&t=0s>



OBRIGADA!