

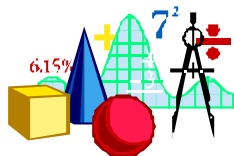


Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Ciências Agrárias

Apostila
Adubos e Adubação

Prof. Gaspar H. Korndörfer

Uberlândia, Julho de 2001



LEGISLAÇÃO P/CALCÁRIOS

Portaria Nº1 -04/03/1983

1. Características física:

- | | |
|---|-----------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - 100% (peneira 10) - 70% (peneira 20) - 50% (peneira 50) | Tolerância =5% (peneira 10) |
|---|-----------------------------|

2. Valores mínimos:

Materiais corretivos de acidez	PN % CaCO ₃	SOMA % CaO + MgO
calcários	67	38
cal virgem agrícola	125	68
cal hidratada agrícola	94	50
escórias	60	30
calcário calcinado agr.	80	43
outros	67	38

- | | | |
|----------|-------------|----------------------|
| - | PN | Mínimo = 67 % |
| - | PRNT | Mínimo = 45 % |

2.1. Quanto a concentração de MgO:

- | | | |
|----|-------------------|----------------|
| a) | Calcítico | < 5% |
| b) | Magnesiano | 5 a 12% |
| c) | Dolomítico | >12% |

2.2. Quanto ao PRNT:

Faixas: A- PRNT entre 45 a 60
 B- PRNT entre 60.1 a 75

C- PRNT entre 75.1 a 90
 D- PRNT > 90

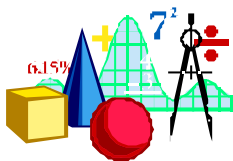
Cálculo do PRNT

$$PRNT = \frac{PN * RE}{100}$$

PN = Poder de Neutralização

RE = Reatividade das partículas

Fração	< ABNT 50	RE = 100%
	ABNT 50-20	RE = 60%
	ABNT 20-10	RE = 20%
	> ABNT 10	RE = zero



LEGISLAÇÃO P/FERTILIZANTES

Portaria nº1 de 04/03/83

1. Natureza física:

- 1.1. Granulado, Mistura granulada e Mistura de Grânulos:
 - 100% passando em peneira de 4mm (ABNT nº5)
 - 5% passando em peneira de 0,5mm (ABNT nº35)
- 1.2. No caso de fosfatos naturais:
 - 85% passando em peneira de 0,075mm (ABNT nº200)
- 1.3. No caso de Farelados
 - 100% passando em peneira de 4.8 mm (ABNT nº 4).
 - 80% passando em peneira de 2.8mm (ABNT nº7)
- 1.4. No caso de Termofosfatos magnesianos e Escórias.
 - 75% passando em peneira 0,15 mm (ABNT nº100)

2. Garantia dos macronutrientes primários

2.1 Nitrogênio total (N)

2.2 Fósforo (P₂O₅)

- 2.2.1. Para os fosfatos acidulados, parcialmente acidulados e misturas que os contenham:
 - a) teor solúvel em citrato de amônio mais água
 - b) teor solúvel em água, somente para os fosfatos acidulados e parcialmente acidulados, quando comercializados isoladamente.
 - c) teor total, somente para os parcialmente acidulados, quando comercializados isoladamente.
- 2.2.2. Para fosfatos naturais, termofosfatos, escórias e farinha de ossos:
 - a) teor total
 - b) teor solúvel em ác. cit. 2% relação 1:100.
- 2.2.3. Para misturas que contenham fosfatos natural, termofosfatos, escórias e farinha de ossos:
 - a) Teor solúvel ác. cit. 2% relação 1:100
 - b) Teor solúvel em água.

2.3. Potássio (K_2O) : solúvel em água.

3. Garantia dos Macro secundário e micro. % ou ppm

MÍNIMO DE %	MÍNIMO DE %
Ca = 0,01	Cu = 0,0005
Mg = 0,01	Fe = 0,010
S = 0,10	Mn = 0,02
B = 0,02	Mo = 0,0005
Cl = 0,02	Zn = 0,05

4. Fertilizantes simples.

a) Fosfato monoamônio (MAP)

Garantia mínima: 9% de N e 48% de P_2O_5

Características: Fósforo determinado como P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio mais água e mínimo de 44% solúvel em água. Nitrogênio na forma amoniacal.

Obtenção: Amoniação do ácido fosfórico.

b) Superfosfato Simples (SSP)

Garantia mínima: 18% de P_2O_5

Características: Fósforo determinado como P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio mais água e mínimo de 16% solúvel em água.

Obtenção: Reação de fosfato natural moído com ácido sulfúrico.

Observação: 18-20% de Cálcio (Ca) e 10-12% de Enxofre (S).

c) Superfosfato triplo (TSP)

Garantia mínima: 41% de P_2O_5

Características: Fósforo determinado como P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio mais água e mínimo de 37% solúvel em água.

Obtenção:

Observação: 12-4% de Cálcio (Ca).

- d) Fosfato natural parcialmente acidulado
 Garantia mínima: 20% de P_2O_5
 Características: Fósforo determinado como P_2O_5 total, mínimo de 9% solúvel em citrato neutro de amônio mais ou 11% solúvel em ácido cítrico a 2% na relação de 1:100, e mínimo de 5% solúvel em água.
 Obtenção: Reação de rocha fosfatada cuja granulometria satisfaça as exigências para o fosfato natural moído, com ácido sulfúrico ou fosfórico.
 Observação: 25-27% de Cálcio (Ca)
 0-6% de Enxofre (S) e
 0-2% de Magnésio (Mg)
- e) Cloreto de Potássio
 Garantia mínima: 58% de K_2O
 Características: Potássio na forma de cloreto determinado como K_2O solúvel em água.
 Obtenção: A partir de sais brutos de potássio por dissoluções seletivas, flotação ou outros métodos de separação.
 Observação: 45-48% de cloro (Cl)

5. Fertilizantes Mistos e Complexos

5.1. Produtos que contenham NPK, NP, NK ou PK:

A soma dos teores percentuais de N total, P_2O_5 solúvel em ácido cítrico ou citrato de amônio mais água e K_2O solúvel em água, deverá ser **superior a 24%**.

Tolerâncias

Serão observados os seguintes limites de tolerância em relação as garantias.

1. Fertilizantes simples mistos e complexos:

	a) $N + P_2O_5 + K_2O \leq 5$	→	tolerância de 15%
sem ex-	$N + P_2O_5 + K_2O$	> 5 →	tolerância de 10% ceder à 2 unidades

- b) No caso dos fertilizantes mistos ou complexos a somatória dos teores de N, P_2O_5 , e K_2O **não poderá ser inferior à 95% da garantia total do produto.**

2. Macronutrientes secundários.

- a) até 10% sem exceder a 2 unidades (isoladamente).
b) até 30% (quadro em misturas)

3. Micronutrientes.

- a) até 10% sem exceder a 1 unidade (isoladamente)
b) até 30% quando em mistura.

4. Corretivos de acidez

- a) até 10% para soma dos óxidos ($CaO + MgO$)
b) até 20% para o óxido de magnésio (MgO)
c) até 20% para o poder de neutralização (PN)

ADUBOS OU FERTILIZANTES



1. Adubos Minerais

- constituídos de compostos inorgânicos
Ex.: NAP, DAP, SSP, TSP, KCl, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, etc.
- compostos orgânicos sintéticos também são considerados “minerais”.
Ex.: $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$, $[\text{Ca}(\text{CN})_2]$ e quelatos

1.1. Classificação dos adubos minerais:

- 1 a) **Simples (básico):** formado de 1 único composto químico, contendo ou + nutrientes das plantas.
Ex.: uréia (1 comp. e 1 nutriente)
DAP (1 comp. e 2 nutrientes)
KCl (1 comp. e 2 nutrientes)
- b) **Misto:** resultante da mistura de 2 ou + adubos simples. Caracteriza-se por 1 mistura sem reação química.

OBS.: Os adubos abaixo não atendem a definição de adubos “simples”, mas são considerados pela legislação como adubos simples.

- Termofosfatos magnesiano
- Solução nitrogenada = uréia + nitrato de amônio (URAN)
- Nitrosulfocálcico: $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaSO}_4$
- Superfosfato simples Amoniado = $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

MISTURAS N P K

Mistura de Grânulos

- **Mistura de Grânulos:** é simplesmente uma mistura física de matérias primas previamente granuladas.

Ex.: Grânulos de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ + Grân. de TSP + Grân.de KCl.

Mistura Granulada

- **Mistura Granulada:** é uma mistura de produtos em pó que passa pelo processo de granulação. Não há reação entre os componentes da mistura.

Ex: NPK no grão.

Complexo Granulado

- **Complexo Granulado:** caracteriza-se por uma mistura cuja a resultante é o surgimento de novos compostos químicos.

Ex: NH_3 (gás) + H_3PO_4 (líq) + KCl (pó)
no
grão.

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ + KCl = (NPK)
mesmo

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS ADUBOS

a) Concentração nutrientes:

Importante:

- custos transporte, armazenamento e aplicação.
- ausência de micron. e/ou nutrientes secundários.
- exige tecnologia sofisticada.

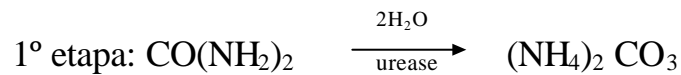
- Ex. alta [] = MAP, DAP, TSP.
- baixa [] = SSP

b) Acidez e Alcalinidade:

Nitrogenados:



- *Formas Amídicas*



- *Formas Nítricas*

alcalinizam

NO_3^- absorvido

HCO_3^-
OH

formas
liberadas

Fosfatados: são rapidamente absorvidos, adsorvidos ou precipitados

—————→ Baixa concentração na solução.
 —————→ Não afeta o pH.

Potássicos: caráter neutro

Aubos com Ca e Mg:

- carbonatos		ALCALINIZADORES
- silicatos		
- óxidos		
- hidróxidos		

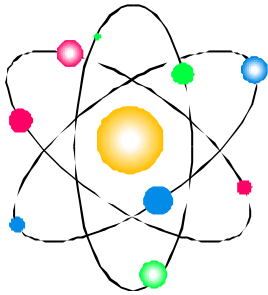
Aubos com S:

-SO ₄ ⁻	base fraca (não altera o pH)
- S	acidificam (corretivos de alcalinidade)

Aubos c/micronutrientes : não apresentam efeito sobre o solo, pequenas quantidades aplicadas.

c) Compostos nocivos:

- Biureto (uréia)	para solo < 1,5%
	foliar < 0,3%
- Tiocianatos [(NH ₄) ₂ SO ₄]	< 1%
- Percloratos (salitre do chile)	< 1%



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

a) Estado físico:

- Sólido
- Líquido
- Gasoso

b) Granulometria:

- Refere-se ao Tamanho e Forma dos grânulos que constituem os adubos.

- Interfere nos fenômenos de “superfície”:

- solubilidade
- higroscopicidade
- empedramento

	Ad. pouco solúveis	grânulos pequenos
grandes	Ad. higroscópicos e muito solúveis	grânulos grandes

Classificação:

Granulado:	100% < 4,0 mm e máx. 5% < 0,5mm
Pó:	95% < 2,0 mm e mín. 50% < 0,3mm
Farelado:	100% < 4,0mm e mín. 80% < 2,8mm
Farelado grosso:	100% < 3,8mm e mín. 90% < 25mm

c) Densidade:

- Pouca importância nos adubos sólidos
Ex: Uréia (sacaria = 40 kg ou > volume)

- Importante para adubos fluidos.

Afeta	fluidez e viscosidade
-------	-----------------------

dosagem

d) **Consistência:** Consiste na resistência dos grânulos à quebra.

Quebra → Mudança na Granulometria → Segregação

Fatores que afetam a consistência:

- Natureza → DAP ↑ Consistência
 - Processo de granulação → Prod. aglutinantes

e) **Fluidez:** Consiste na capacidade de livre escoamento do adubo.

Fatores que afetam a fluidez:

- higroscopicidade		ADUBOS SÓLIDOS.
- forma do grânulo		
- características da superfície		
- uniformidade granulométrica		

- viscosidade	ADUBOS
- tipo de fluido	FLUÍDOS

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

a) **Solubilidade:**

Nitrogenados e Pótassicos:

- Altamente solúveis
- P/ diminuir solubilidade:

* revestimento do grânulo

- * inibidores da nitrificação
- * inibidores da urease.

Fosfatados: + problemáticos

1. Solúveis: (SSP, TSP, MAP, DAP) possuem:
 - uma fração solúvel H_2O
 - uma fração solúvel cit.N.NH₄.
2. Insolúveis:(fosf. nat., termof., bicalcico, far. ossos)
adota-se solubilidade ác.cít 2% - 1:100
3. Parcialmente Solúveis:
ác. cit. 2% 1:100 ou cit. Neutro NH₄

b) **Higroscopicidade:** tendência em absorver H₂O da atmosfera

Umidade Relativa ou Crítica: é a pressão de vapor de uma solução saturada com adubo em relação a pressão de vapor da água pura, à mesma temperatura.

**Quanto < U.C.>
Higroscopicidade**

Um adubo absorve umidade do ar quando a umidade do ar for maior que a umidade relativa deste adubo.

Incompatibilidades:

- Uréia + Nitrato de amônio (UR = 18,1%)

- NH₄NO₃ + Ca (NO₃)₂ (UR = 23,5%)

- Ca(NO₃)₂ + KCl (UR = 22%)

- CO(NH₂)₂ + Ca(H₂PO₄)₂ H₂O Ca(H₂PO₄)CO(NH₂)₂ + H₂O

composto de adição

- (NH₄)₂HPO₄ NH₄H₂PO₄ + NH₃

DAP

- NH₃ + Ca(H₂PO₄)₂H₂O \rightleftharpoons NH₄H₂PO₄ + CaHPO₄ + H₂O

- insolúvel água

- solúvel cit.

Consequências da higroscopicidade

- * reduz a fluidez
- * reduz a resistência grânulos
- * reduz teor nutrientes
- * facilita empedramento

Prevenção da higroscopicidade

- * granulação
- * revestimento de grânulos (caulim; parafina; fosfatos naturais; S; uréia formaldeído)

c) Empedramento : é a cimentação das partículas de um adubo formando uma massa de > dimensão que as partículas originais.

1. Consequências do empedramento

- * dificulta o manuseio e a aplicação.

2. Fatores que provocam empedramento

- * higroscopicidade
- * pressão de empilhamento
- * tempo de armazenagem
- * tamanho e forma das partículas

3. Prevenção do empedramento

- * revestimento dos grânulos
- * granulação
- * secagem
- * anti-empedante

d) Índice salino: é a medida da tendência dos adubos em aumentar a pressão osmótica da solução do solo.

1. Consequências do índice salino elevado

- * retarda o crescimento

2. Causas do índice salino

- * natureza do adubo
- * quantidade aplicada
- * teor umidade do solo

Segregação

É a separação das partículas, por ordem de tamanho, durante os processos de fabricação, transporte e aplicação.

variação < 10% = boas misturas

variação > 20% = misturas segregadoras

Com a movimentação e trepidação do produto (adubo) as partículas se separam e se acomodam seletivamente por ordem de tamanho.

-origem: ≠ Tamanho
 ≠ Forma
 ≠ Densidade

‘FORMA’ → influi na fluidez e empedramento.

-compromete a homogeneidade do produto.

Poder acidificante de alguns adubos

100 kg de:	kg de CaCO₃ para neutralização
- Amônia anidra (82% N)	148
- Cloreto de amônio (26% N)	140
- Sulfato de amônio (21% N)	110
- DAP (16% N)	88
- MAP (10% N)	60
- Nitrato de amônio (16% N)	60
- Nitrocalcio (10% N)	28
- Sulfomitrato de amônio (19% N)	84
- Uréia (45%)	84
- Calciocinamida (20%)	-63
- NaNO ₃	-29
- KCl	0
- KNO ₃	-26
- K ₂ SO ₄ MgSO ₄	0
- SS	0
- ST	0
- Composto de lixo	-7
- Farelo de algodão	9
- Sangue seco	23

Tisdale e Nelson (1975) p. 178-79 pierre, 1933