UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ
Recuperação de Áreas Degradadas

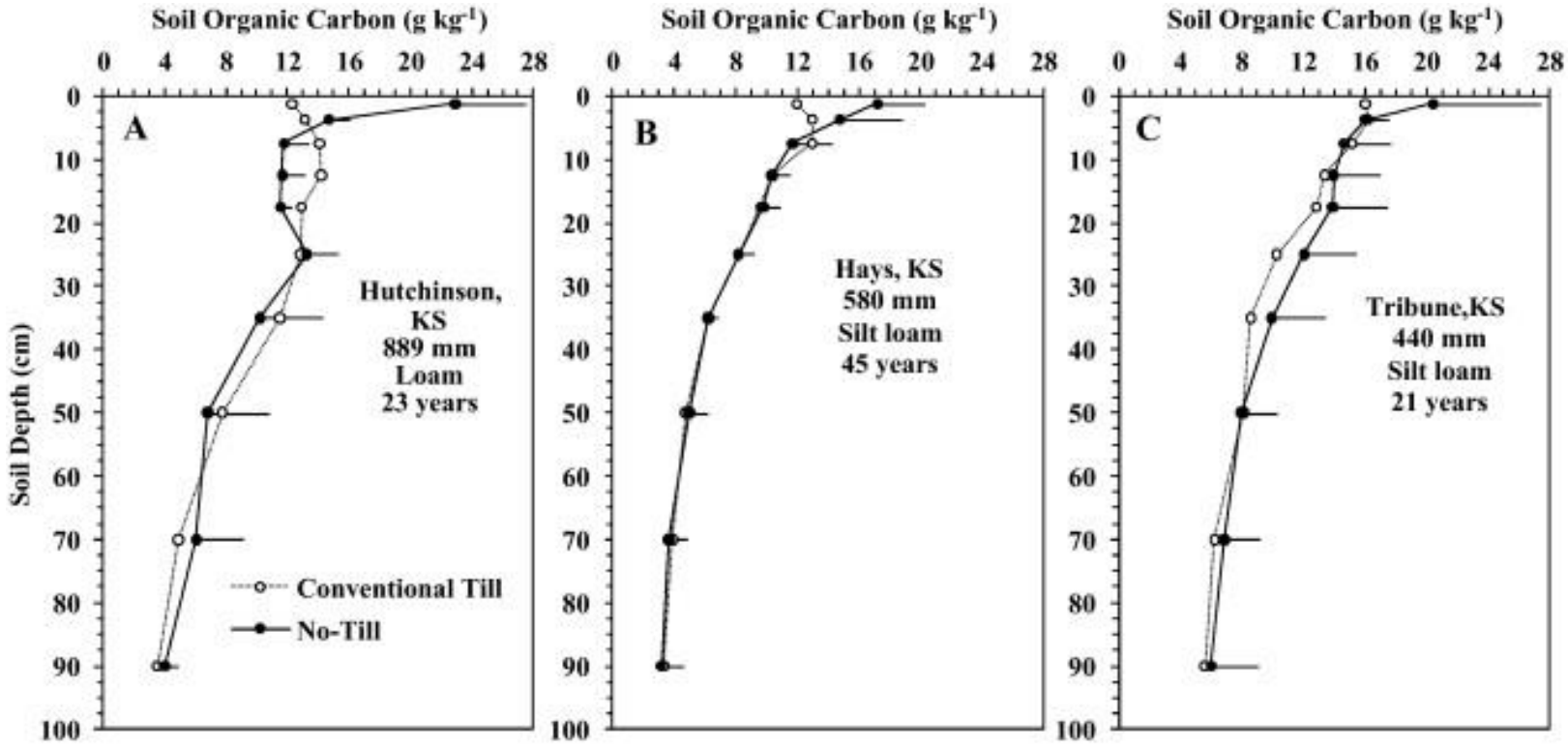
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Prof. Dr. Rafael Otto

Piracicaba, SP
13 de setembro de 2017

A CAMADA MAIS RICA DO SOLO

Distribuição do C orgânico no perfil do solo



Fonte: Blanco-Canqui et al., 2011

EFEITO DA MATÉRIA ORGÂNICA NAS CARGAS DO SOLO

Solos		Contribuição relativa (%)	
	CTC ($mmol_c/kg$)	Argila	M.O.S.
Clima temperado[1]			
Espodossolos	55	4	96
Neossolos	56	19	81
Cambissolos	82	31	69
Chernossolos	130	34	66
Clima tropical[2]			
Argissolos	32	31	69
Argissolos	37	27	73
Nitossolos	244	38	62
Latossolos	39	26	74
Média			**74%**

[1]Yuan et al. (1967); [2]Raij (1969)

Controle da erosão – práticas mecânicas

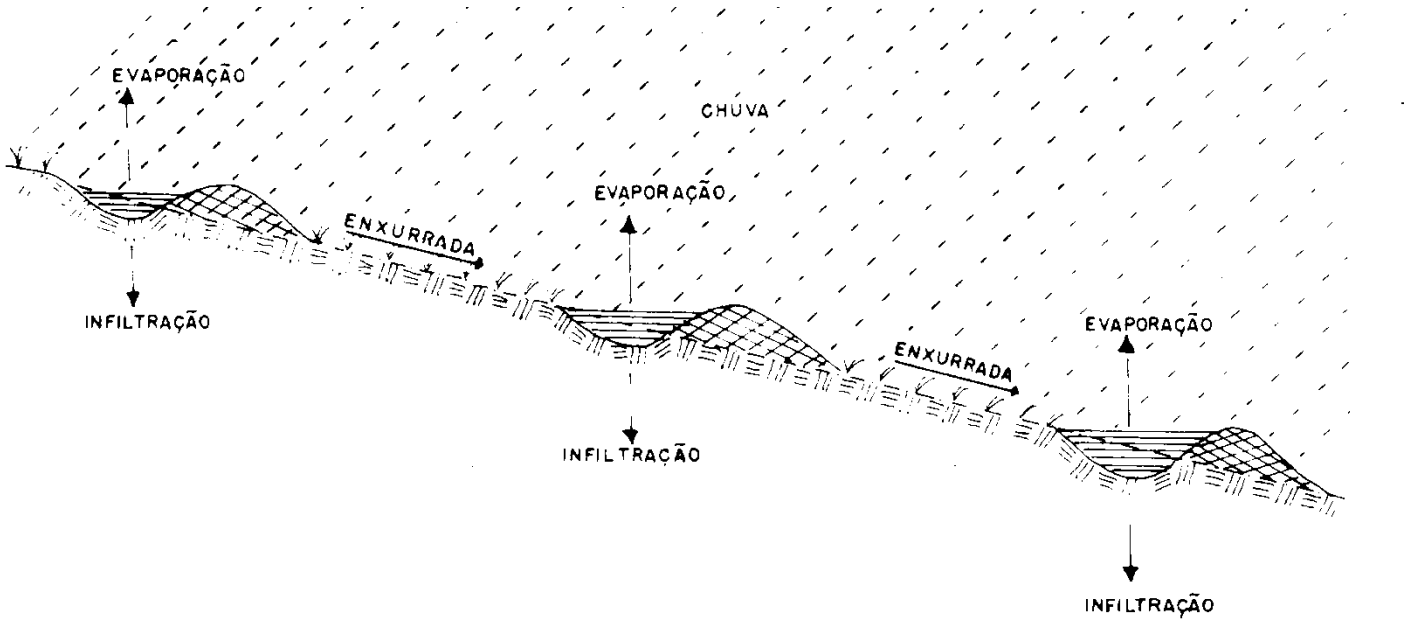
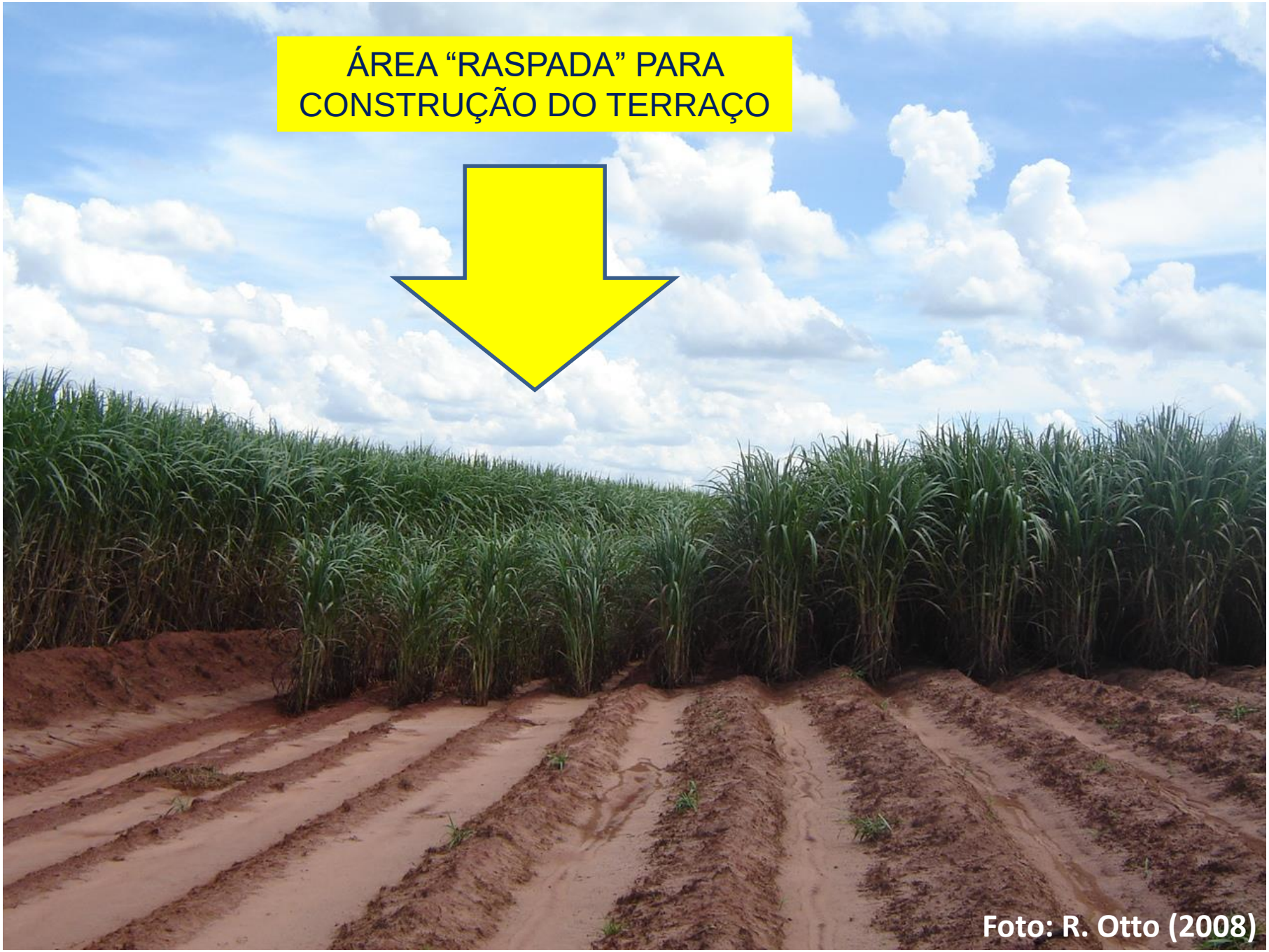


FIGURA 2 – Representação esquemática de um terraceamento mostrando a retenção das águas da enxurrada e o parcelamento do declive.

CAT

CAT
CAT


ÁREA “RASPADA” PARA
CONSTRUÇÃO DO TERRAÇO
Foto: R. Otto (2008)

Uso associado de adubos orgânicos e adubos verdes

FERTILIZANTES ORGÂNICOS E SEU EMPREGO

Uma das formas mais rápidas e econômica de recuperar áreas degradadas!

1. CONCEITOS IMPORTANTES

- **Resíduo orgânico:** todo material de origem vegetal ou animal, no estado cru ou apresentando graus diferentes de decomposição. Exemplos: estercos, palhas, turfas, tortas vegetais, bagaço de cana, etc.

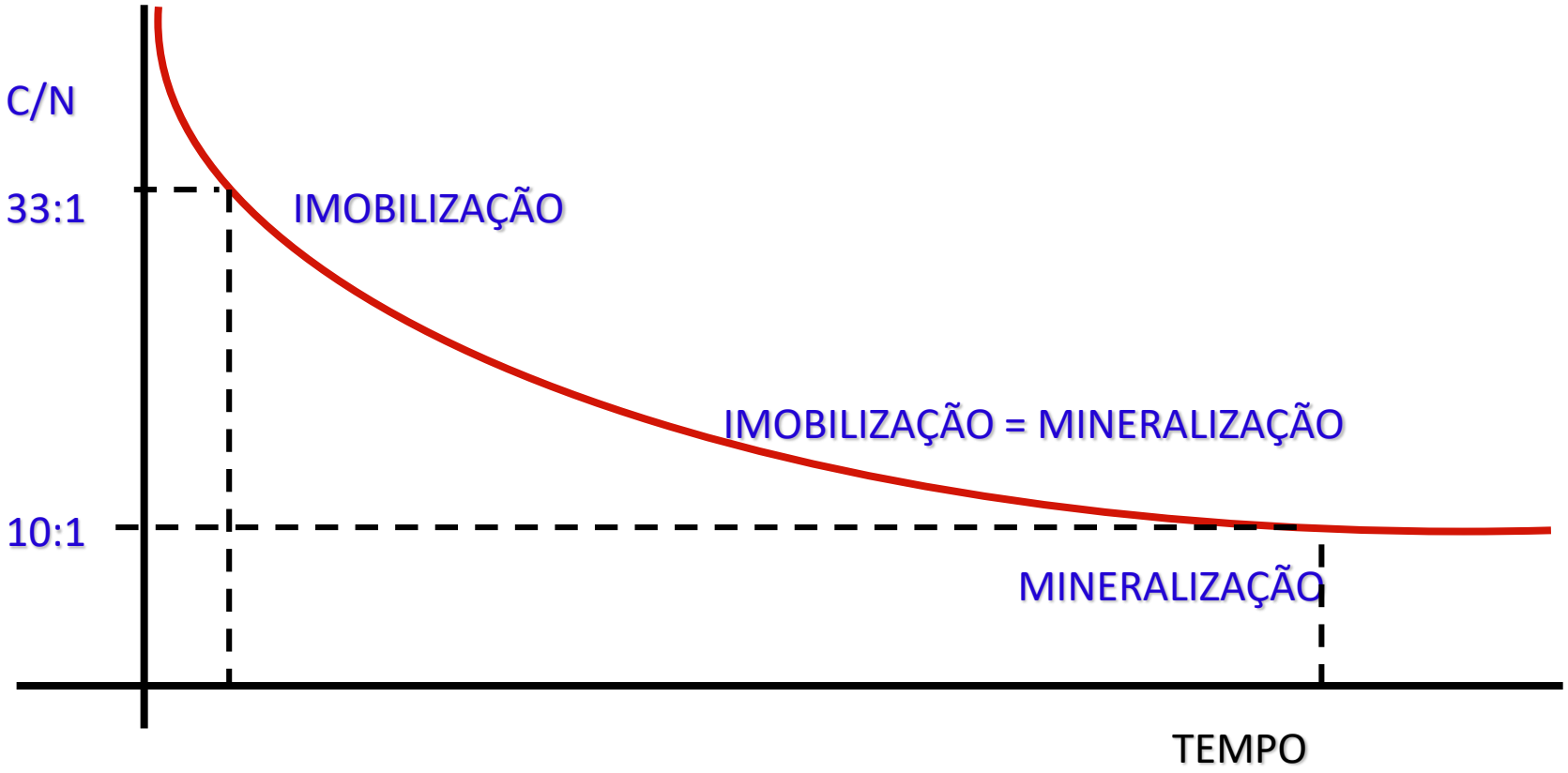
- **Matéria orgânica:** conjunto de compostos ou substâncias orgânicas existentes nos resíduos orgânicos. Exemplos: celulose, hemi-celulose, lignina, açúcares, proteínas, lipídeos, substâncias húmicas, etc.

- **Húmus:** fração da matéria orgânica (e também dos resíduos orgânicos) submetida à intensa transformação microbiana e que adquiriu estabilidade, foi reduzida a dimensões coloidais e passou a ter intensa atividade físico-química.

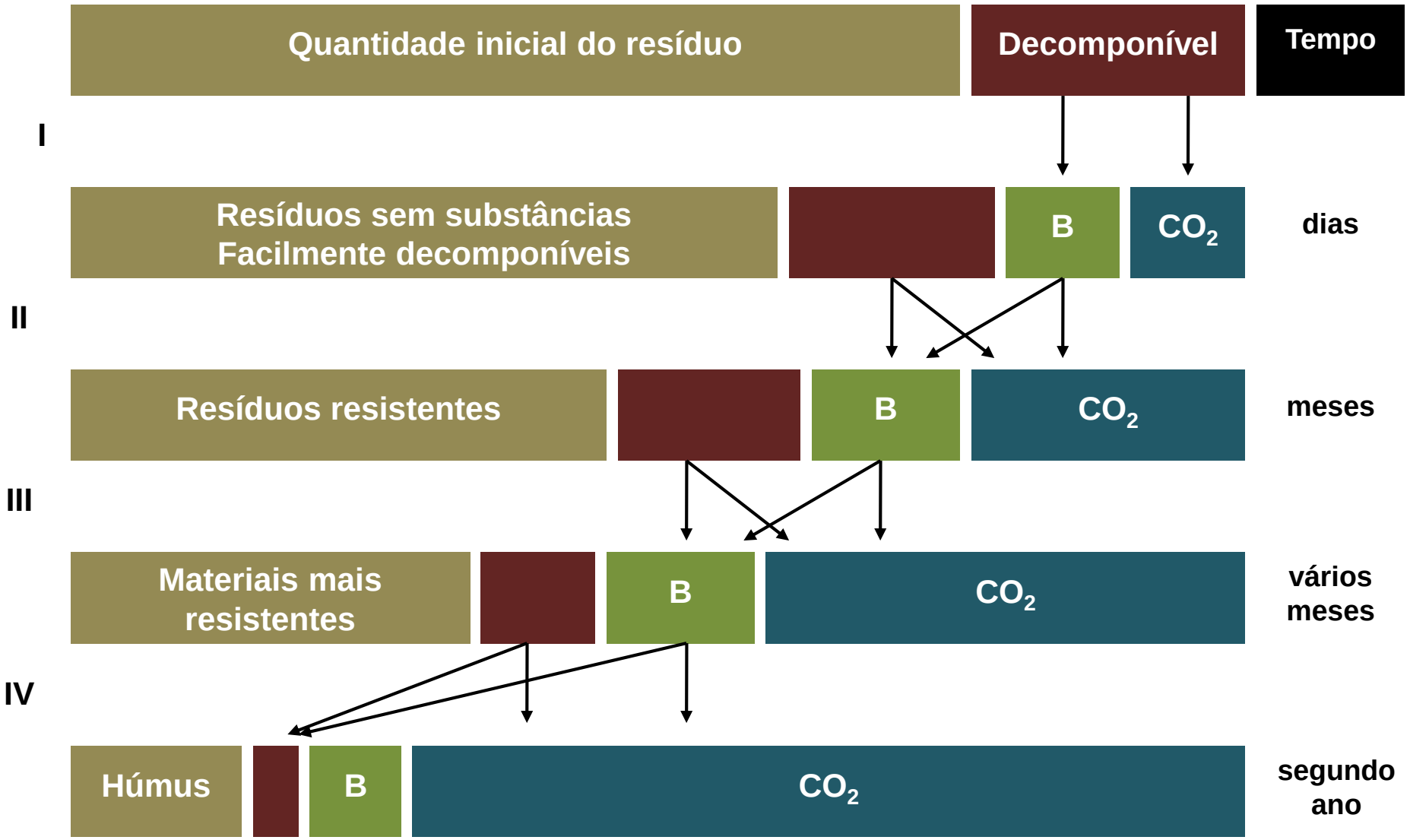
- **Fertilizantes orgânicos:** **resíduos orgânicos naturais, tratados ou não, que possuem características físicas, químicas e biológicas tais que possibilitam seu emprego na agricultura com a finalidade de melhorar as características do solo e aumentar a produtividade das culturas.**

PROCESSO DA COMPOSTAGEM

COMPORTAMENTO DA RELAÇÃO C:N



Progressão de utilização de resíduo orgânico



B: biomassa microbiana

Fonte: Stevenson (1986)

Materiais orgânicos	Relação C:N
Microrganismos do solo	8:1
Matéria orgânica do solo	10:1
Lodo de esgoto	9:1
Resíduos de alfafa	16:1
Dejeto bovino	20:1
Palha de milho	60:1
Palha de cana	100:1
Casca de árvore	200:1
Madeira	625:1

Fonte: Tisdale et al., 1993

O PROCESSO DA COMPOSTAGEM

ETAPAS

1- SELEÇÃO DE MATÉRIAS PRIMAS

2- ESTABELECIMENTO DA MISTURA

3- PÁTIO DE COMPOSTAGEM

- MONTAGEM DAS LEIRAS

4- REVOLVIMENTO

- AERAÇÃO
- MOLHAMENTO

5- MONITORAMENTO

- TEMPERATURA E UMIDADE

6- COMPOSTO PRONTO - UTILIZAÇÃO

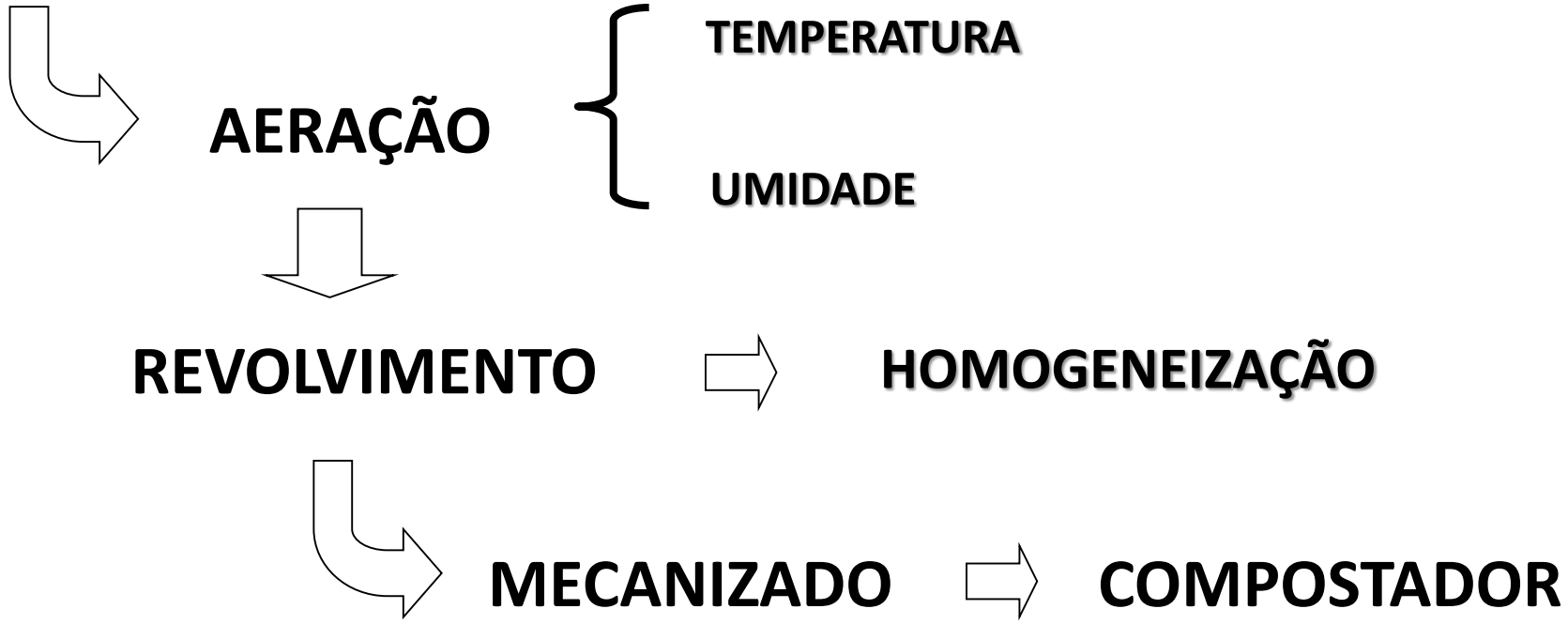
MANUAL: PEQUENOS VOLUMES

MECANIZADO: GRANDES VOLUMES

FÁBRICA DE FERTILIZANTES A CÉU ABERTO!

REVOLVIMENTO DA LEIRA

PROCESSO AERÓBIO



COMPOSTADOR SANTA IZABEL

DISPOSIÇÃO DAS LEIRAS

COMPOSTADOR AUTOMOTRIZ
PROJETO CTC

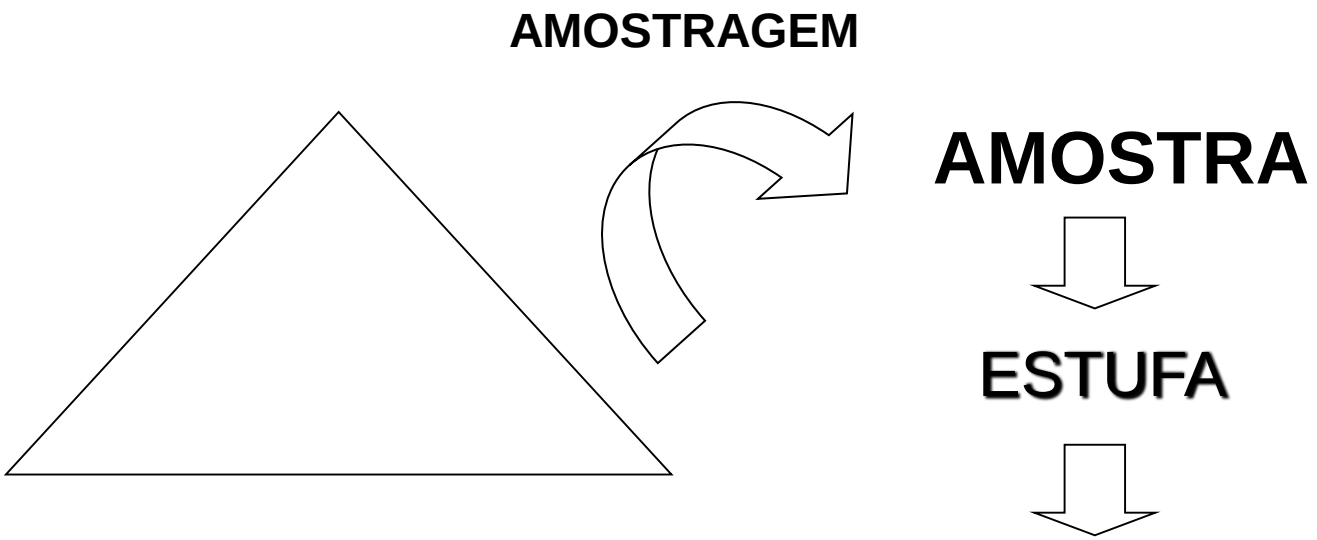
MONITORAMENTO DA TEMPERATURA

Fase	Temperatura	Características
Mesófila	40 a 50 ºC	Bactérias eficientes na decomposição
Termófila	50 a 65 ºC	Eliminação de patogênicos e sementes de daninhas

TEMPERATURA FAIXA GERAL – 40 a 70 ºC

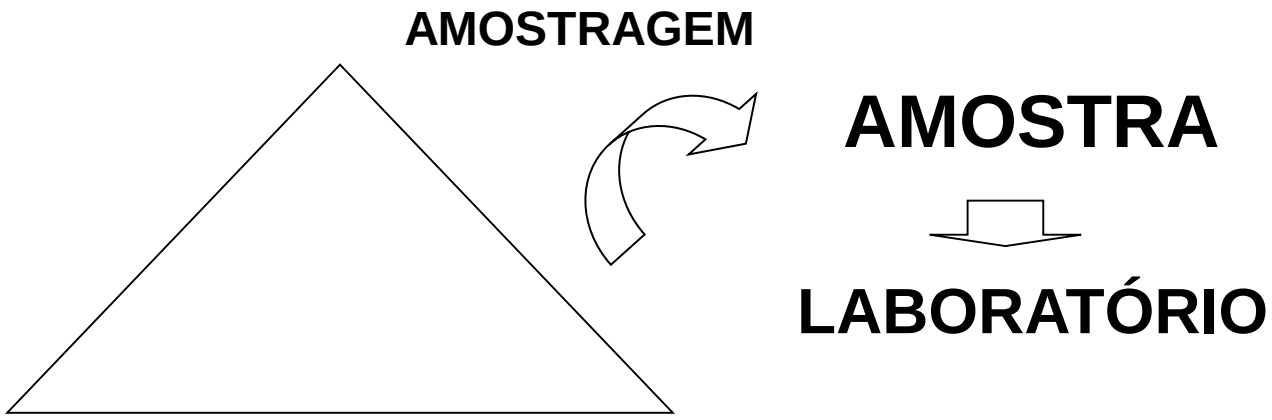
TEMPERATURA IDEAL – 50 a 55 ºC

MONITORAMENTO DA UMIDADE



FAIXA DE UMIDADE – 40 a 60%

MONITORAMENTO DO pH



FAIXA	CARACTERÍSTICAS
< 6,0	Composto cru ou início de decomposição – fitotóxico
6,0 a 7,6	Composto semi curado, pode ser usado sem contato com as sementes/raízes
> 7,6	Composto maturado ou humificado pode ser usado sem problemas

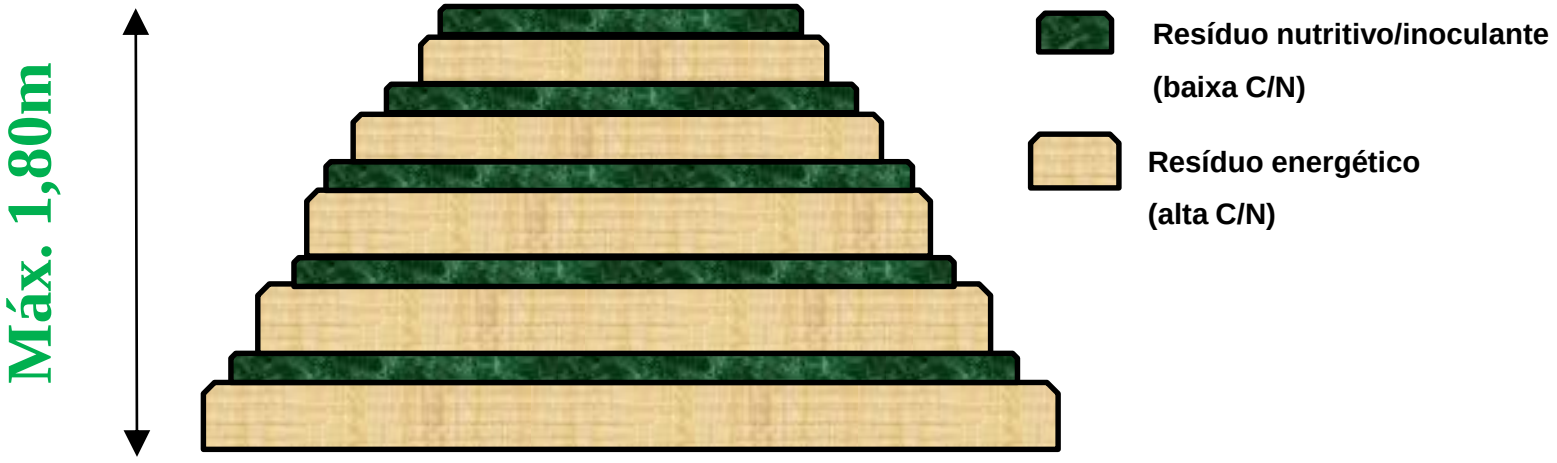
No caso de materiais com elevada relação C/N:

a) 1 camada resíduos energéticos - 15 cm

b) 1 camada resíduos nutritivos/inoculantes - 5 cm

c) 1 camada resíduos energéticos- 15 cm

d) Repetir camadas de modo alternado até altura de 1,60-1,80 m



CASE

3. MODOS DE APLICAÇÃO DOS ADUBOS ORGÂNICOS

REGRA GERAL: aplicados da mesma maneira dos fertilizantes minerais

a) Em culturas anuais: A lanço em pré-plantio

A lanço ou em linha em cobertura

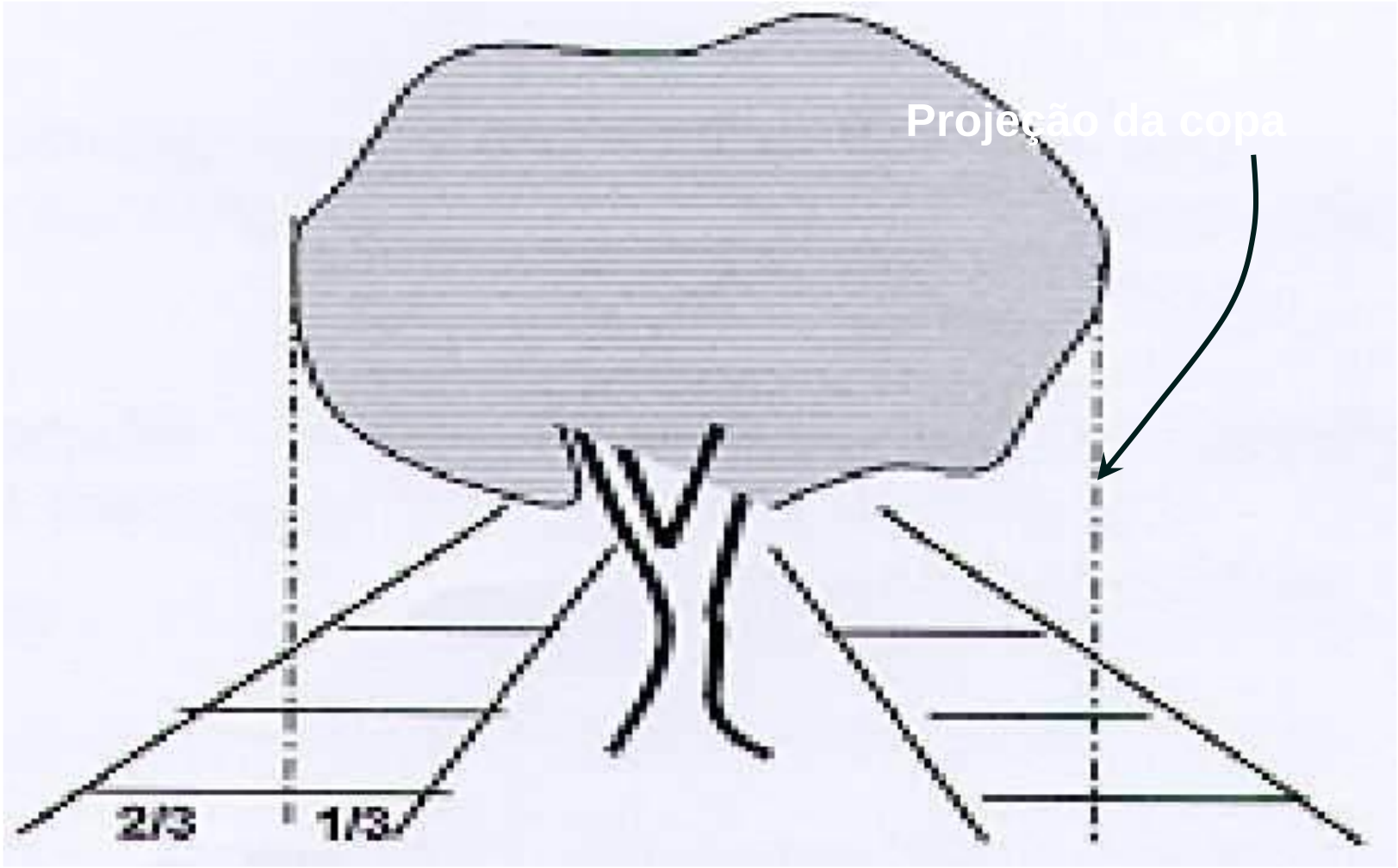
b) Em culturas perenes:

- Na instalação: no fundo das covas de plantio

- Em culturas instaladas: em coroa, meia coroa e faixa lateral contínua

- Em pastagens: em área total

APLICAÇÃO DO FERTILIZANTE ORGÂNICO EM FAIXA LATERAL CONTÍNUA EM CULTURAS ARBÓREAS EM PRODUÇÃO



Distribuidora de adubo orgânico a lanço

USINA MARACAJU

4. DOSES DE APLICAÇÃO (GERAL)

- **Adubos “fracos” (curtidos)**

  Exemplos: compostos, turfa, biofertilizante

  - Qualquer dose

  - Em geral: de 5 a 20 t por hectare

- **Adubos “fortes” não curtidos**

  Exemplos: esterco de galinha, torta de mamona, farinha de cascos e chifres

  - Em solos arenosos: máximo 2 t por hectare

  - Em solos argilosos: máximo 4 t por hectare

LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

DEFINIÇÃO DA DOSAGEM MÁXIMA

$$\text{Taxa de aplicação (t/ha)} = \frac{\text{N recomendado (kg/ha)}}{\text{N dispon. (kg/t)}}$$

Para o cálculo do nitrogênio disponível (**Ndisp**) no lodo de esgoto ou produto derivado, deverão ser utilizadas as seguintes frações de mineralização (**FM**):

Lodo de esgoto não digerido	40%
Lodo de esgoto digerido aerobiamente	30%
Lodo de esgoto digerido anaerobiamente	20%
Lodo de esgoto compostado	10%

Fórmula para cálculo do **Ndisp** (mg/kg) para aplicação superficial

$$\mathbf{Ndisp} = (\mathbf{FM}/100) \times (\mathbf{K_{Kj}\text{-}N_{NH3}}) + 0{,}5 \text{ X } (\mathbf{N_{NH3}}) + (\mathbf{N_{NO3}} + \mathbf{N_{NO2}})$$

Fórmula para cálculo do **Ndisp** (mg/kg) para aplicação subsuperficial

$$\mathbf{Ndisp} = (\mathbf{FM}/100) \times (\mathbf{N_{Kj}\text{-}N_{NH3}}) + (\mathbf{N_{NO3}} + \mathbf{N_{NO2}})$$

Fonte: Resolução CONAMA Nº 375/2006

LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

DEFINIÇÃO DA DOSAGEM MÁXIMA

Tabela 4. Cargas acumuladas teóricas permitidas de substâncias inorgânicas pela aplicação de lodo de esgoto ou produto derivado em solos agrícolas.

Substâncias inorgânicas	Carga acumulada teórica permitida de substâncias inorgânicas pela aplicação do lodo de esgoto ou produto derivado (kg/ha)
Arsênio	30
Bario	265
Cádmio	4
Chumbo	41
Cobre	137
Cromio	154
Mercúrio	1,2
Molibdênio	13
Níquel	74
Selênio	13
Zinco	445

Fonte: Resolução CONAMA Nº 375/2006

USO AGRONÔMICO DE ADUBOS ORGÂNICOS

Para saber a quantidade exata a aplicar de adubo orgânico, devem ser seguidos os seguintes procedimentos:

1º passo: analisar o material orgânico

2º passo: transformar os resultados para base úmida:

$$\text{Teor Base Úmida} = \frac{(100 - \text{Umidade})}{100} \times \text{Teor Base Seca}$$

3º passo: Calcular a quantidade de nutrientes que serão aplicados

4º passo: se for necessário, calcular a quantidade de nutrientes que deverão ser complementados com fertilizantes minerais

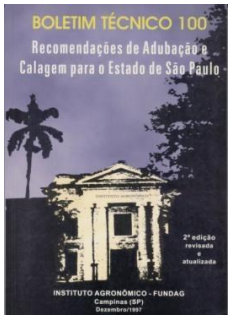
Exercício: Um produtor deseja utilizar composto orgânico para implantação de espécies nativas na reserva legal de sua propriedade e quer saber se o uso do adubo organico supre a necessidade nutricional. O resultado de análise do material orgânico apresenta:

Subproduto	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S	C/N	Um.
	——— % (base seca) ———							%
Composto orgânico	1,20	1,50	0,60	4,17	0,53	0,34	17	24

Pergunta-se: **Qual o teor de nutrientes em base úmida?**

Subproduto	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S
	——— % (base umida) ———					
Composto orgânico	0,91	1,14	0,46	3,17	0,40	0,26
	——— kg/t (base umida) ———					
Composto orgânico	9,1	11,4	4,6	31,7	4,0	2,6

Recomendação de adubação de reflorestamentos mistos com espécies típicas da Mata Atlantica



Calagem: aplicar calcário para elevar V% para 50% (dose máxima = 2 t/ha)

Materia orgânica (g/dm³)				P resina, mg/dm³				K trocável, $mmol_c/dm^3$		
0-15	16-40	> 40		0-5	6-12	> 12		0-0,7	0,8-1,5	> 1,5
N, kg/ha				P_2O_5, kg/ha				K_2O, kg/ha		
60	40	20		80	50	0		60	30	0

Aplicar 1 kg/ha de B em solos com B < 0,6 mg/dm³ e 1 kg/ha de Zn em solos com Zn < 0,6 mg/dm³

Adubação de plantio

Aplicar todo fósforo, zinco e boro e 50% do N e 50% do K no plantio, nos sulcos ou covas

Adubação de cobertura

Aplicar o restante do N e K entre 3 e 6 meses do plantio, na forma de filete contínuo, ao redor da projeção da copa. Aplicar, de preferência, no início da estação chuvosa.

O produtor deseja aplicar:

Época	N, kg/ha	P_2O_5, kg/ha	K_2O, kg/ha
Plantio	30	80	25
Cobertura	30	0	25
Total	60	80	50

Ele irá aplicar 5 t/ha do composto orgânico no plantio. Qual a quantidade de nutrientes que serão fornecidos?

Subproduto	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S
	kg/t (base úmida)					
Composto orgânico	9,1	11,4	4,6	31,7	4,0	2,6
	kg/ha (base úmida)					
Composto orgânico	46	57	23	160	20	13
Suplementação	0	23	0	-	-	-
Cobertura	14	0	27	-	-	-

A criatividade nasce da angústia, como o dia nasce da noite escura. É na crise que nascem as invenções, os descobrimentos e as grandes estratégias.

(Albert Einstein)

Obrigado!

Prof. Dr. Rafael Otto
E-mail: rotto@usp.br