

USP



**Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de Lorena**

**PROCESSOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS I
LOQ4022 – Turma 20211D1 – Engenharia Química**



Apresentação 10

FERTILIZANTES

PROF. ANTONIO CARLOS DA SILVA

FERTILIZANTES

- **Fertilizantes ou adubos são compostos químicos que visam suprir as deficiências em substâncias vitais à sobrevivência dos vegetais.**
- **São aplicados na agricultura com o intuito de melhorar a produção.**
- **A alta taxa de produção de alimentos e matérias-primas vegetais, exige a utilização de fertilizantes para que haja a produtividade e qualidade exigidas.**
- **Os fertilizantes repõem no solo ingredientes retirados pelas plantas ou adicionam a solos nativos ingredientes indispensáveis para que sejam produtivos ou mais produtivos.**

FERTILIZANTES

- As plantas necessitam de diversos elementos químicos:
- **Macronutrientes:** carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, enxofre, cálcio, magnésio e potássio.
- **Micronutrientes:** boro, cobalto, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco.
- Alguns desses elementos estão fartamente disponíveis no meio ambiente do planeta e são diretamente assimiláveis pelas plantas, como carbono, hidrogênio e oxigênio.
- Outros como nitrogênio, apesar de fartamente disponível na atmosfera, não são diretamente absorvíveis pelas plantas, ou o processo de absorção é muito lento face à demanda produtiva.

FERTILIZANTES

- Os primeiros materiais utilizados pelo homem para melhorar a produtividade de alimentos foram os excrementos de animais.
- Os chineses, durante 5000 anos, utilizaram esse recurso.
- Guano é o nome dado às fezes das aves e morcegos quando estas se acumulam. Pode ser usado como um excelente fertilizante devido aos seus altos níveis de nitrogênio. O guano é composto de amoníaco, ácido úrico, ácido fosfórico, sais e impurezas da terra.
- O guano é coletado em várias ilhas do Oceano Pacífico (principalmente nas do Peru) e em outros oceanos. Estas ilhas tem sido o habitat de colônias de aves marinhas por séculos, acumulando vários metros deste material.
- O guano das ilhas peruanas foi exportado durante o século XIX e início do século XX e foi o seu grande produto de exportação. Continua existindo uma grande demanda por guano peruano, por este ser um fertilizante natural.

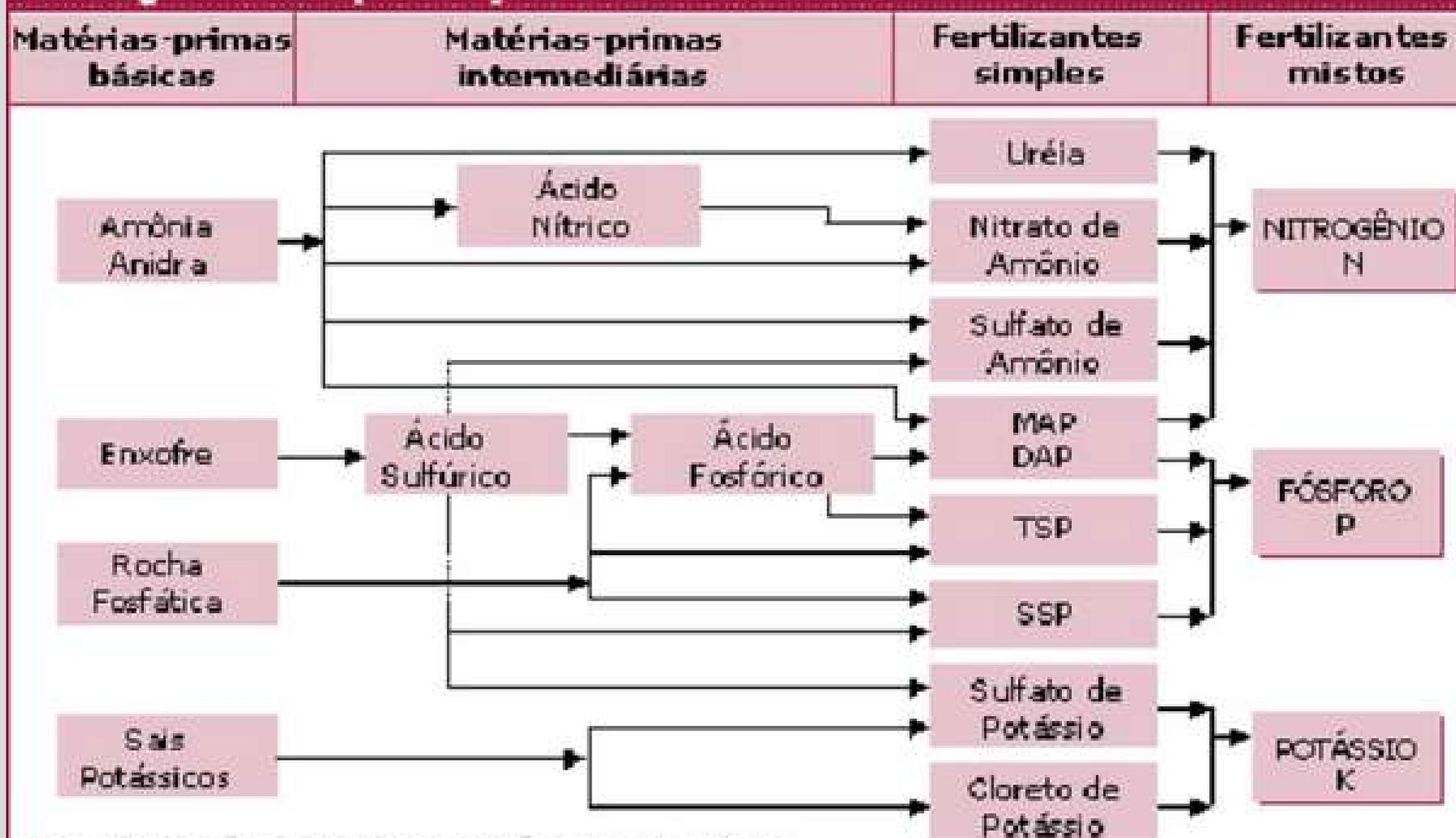
FERTILIZANTES

Os principais elementos que devem ser repostos pelos fertilizantes são Nitrogênio, Fósforo e Potássio – NPK.

- **Nitrogênio** – necessário nos primeiros estágios de crescimento, para o desenvolvimento de caules e folhas.
- **Fósforo** – estimula o crescimento e acelera a formação de sementes e de frutos, nos estágios avançados de crescimento.
- **Potássio** – essencial ao desenvolvimento de amido (batatas e cereais), dos açúcares (frutos) e do material fibroso das plantas.

Matriz de Produção de Fertilizantes

Fluxograma da produção de fertilizantes



Fonte: Associação Nacional para Difusão de Adubos (Amda)

FERTILIZANTES

Principais fertilizantes minerais simples e os teores mínimos de nutrientes.

Fertilizantes	Teores Mínimos de Nutrientes
Uréia	45% de N
Nitrato de amônio	32% de N
Sulfato de amônio	20% de N
Superfosfato triplo	41% de P ₂ O ₅
Superfosfato simples	18% de P ₂ O ₅
Cloreto de potássio	58% de K ₂ O
Sulfato de potássio	48% de K ₂ O

Fonte: Legislação brasileira, lei nº- 6.894/1980 - decreto nº- 4.954/2004, instrução normativa MAPA nº-05/2007.

FERTILIZANTES

- **Nitrogênio adicionado ao solo perde-se por volatilização (como a amônia), por conversão a nitrogênio elementar ou por lixiviação.**
- **P_2O_5 adicionado ao solo converte-se rapidamente às formas insolúveis que não podem ser absorvidas pelas plantas.**
- **Os principais fertilizantes nitrogenados foram vistos em “Derivados do Nitrogênio” e os principais fertilizantes fosfatados foram vistos em “Indústria do Fósforo e Ácido Fosfórico”.**

FERTILIZANTES: NITROGÊNIO

- **Uréia – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$**
- **Sulfato de Amônio – $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$**
- **Nitrato de Sódio (Salitre do Chile) – NaNO_3**
- **Nitrato de Potássio – KNO_3**
- **Nitrato de Sódio e Potássio ou Salitre duplo Pótassico – $\text{NaNO}_3 + \text{KNO}_3$**
- **Nitrato de Amônio – NH_4NO_3**
- **Sulfonitrato de amônio – $\text{NH}_4\text{NO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$**
- **Água Amoniacal – NH_3 – Dissolvido em água;**
- **Amônia Anidra**
- **Uram – mistura de Nitrato de amônia e uréia.**
- **Fosfato Monoamônico – $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$**
- **Fosfato Diamônico – $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$**

FERTILIZANTES: FÓSFORO

- **Mono - amônio fosfato (MAP) - $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$**
- **Di - amônio Fosfato (DAP) - $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$**
- **Super Fosfato Simples (SSF) - CaH_2PO_4**
- **Super Fosfato Triplo (STF) - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$**
- **Termofosfato - são preparados através do aquecimento (1000°C – 1450°C) da rocha fosfática. As suas características de solubilidade lenta e presença de macronutrientes secundários (Mg e Ca) e micronutrientes (Mn, Fe e Si, etc) na sua composição fazem do produto uma alternativa interessante para a região tropical. Os termosfosfatos são solúveis em ácido cítrico mas não solúveis em água, embora ambas as formas de P são consideradas disponíveis para a planta**

FERTILIZANTES: FÓSFORO

- **Fosfato Natural - Rocha fosfatada moída e concentrada.**
- **Fosfato Parcialmente Acidulado - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)$ + $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$**
- **Ácido Fosfórico - H_3PO_4**

FERTILIZANTES: POTÁSSIO

- **O potássio é o sétimo elemento mais comum na crosta terrestre. Ocorre em rochas, solos, oceanos e lagos.**
- **Embora os silicatos ricos em potássio, como o feldspato potássico, a muscovita e a leucita, contenham entre 10 e 20% de K_2O equivalente (usa-se freqüentemente a unidade “ K_2O equivalente” para expressar o potássio contido, embora esta unidade não expresse a composição química da substância).**
- **Fatores de conversão: KCl puro $\times 0,63177 = K_2O$ equivalente; $K_2O \times 0,83016 = K$) e sejam abundantes na crosta, não constituem importantes fontes de potássio, pois não são solúveis em água e suas estruturas não são rompidas com facilidade por meios artificiais.**

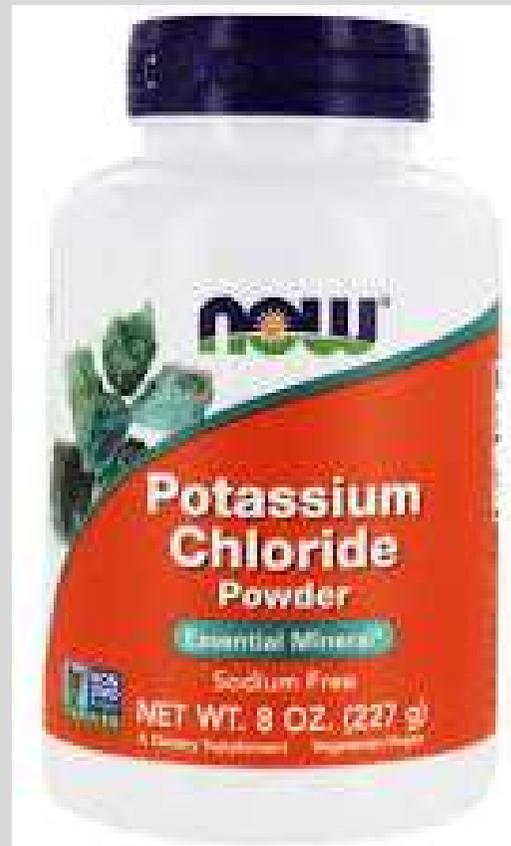
FERTILIZANTES: POTÁSSIO

- A principal matéria-prima é a **silvinita**, um mineral composto por:
 - Silvita**, KCl ; e
 - Halita**, NaCl .
- O cloreto de potássio é a principal substância de potássio utilizada como fertilizante (cerca de 90% da produção mundial de potássio).

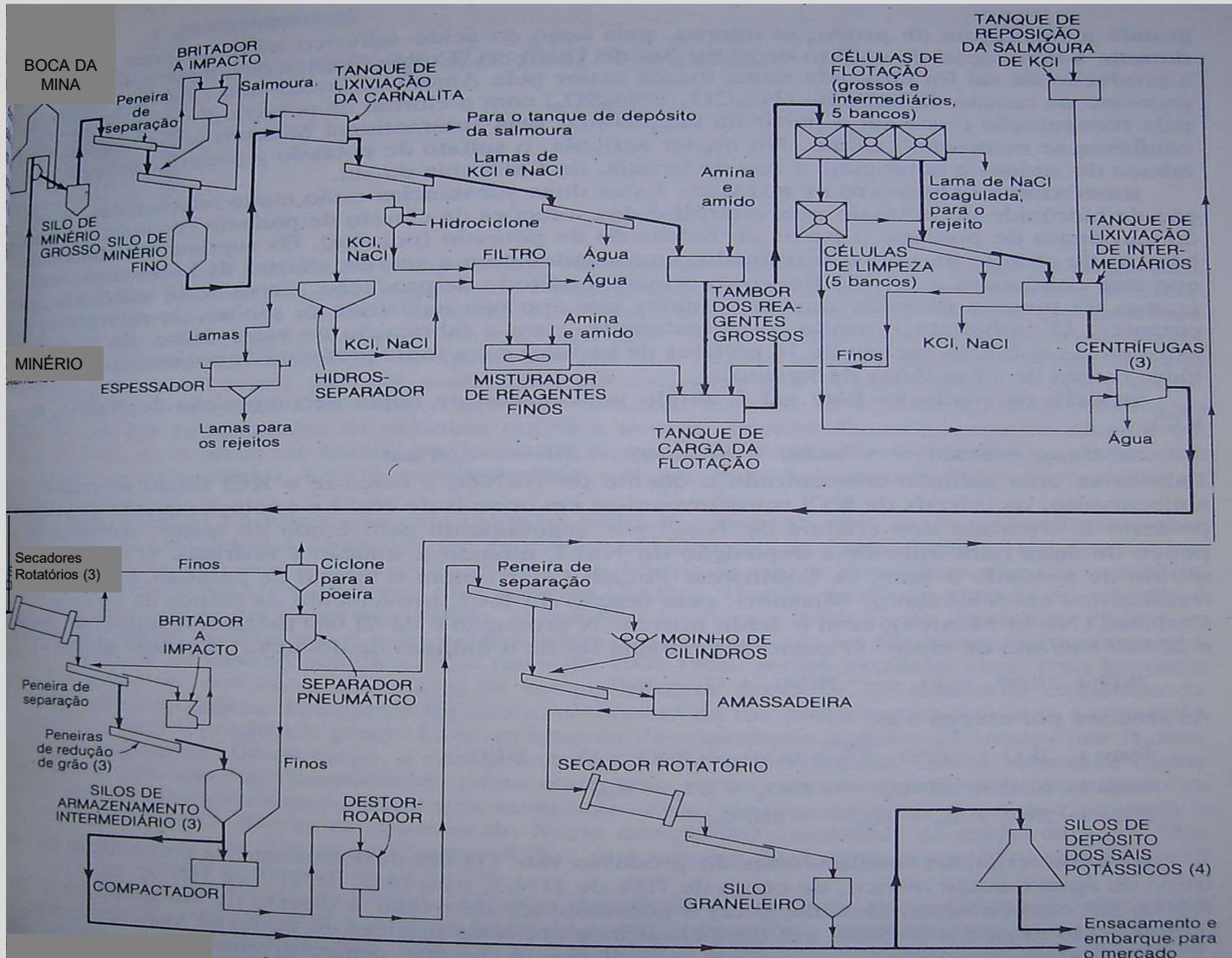
FERTILIZANTES: POTÁSSIO



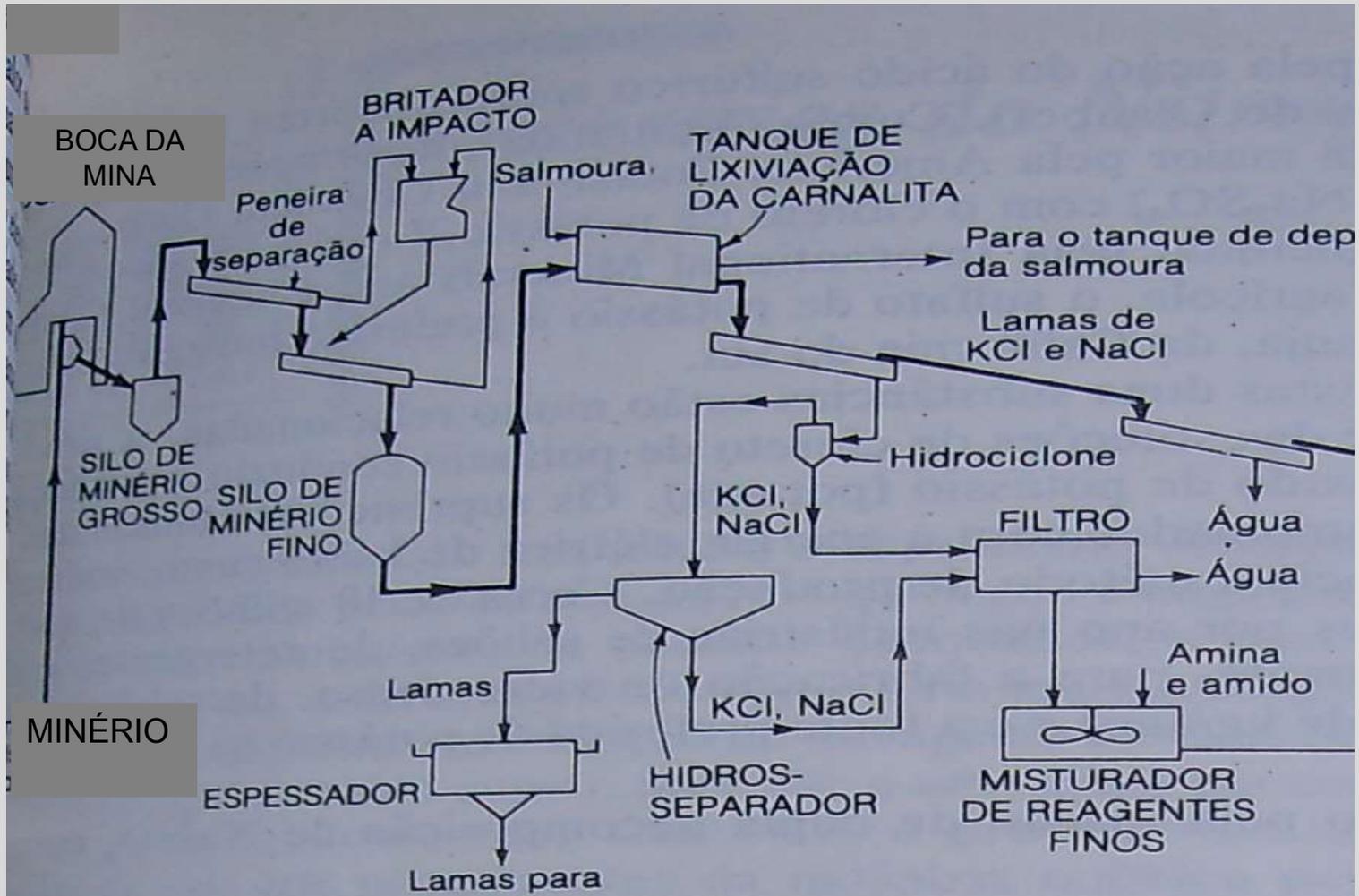
FERTILIZANTES: POTÁSSIO



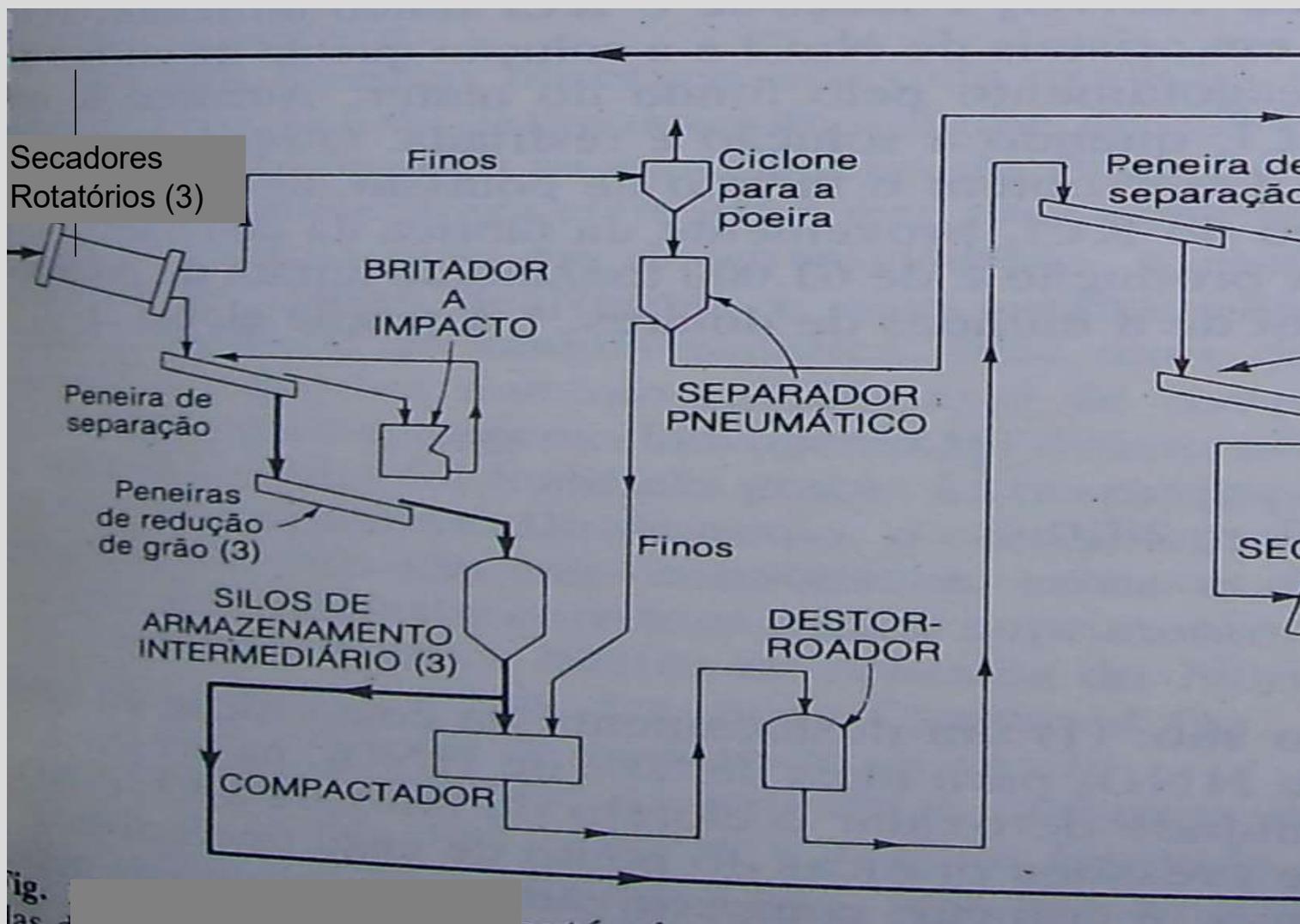
CLORETO DE POTÁSSIO



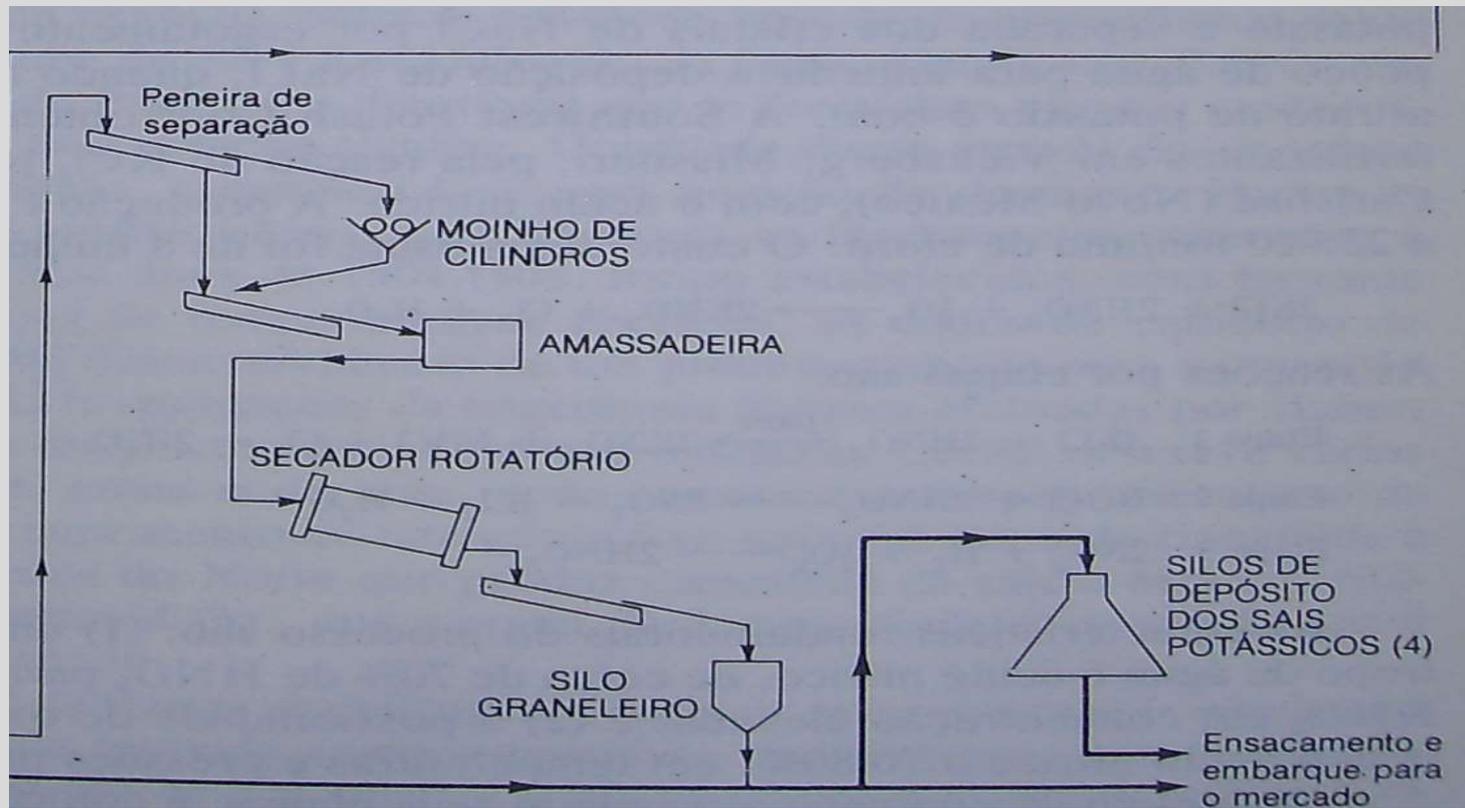
CLORETO DE POTÁSSIO



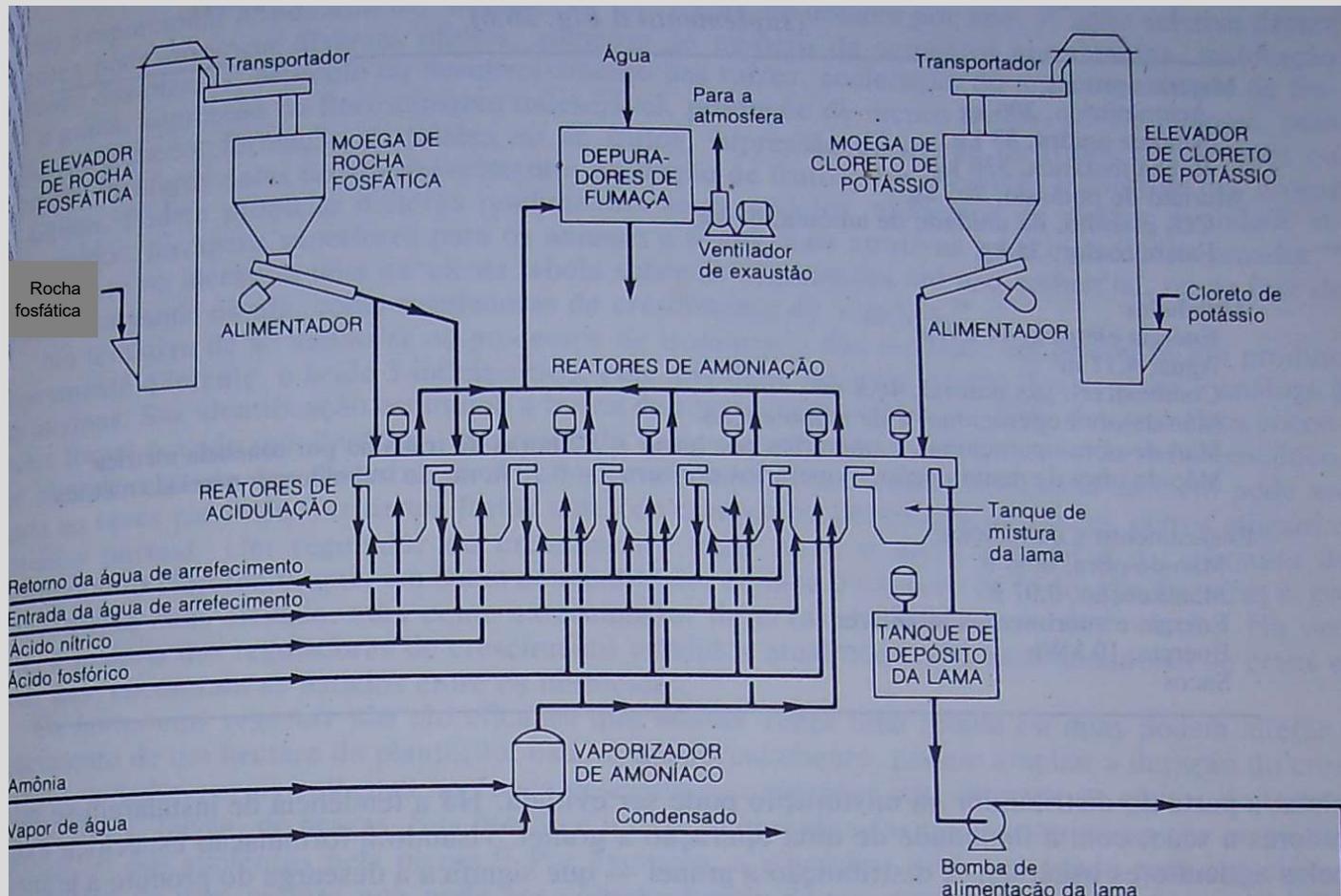
CLORETO DE POTÁSSIO



CLORETO DE POTÁSSIO



FERTILIZANTE COMPLEXO



FERTILIZANTE COMPLEXO

