

Oficina 2 – Rochas e minerais alternativos para a obtenção de fertilizantes

ROTAS TECNOLÓGICAS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVAS PARA A OBTENÇÃO DE FERTILIZANTES



MULTIGEO

Arthur Pinto Chaves



Escola Politécnica da USP
Multigeo Engenharia Mineral Geologia Meio Ambiente

Oficina 2 – Rochas e minerais alternativos para a obtenção de fertilizantes

Desde tempos imemoriais, esterco, restos de plantas e de animais, tortas de grãos vegetais, farinha de ossos e de conchas, cinzas, entre outros materiais, são fontes importantes de fertilizantes.

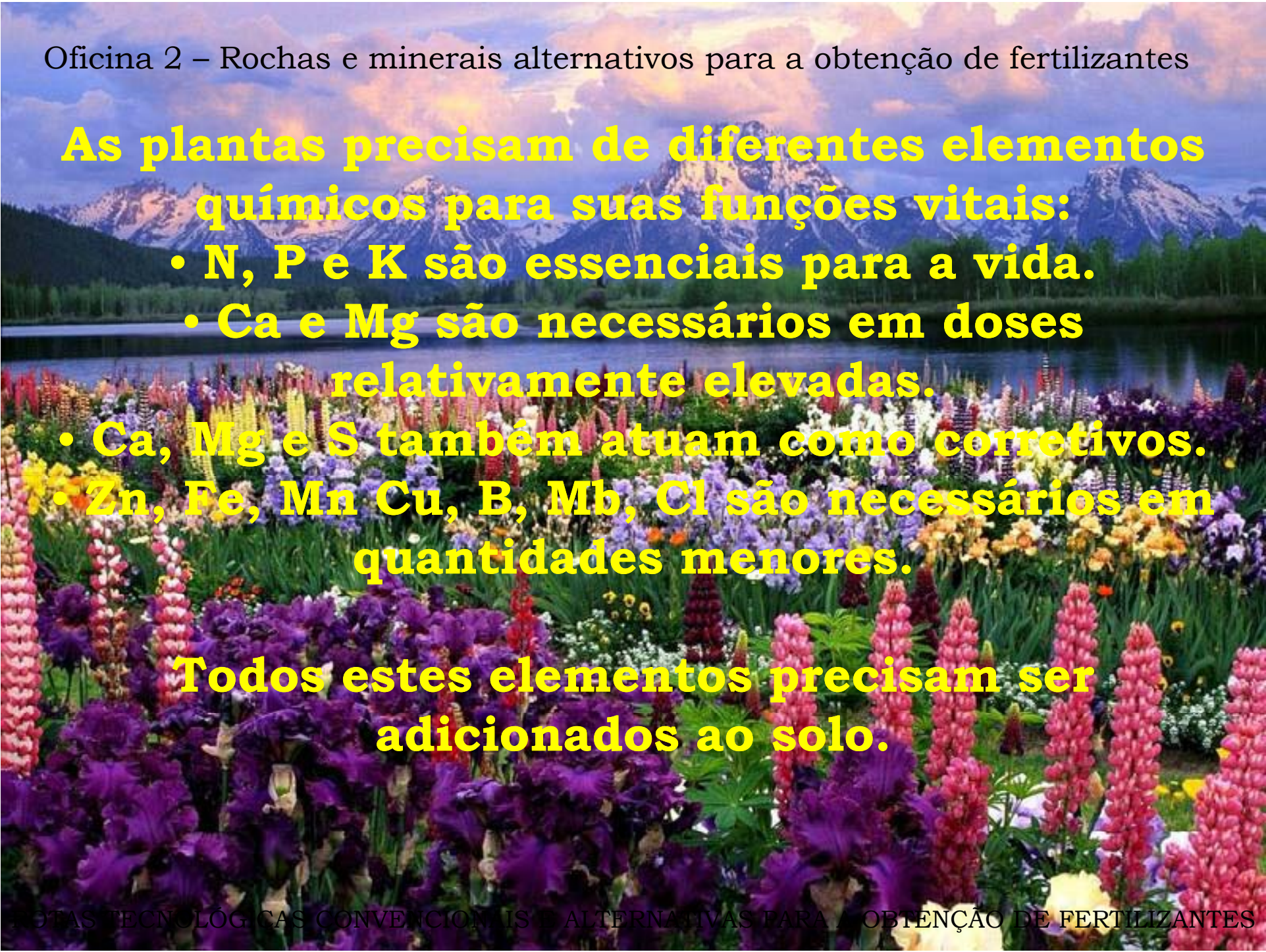
A adubação tem duas funções diferentes:

**1 – fornecer os nutrientes de que o solo é
deficiente,**

**2 - adequar as condições físicas de ventilação,
drenagem e proliferação de micro-organismos.**

**Esterco, tortas e composto orgânico só
exercem esta segunda função.**

**Não aportam os elementos químicos
necessários.**

The background of the slide is a composite image. The top half shows a serene landscape with a calm lake reflecting the sky, surrounded by dark green forests and majestic, snow-capped mountains under a soft, colorful sky. The bottom half of the image is a dense field of various flowers, including tall purple lupines and smaller pink and yellow blossoms, creating a vibrant and colorful foreground.

Oficina 2 – Rochas e minerais alternativos para a obtenção de fertilizantes

As plantas precisam de diferentes elementos químicos para suas funções vitais:

- N, P e K são essenciais para a vida.
- Ca e Mg são necessários em doses relativamente elevadas.
- Ca, Mg e S também atuam como corretivos.
- Zn, Fe, Mn Cu, B, Mb, Cl são necessários em quantidades menores.

Todos estes elementos precisam ser adicionados ao solo.

Fertilizantes:

1 - fertilizantes fosfatados solúveis

a - baixa concentração – super simples (SSP), e o fosfato parcialmente acidulado (FPA)

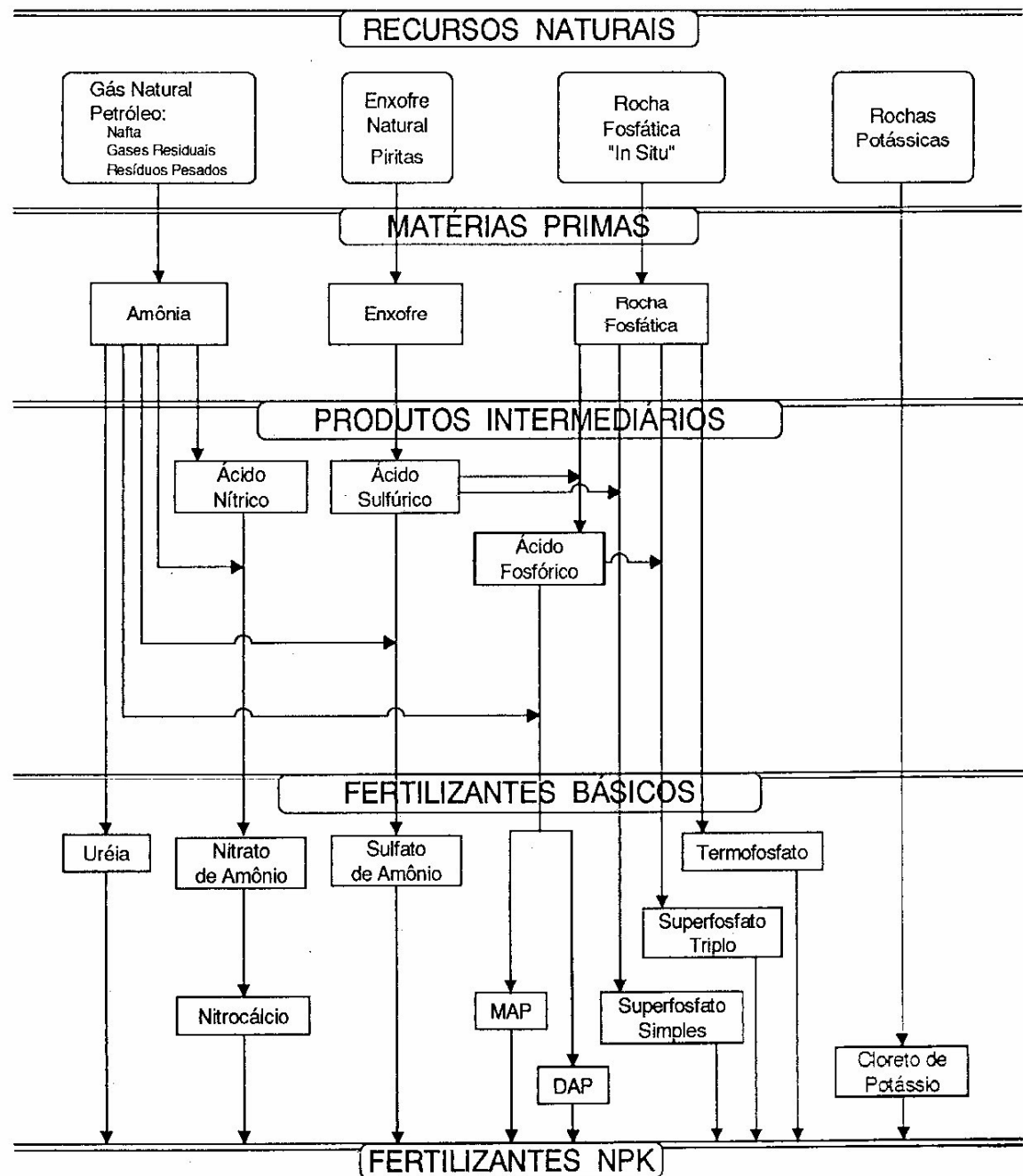
b - alta concentração - mono-amônio fosfato (MAP), triamônio fosfato (TAP), superfosfato triplo (TSP), e triplo simples (TSP)

c - termofosfatos.

2 - potássio = cloreto de potássio.

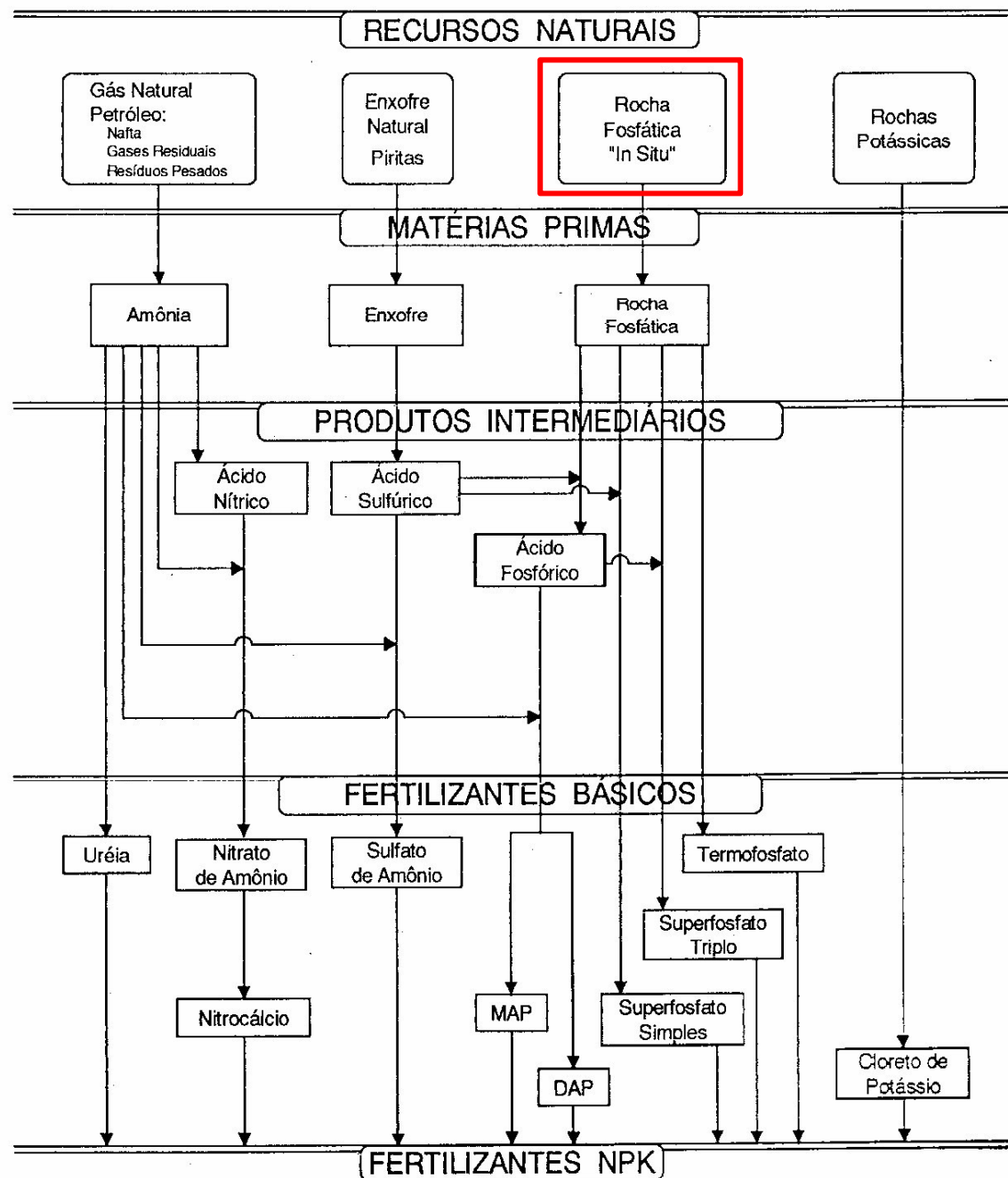
3 – nitrogênio.

Oficina 2 – Rochas e minerais



ROTAS TECNOLÓGICAS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVAS PARA A OBTENÇÃO DE FERTILIZANTES

Oficina 2 – Rochas e mineração



ROTAS TECNOLÓGICAS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVAS PARA A OBTENÇÃO DE FERTILIZANTES

FÓSFORO

**A fluorapatita é o principal mineral de minério
 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F})$.**

**O F pode ser substituído por OH^-
(hidróxiapatita) ou por Cl^- (cloroapatita).
O Ca pode ser substituído parcialmente por
Mg, Na, Mn e outros.**

- A apatita ocorre em minérios de origem ígnea**
- grãos melhor cristalizados $\Rightarrow$ mais puros,
e em minérios de origem **sedimentar**
 - grãos mistos com calcita, dolomita, limonitas
e argilas.
 - cristalização pior, às vezes criptocristalina.
Este minério é chamado de **colofanita**.

**Quando bem cristalizada,
a apatita tem baixa solubilidade.**

**Para que o fósforo possa ser aproveitado pelas
plantas, ele precisa ser colocado numa forma
solúvel.**

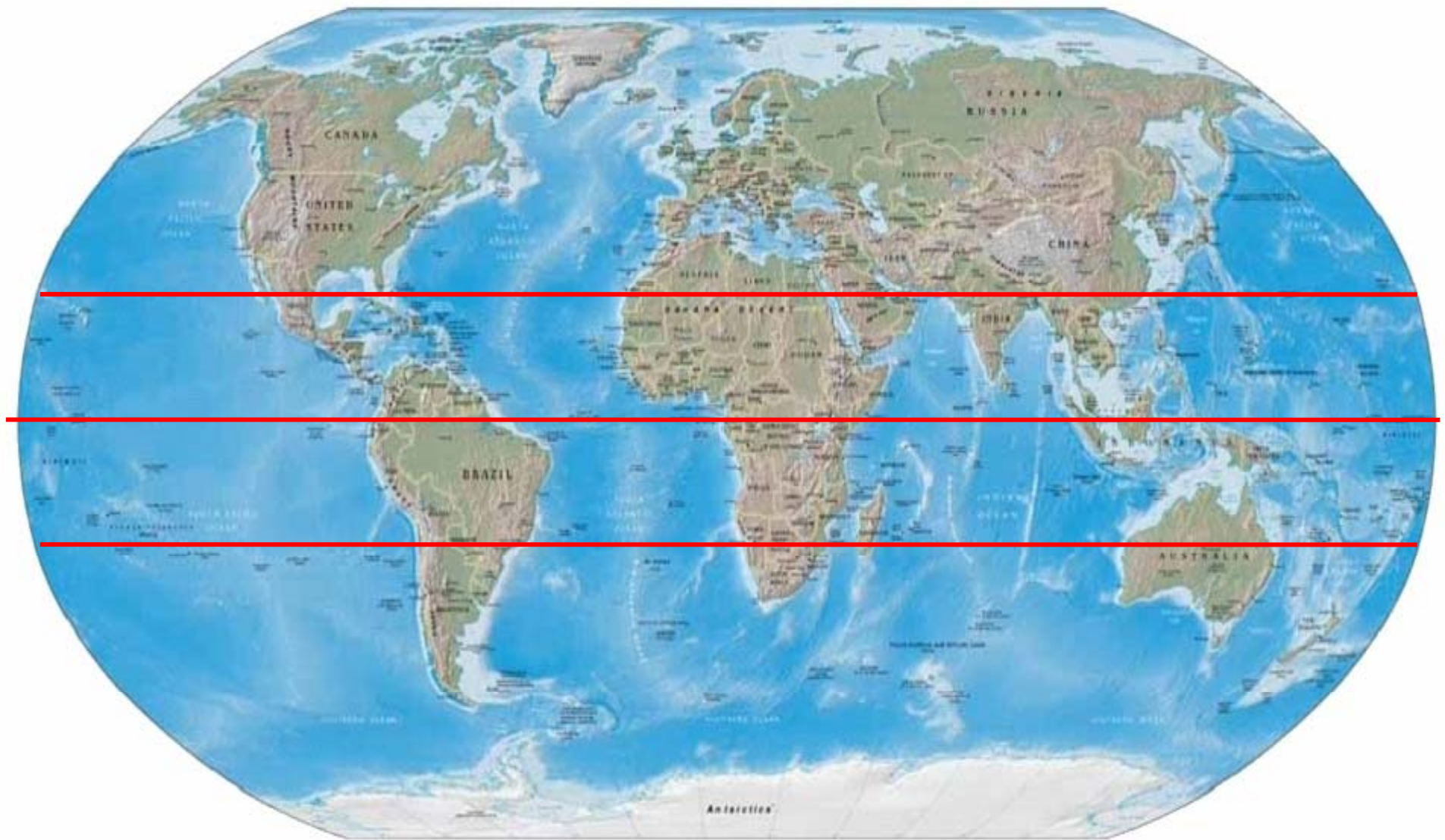
solubilização da apatita

1 – pirometalúrgica: fundir as apatitas e resfriá-las rapidamente, de modo a impedir a recristalização,

2 – química: sintetizar outro fosfato de alta solubilidade.

A colofanita é mais solúvel e pode ser aplicada diretamente ao solo. A substituição do PO_4^{3-} por CO_3^{2-} desestabiliza a estrutura cristaloquímica, aumentando a solubilidade.

Oficina 2 – Rochas e minerais alternativos para a obtenção de fertilizantes



ROTAS TECNOLÓGICAS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVAS PARA A OBTENÇÃO DE FERTILIZANTES



Oficina 2 – Rochas e minerais alternativos para a obtenção de fertilizantes

22, 23 e 24 /11/ 2008

Balneário Camboriú

ROTAS TECNOLÓGICAS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVAS PARA A OBTENÇÃO DE FERTILIZANTES

Oficina 2 – Rochas e minerais alternativos para a obtenção de fertilizantes



ROTAS TECNOLÓGICAS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVAS PARA A OBTENÇÃO DE FERTILIZANTES

Oficina 2 – Rochas e minerais alternativos para a obtenção de fertilizantes

características de solos

tropicais	temperados
predomínio de caulinita	predomínio de montmorilonita
mais profundos	mais rasos
pequena capacidade de troca de cátions	elevada capacidade de troca de cátions
mais pobre em Si	mais rico em Si
mais rico em Al e Fe	mais pobre em Al e Fe
pouca fixação de K e NH ₄	apreciável capacidade de fixar K e NH ₄
elevada capacidade de fixar P	pequena capacidade de fixar P
mais ácido	menos ácido
friável	pegajoso
mais grumoso em estado natural	estrutura menos grumosa
decompõe rapidamente a matéria orgânica	decompõe lentamente a matéria orgânica
raramente acumula húmus	pode acumular húmus em quantidade
possui microvida muito ativa	possui microvida pouco ativa
sofre facilmente erosão	raramente ocorre erosão
por chuvas torrenciais	pelas chuvas fracas
sofre superaquecimento	é muito frio
necessita proteção contra insolação direta	necessita ser aquecido
baixa capacidade de retenção de água	alta capacidade de retenção de água

contra a utilização de fertilizantes de alta solubilidade no Brasil

1 - fabricação $\Rightarrow$ concentrados de teor elevado de P_2O_5 e de baixos teores de SiO_2 , Fe_2O_3 e Al_2O_3 $\Rightarrow$ muitas jazidas marginalizadas + perdas de mineral na concentração $\Rightarrow$ grandes volumes das reservas inaproveitáveis.

2 - importação de S ou H_2SO_4 : o Brasil importa 90% do enxofre que usa, 70 % para a indústria de fertilizantes.

3 - 4,5 t de fosfogesso /t ácido fosfórico.

4 - elevada solubilidade $\Rightarrow$ a maior parte dele solubilizada na primeira chuva $\Rightarrow$ pequena parte aproveitada $\Rightarrow$ maior parte arrastada pelas águas de superfície ou de subsolo.

5 - fosfato dissolvido e arrastado $\Rightarrow$ poluição dos cursos d'água e do lençol freático, facilitada pela compactação dos solos tropicais

6 - rápida retrogradação dos fosfatos adicionados. Reação com o ferro e alumínio dos solos, formando fosfatos pouco solúveis + retorno à forma de apatita, também pouco solúvel.

Consequência: aproveitamento $< 15\%$.

argumentos a favor:

consideram a eficiência agronômica do fertilizante, ou seja, o comportamento dos cultivares imediatamente após a aplicação.

1 - experimentos agronômicos controlados - os fertilizantes fosfatados de alta solubilidade (SSP, TSP, MAP e DAP) e os termofosfatos apresentam elevada eficiência agronômica.

Os fosfatos parcialmente acidulados e os fosfatos naturais de origem sedimentar apresentam média eficiência.

Os fosfatos naturais brasileiros, de origem vulcânica, têm baixa eficiência agronômica (Goedert e Sousa, 1984, citado em Lopes, 2005).

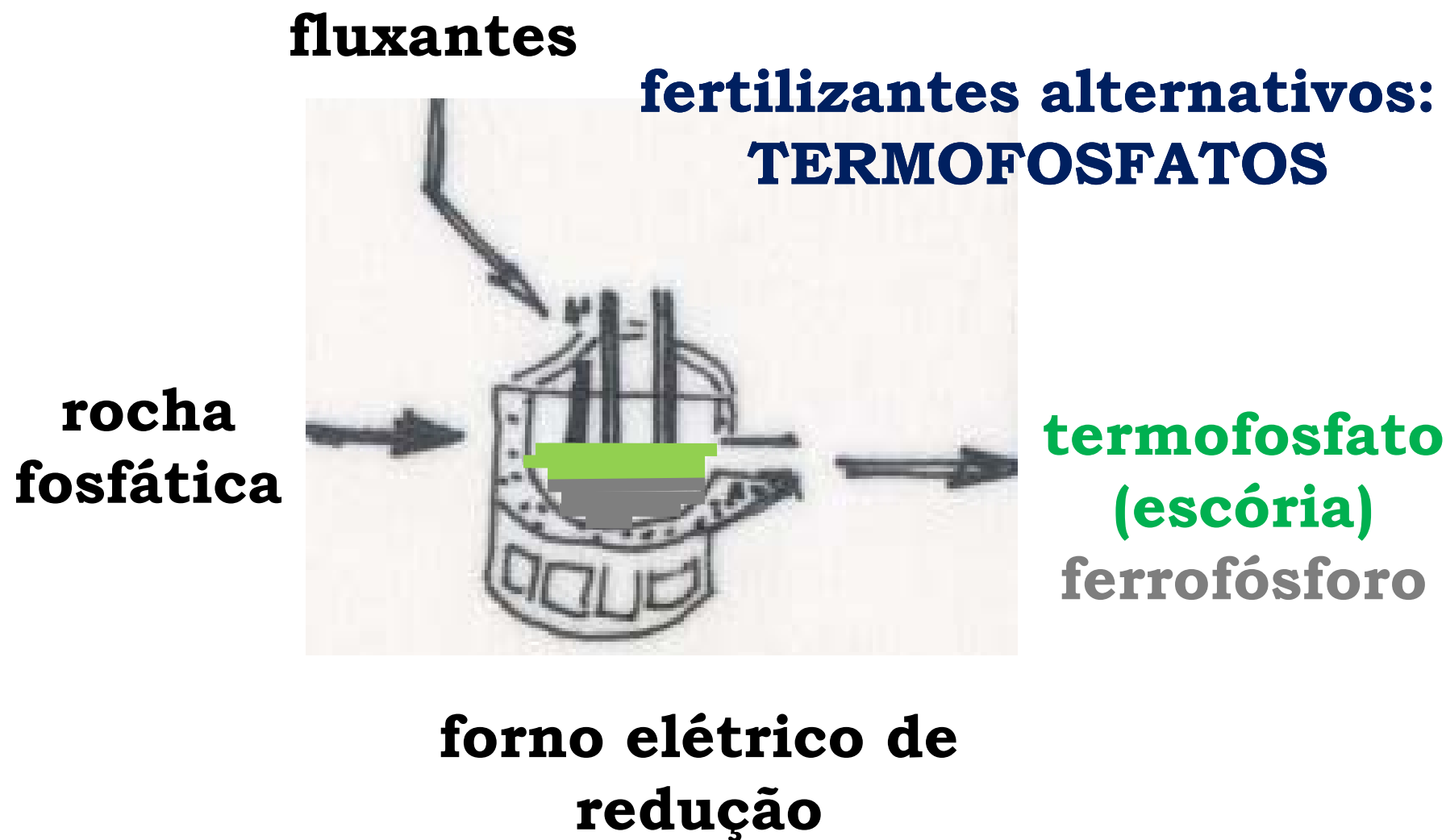
2 - Goedert et al., 1991 (cit. Lopes, 2005) - os SSP e TSP se comportaram, para a média de quatro anos, num patamar semelhante aos termofosfatos fundido e calcinado.

3 - A fixação do fósforo pelo solo não é um fenômeno totalmente irreversível - grande parte do fósforo "fixado" pode, com o passar dos anos voltar a ser disponível para as plantas. Isto ocorre principalmente quando se adota a rotação de culturas e se escolhem espécies eficientes em extrair fósforo. Sousa Lobato, 2004: durante 22 anos, culturas anuais - recuperação de P =44 % e, quando foram introduzidas pastagens, = 85 % (Lopes, 2005).

4 - A poluição dos cursos d'água decorreria principalmente do fosfato aderido às partículas de solo arrastadas para dentro do curso d'água.

Isto seria fruto de práticas agrícolas impróprias.

A preservação / manutenção da mata ciliar e de faixas de gramíneas ao longo dos cursos d'água + boas práticas de conservação do solo são suficientes para minimizar este impacto (Lopes, 2005).



**fertilizantes alternativos:
TERMOFOSFATOS**

**termofosfato
magnesiano
fundido,
fosfato
Rhenânia e
fosfato
desfluorizado**

fertilizantes alternativos: OUTRO

Processo Humifert:

**sintetização de ácido nítrico a partir do
nitrogênio do ar,
fixação sobre um substrato orgânico e com
material fosfatado**

= fertilizante organo-fosfatado-nitrogenado

fertilizantes alternativos

permitem utilizar matérias-primas cujas especificações sejam mais relaxadas que as dos processos de fabricação de fertilizantes de alta solubilidade:

- minérios de baixo teor,**
- minérios marginais,**
- rejeitos,**
- outros minérios.**

Oficina 2 – Rochas e minerais alternativos para a obtenção de fertilizantes



Obrigado !

apchaves@usp.br

arthurchaves@multigeo.com.br



MULTIGEO

ROTAS TECNOLÓGICAS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVAS PARA A OBTENÇÃO DE FERTILIZANTES