

**FACULDADE DE AGRONOMIA “ELISEU MACIEL”
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL
LABORATÓRIO DE PÓS-COLHEITA, INDUSTRIALIZAÇÃO E QUALIDADE DE GRÃOS**

Universidade Federal de Pelotas - RS - Brasil



(1883-2003)

F A E M
UFFPEL UFFPEL UFFPEL UFFPEL

**XV CURSO DE FORMAÇÃO DE AUDITORES TÉCNICOS DO SISTEMA NACIONAL DE CERTIFICAÇÃO
DE UNIDADES ARMAZENADORAS DE GRÃOS E FIBRAS**



CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO ARMAZENAMENTO E NA CONSERVAÇÃO DE GRÃOS

Fatores que interferem na qualidade e providências técnicas



PERDAS QUANTITATIVAS – perceptíveis com mais facilidade pelos produtores e pelos profissionais (RELAÇÕES FÍSICAS – CONSEQÜÊNCIAS GRAVIMÉTRICAS E/OU VOLUMÉTRICAS)

Incidência de quebrados, ataques de roedores, pássaros e insetos, peso de 1000 grãos (massa unitária), peso volumétrico (densidade, peso específico)

PERDAS QUALITATIVAS – de difícil percepção pelos produtores e pelos profissionais (RELAÇÕES QUÍMICAS, ENZIMÁTICAS, MICROBIOLÓGICAS – CONSEQÜÊNCIAS GRAVIMÉTRICAS E/OU VOLUMÉTRICAS, SANITÁRIAS, TOXICOLÓGICAS)

Incidência de quebrados, ataques de roedores, pássaros, insetos, ácaros, nematóides e microrganismos, peso de 1000 grãos (massa unitária), peso volumétrico (densidade, peso específico), enfermidades e micotoxinas. Perdas de propriedades tecnológicas, funcionais e sensoriais

DEFEITOS

EVOLUEM DURANTE O ARMAZENAMENTO

Associados aos aspectos microbiológicos, entomológicos, bioquímicos, químicos, e micotóxicos * típicos de pós-colheita *

DEFEITOS METABÓLICOS: ardidos, brotados, descoloridos, amarelos, pretos, mofados, manchados, enrugados, picados, carunchados ou atacados por outros insetos

NÃO EVOLUEM DURANTE O ARMAZENAMENTO

Associados aos aspectos fenológicos, físicos, térmicos e mecânicos * típicos de lavoura na produção e de manuseio *

DEFEITOS NÃO-METABÓLICOS: mal-formados, chochos, imaturos, amassados, quebrados, danificados, gessados e rajados

PROPRIEDADES DOS GRÃOS E SUAS CONSEQÜÊNCIAS NAS PROPRIEDADES CONSERVATIVAS E TECNOLÓGICAS

Porosidade

Condutibilidade térmica

Higroscopicidade

Ângulo de talude

Respiração

POROSIDADE

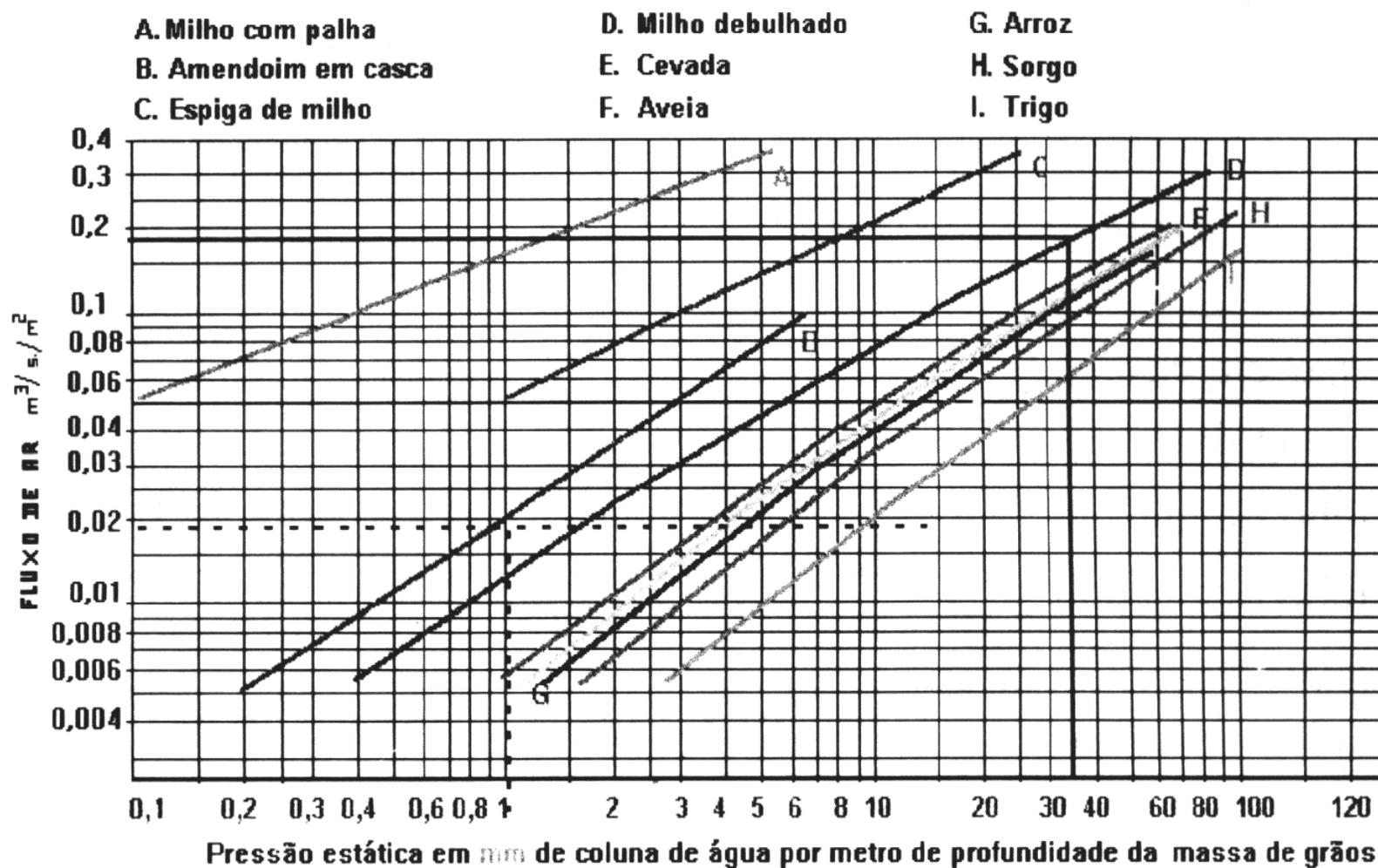
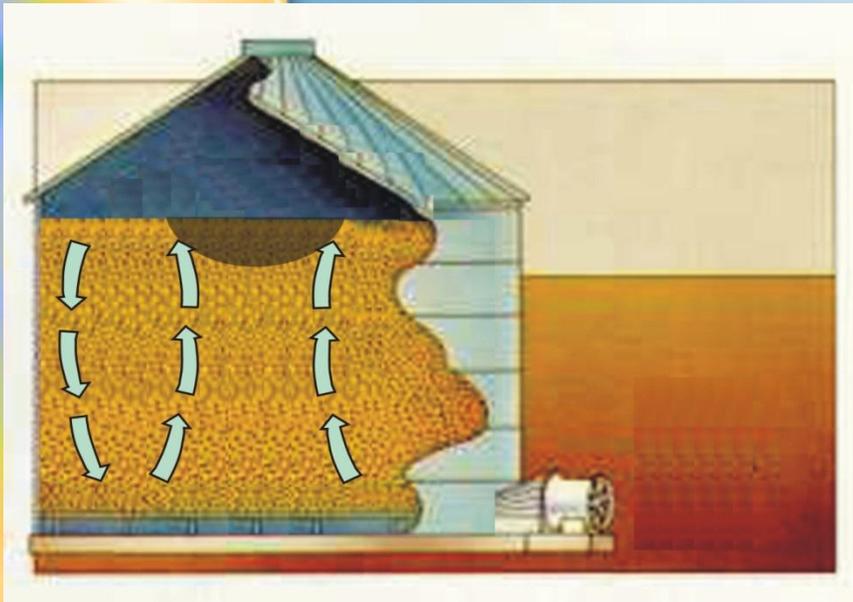


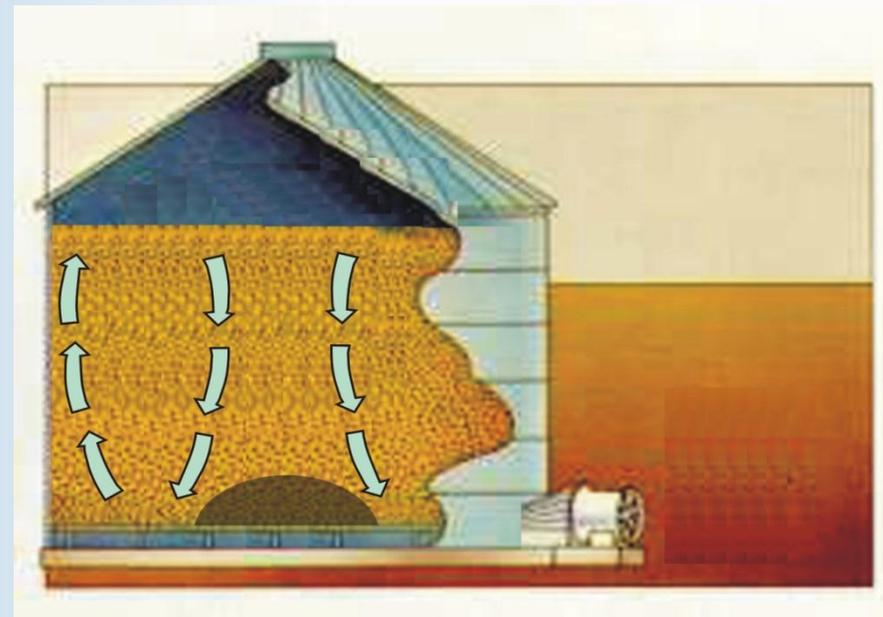
Gráfico de Shed

CONDUTIBILIDADE TÉRMICA

Migração de Umidade por Correntes Convectivas



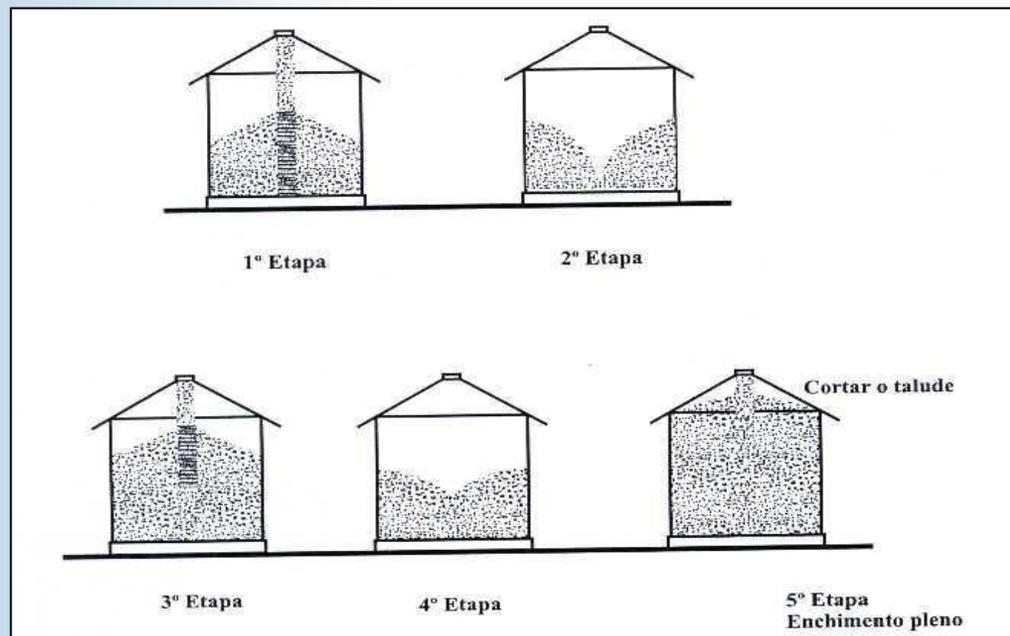
Temperatura externa menor
Condensação no terço superior



Temperatura externa maior
Condensação no terço inferior



ÂNGULO DE TALUDE



Respiração

Reação aeróbia:



Reação anaeróbia:



HIGROSCOPICIDADE

Temp. (°C)	Umidade Relativa (%)												
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
10	9,9	10,4	10,9	11,4	11,9	12,4	13,0	13,6	14,2	14,9	15,8	16,8	18,1
12	9,7	10,2	10,7	11,2	11,7	12,3	12,8	13,4	14,1	14,8	15,6	16,6	18,0
14	9,6	10,1	10,6	11,1	11,6	12,1	12,7	13,3	13,9	14,6	15,5	16,5	17,9
16	9,4	9,9	10,4	10,9	11,4	12,0	12,5	13,1	13,8	14,5	15,4	16,4	17,8
18	9,3	9,8	10,3	10,8	11,3	11,8	12,4	13,0	13,7	14,4	15,3	16,3	17,6
20	9,1	9,6	10,2	10,7	11,2	11,7	12,3	12,9	13,5	14,3	15,1	16,1	17,5
22	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,6	12,1	12,7	13,4	14,1	15,0	16,0	17,4
24	8,9	9,4	9,9	10,4	10,9	11,5	12,0	12,6	13,3	14,0	14,9	15,9	17,3
26	8,7	9,3	9,8	10,3	10,8	11,3	11,9	12,5	13,2	13,9	14,8	15,8	17,2
28	8,6	9,1	9,6	10,2	10,7	11,2	11,8	12,4	13,1	13,8	14,7	15,7	17,1
30	8,5	9,0	9,5	10,0	10,6	11,1	11,7	12,3	13,0	13,7	14,6	15,6	17,0
32	8,4	8,9	9,4	9,9	10,5	11,0	11,6	12,2	12,8	13,6	14,5	15,5	16,9

Umidade de equilíbrio (%) do arroz

Grãos

Microrganismos psicrófilos

Microrganismos mesófilos,
Ácaros, Insetos

Microrganismos termófilos

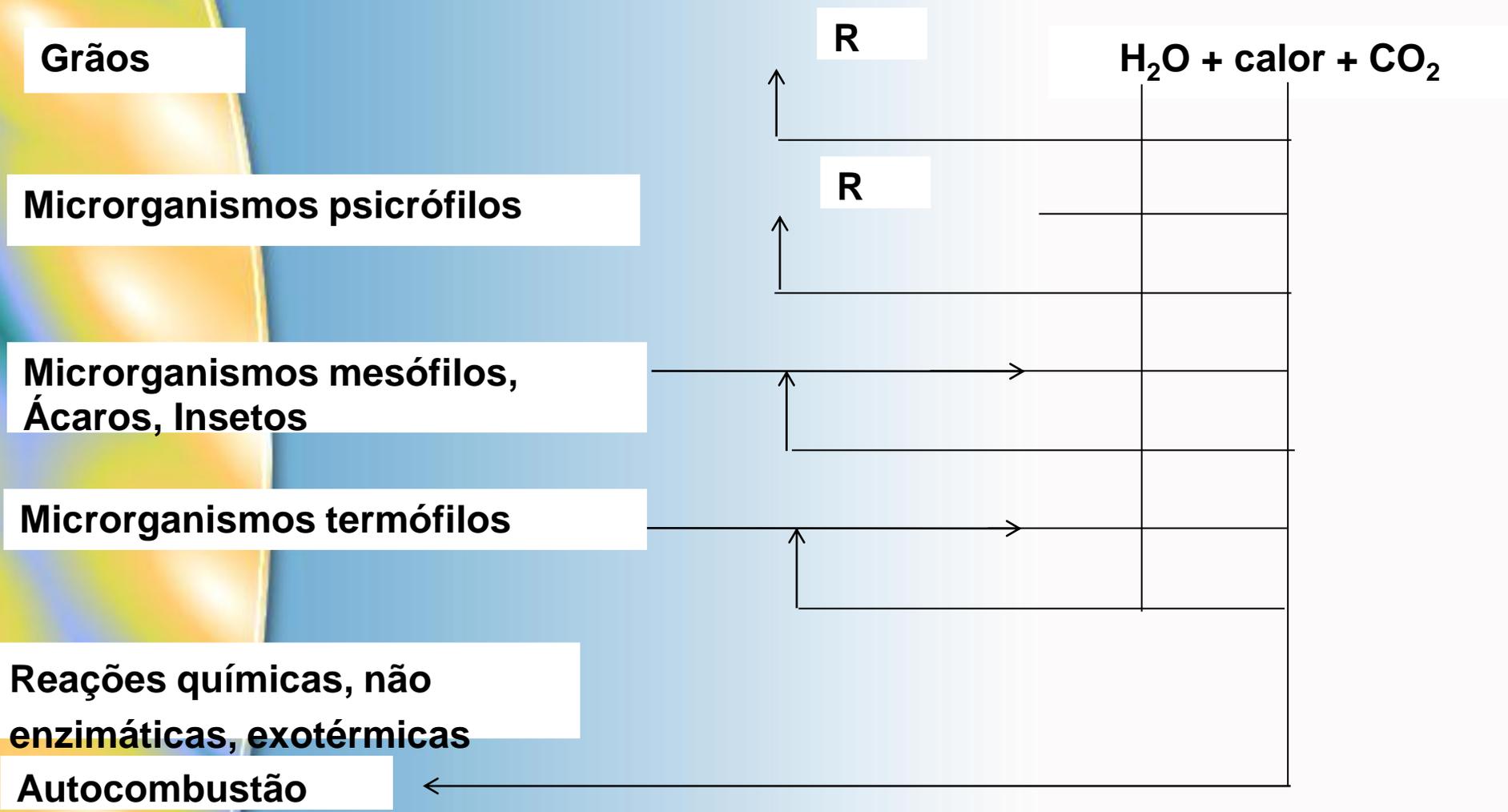
Reações químicas, não
enzimáticas, exotérmicas

Autocombustão

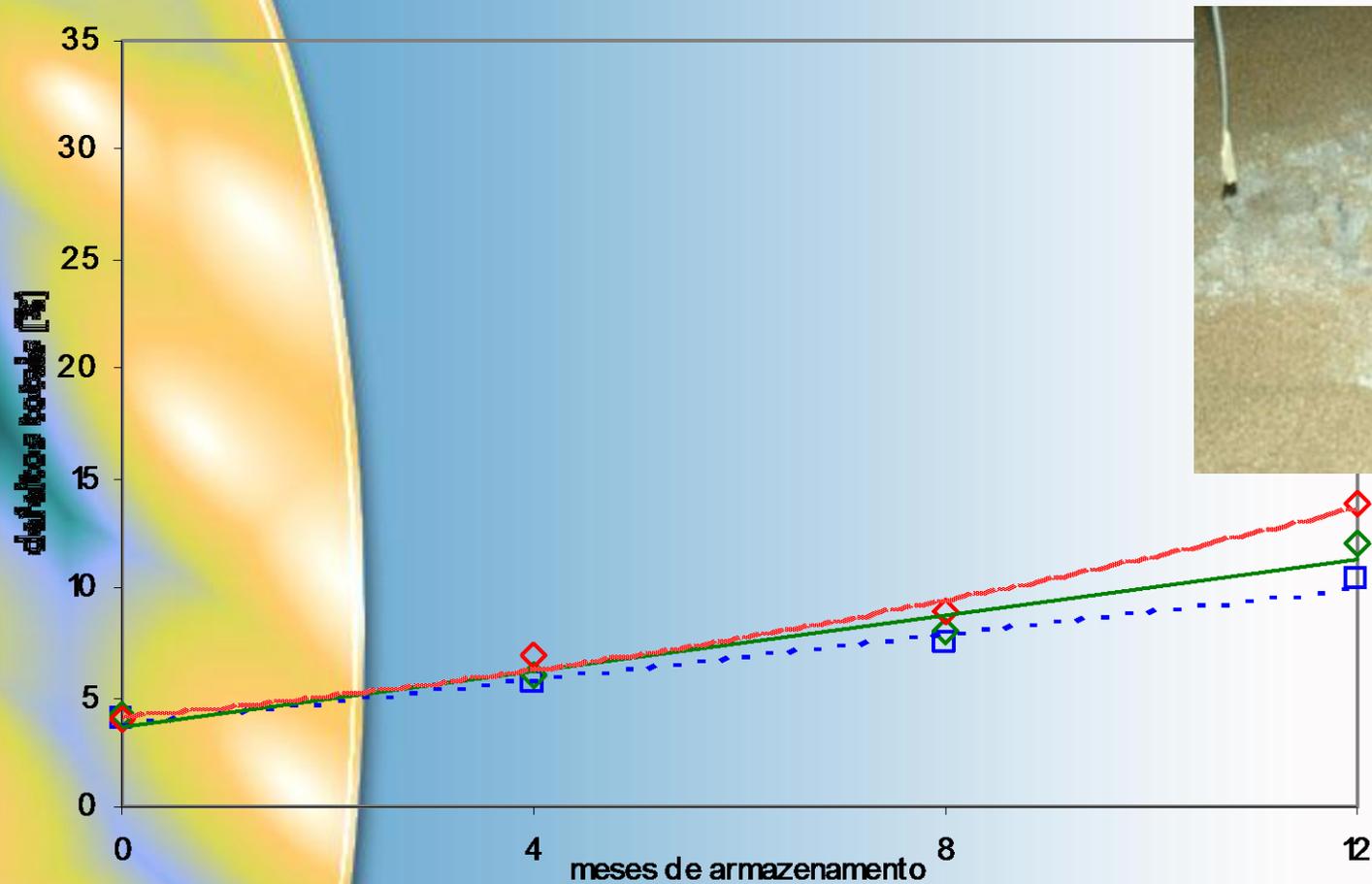
R

H₂O + calor + CO₂

R



Dinâmica metabólica no armazenamento

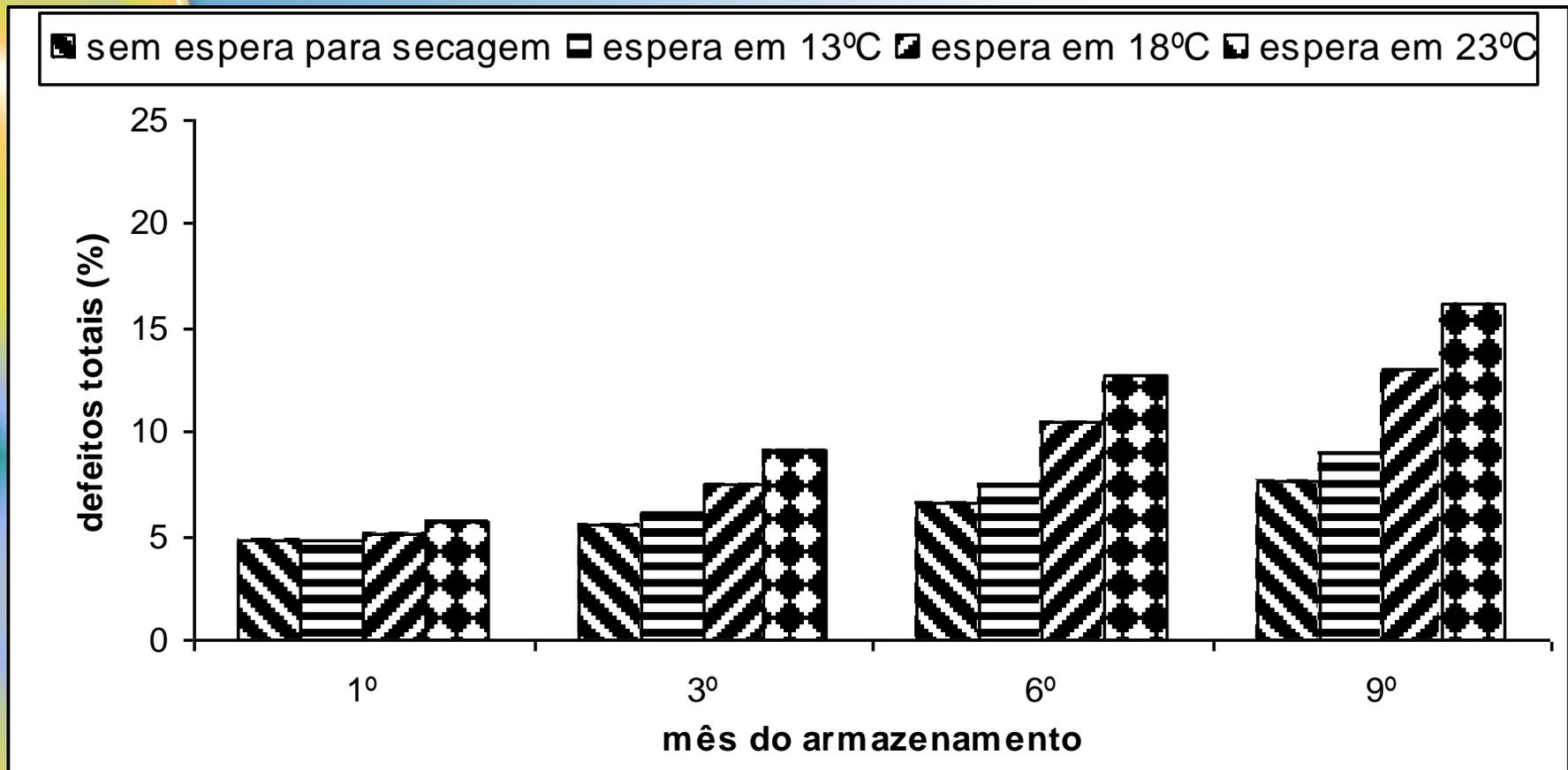


□ $t < 10^{\circ}\text{C}$

◇ $10^{\circ}\text{C} < t < 20^{\circ}\text{C}$

◇ $t > 20^{\circ}\text{C}$

Efeitos da temperatura do ar na aeração de espera durante 24 horas para secagem e do tempo de armazenamento sobre a incidência de defeitos em grãos de arroz



Incidência de defeitos em grãos de arroz submetidos a três temperaturas durante quatro dias de espera para secagem e armazenados durante nove meses

QUALIDADE: PROPRIEDADES DESEJÁVEIS PARA A CONSERVAÇÃO, INDUSTRIALIZAÇÃO E/OU CONSUMO DE GRÃOS:

a) umidade baixa e uniforme;

b) poucas impurezas / matérias estranhas;

c) baixa suscetibilidade à quebra (especialmente arroz);

d) boa conservabilidade;

e) poucos defeitos (especialmente arroz e feijão);

f) alto peso específico (principalmente trigo);

g) elevada sanidade, com poucas substâncias tóxicas;

h) bom potencial de industrialização;

i) boas características tecnológicas;

j) boas características sensoriais;

l) bom desempenho de panela;

m) alto valor nutricional.

Fatores que influenciam a qualidade do grão:

- a) características da espécie e variedades;
 - b) época e condição de colheita;
 - c) condições no ciclo de produção;
 - d) métodos de secagem;
 - e) sistema de armazenamento
 - f) e métodos de conservação.
 - g) processo de industrialização
 - h) “vida na prateleira”
 - i) técnica culinária
 - j) hábitos culturais
-

COLHEITA



RENDIMENTO (%) DE GRÃOS INTEIROS EM TRÊS CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO, EM FUNÇÃO DA UMIDADE DE COLHEITA

UMIDADE	BR-IRGA 409	BR-IRGA 417	BLUEBELLE
25,6 a 28,5	45,5 c	46,2 bc	47,5 d
22,6 a 25,5	56,3 b	58,5 a	56,4 c
19,6 a 22,5	59,9 a	58,7 a	59,3 a
16,6 a 19,5	59,3 a	58,3 b	69,2 a
13,6 a 16,5	55,7 b	56,7 c	57,6 b

Percentagem média em relação ao arroz em casca. Letras distintas, no mesmo cultivar, diferem entre si, a 1% de significância, pelo teste de Duncan.

FONTE: ELIAS et al., 2002. UFPEL

INCIDÊNCIA DE GRÃOS MANCHADOS E/OU PICADOS EM TRÊS CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO, EM FUNÇÃO DA UMIDADE DE COLHEITA

UMIDADE	BR-IRGA 409	BR-IRGA 417	BLUEBELLE
25,6 a 28,5	0,81 c	0,96 c	0,30 b
22,6 a 25,5	1,23 b	1,34 b	0,35 b
19,6 a 22,5	1,19 b	1,39 b	0,43 a
16,6 a 19,5	1,42 a	1,81 a	0,39 a
13,6 a 16,5	1,55 a	1,85 a	0,42 a

Percentagem média em relação ao arroz em casca. Letras distintas, no mesmo cultivar, diferem entre si, a 1% de significância, pelo teste de Duncan.

FONTE: ELIAS et al., 2002. UFPEL

INCIDÊNCIA DE GRÃOS GESSADOS EM TRÊS CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO, EM FUNÇÃO DA UMIDADE DE COLHEITA

UMIDADE	BR-IRGA 409	BR-IRGA 417	BLUEBELLE
25,6 a 28,5	1,29 a	1,51 a	0,57 a
22,6 a 25,5	0,49 b	0,35 b	0,61 a
19,6 a 22,5	0,28 b	0,17 b	0,52 a
16,6 a 19,5	0,22 b	0,13 b	0,44 b
13,6 a 16,5	0,29 b	0,04 c	0,36 c

Percentagem média em relação ao arroz em casca. Letras distintas, no mesmo cultivar, diferem entre si, a 1% de significância, pelo teste de Duncan.

FONTE: ELIAS et al., 2002. UFPEL

Pré-armazenamento:

RECEPÇÃO ⇒ PRÉ-LIMPEZA ⇒ SECAGEM

Armazenamento:

CARREGAMENTO



**MANUTENÇÃO DE QUALIDADE
(LIMPEZA/SELEÇÃO, EXPURGO PRELIMINAR/DESINFESTAÇÃO,
TERMOMETRIA, AERAÇÃO, TRANSILAGEM, INTRASSILAGEM,
RESFRIAMENTO, EXPURGO)**



Vista aérea do pátio interno das instalações de uma planta industrial de parboilização



Transporte



Amostragem



Análises de recepção



Recepção de grãos, com moega, plataforma basculante e balança.



Descarga, a granel, na moega



Máquina de ar e peneiras planas. Pode ser utilizada na pré-limpeza dos grãos chegados diretamente das lavouras, ou na de limpeza e seleção de grãos já secados



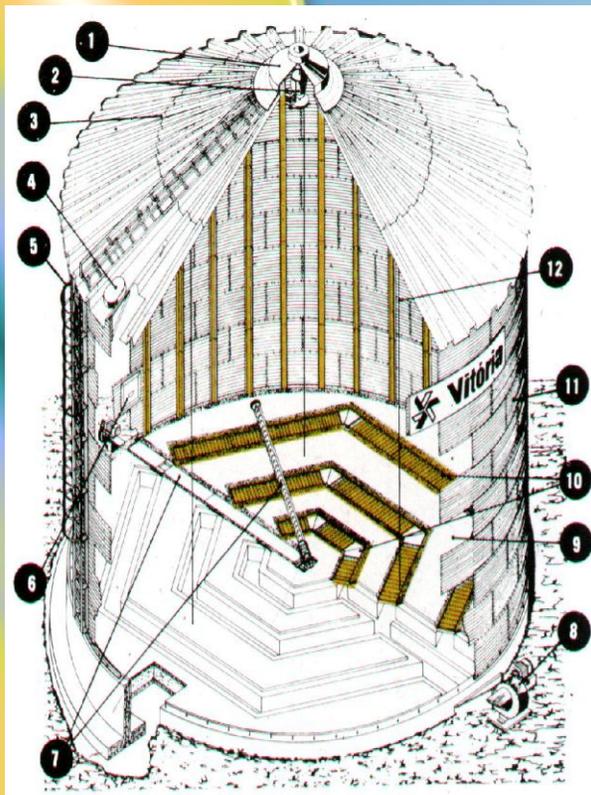
Sistema interno de captação de poeira acoplado à operação de limpeza de grãos



Reguladores de fluxo ou silo-pulmão de fundo cônico



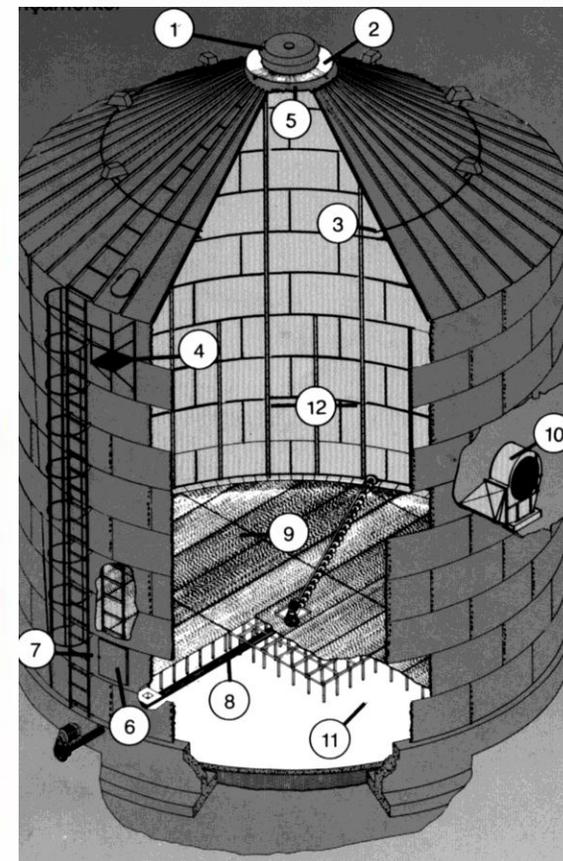
Parte externa do sistema de captação de poeira, composto por ciclones e exaustores

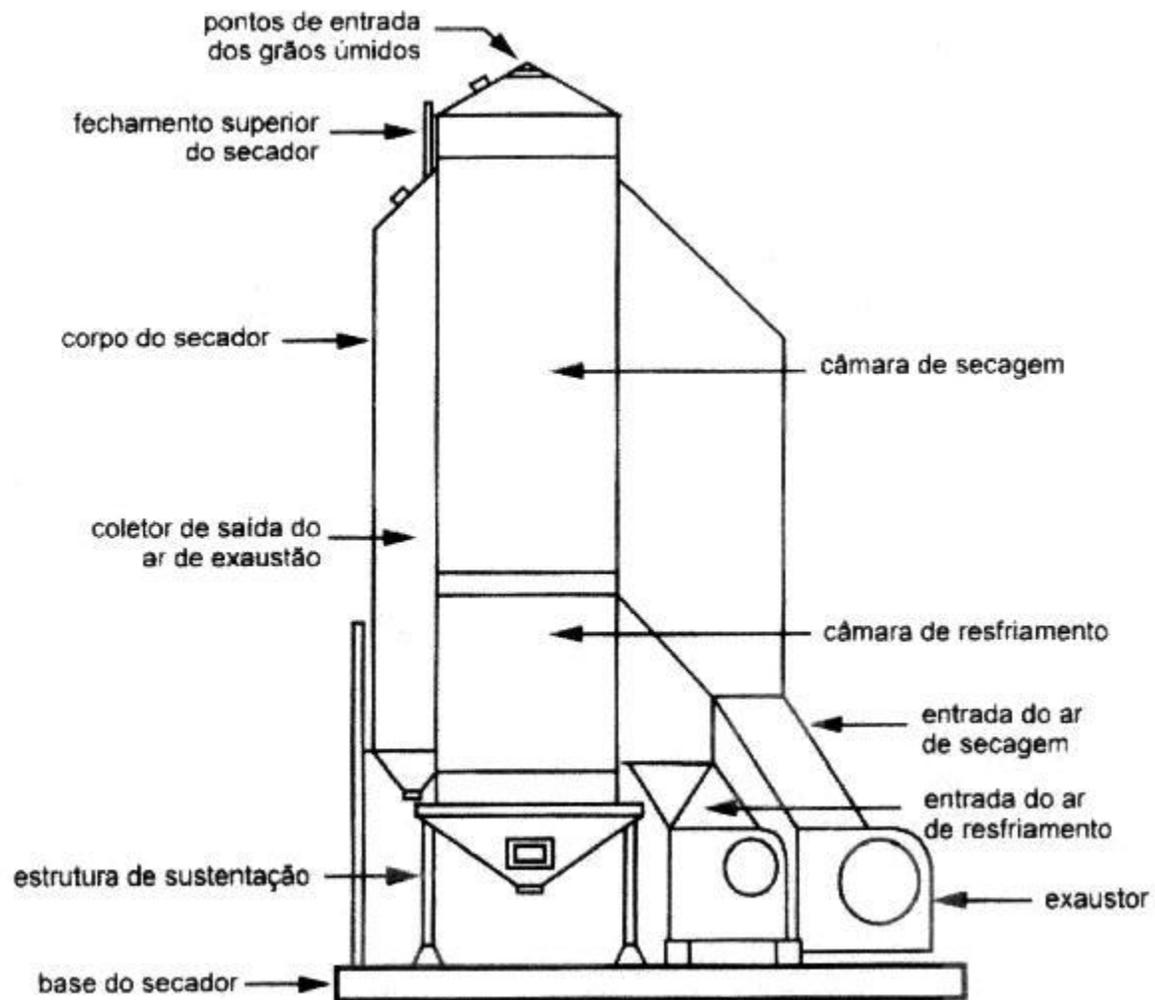
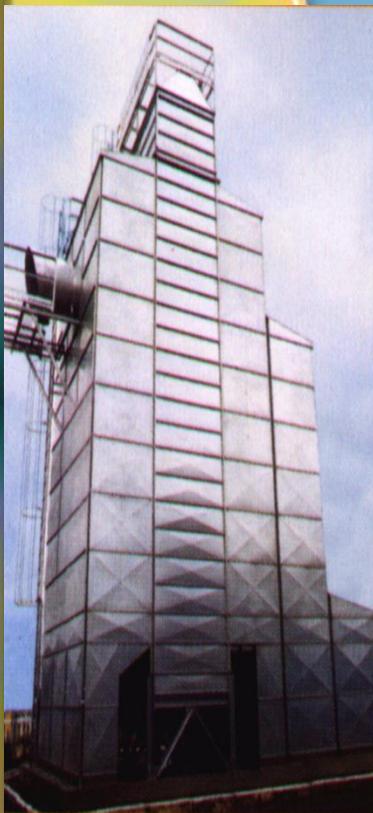


CEREALISTA ALBARUSKA LTDA. SÃO BORJA - RS. - FONE: (055) 431-2169

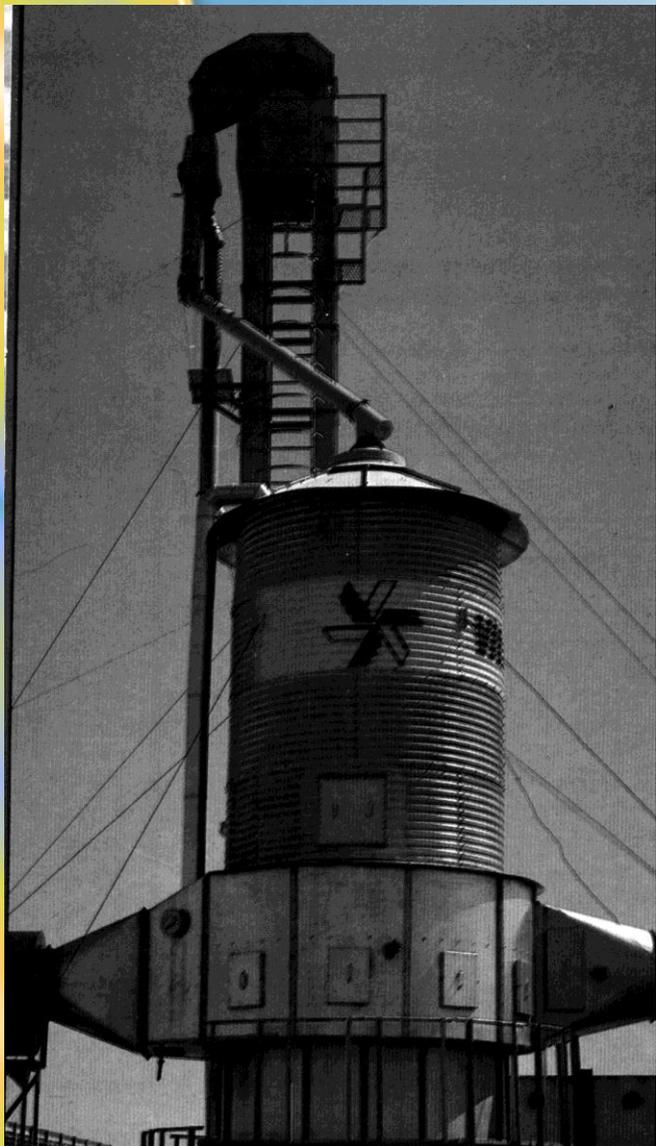


CEREALISTA STRECK LTDA. SÃO BORJA - RS. - FONE: (055) 431-1802

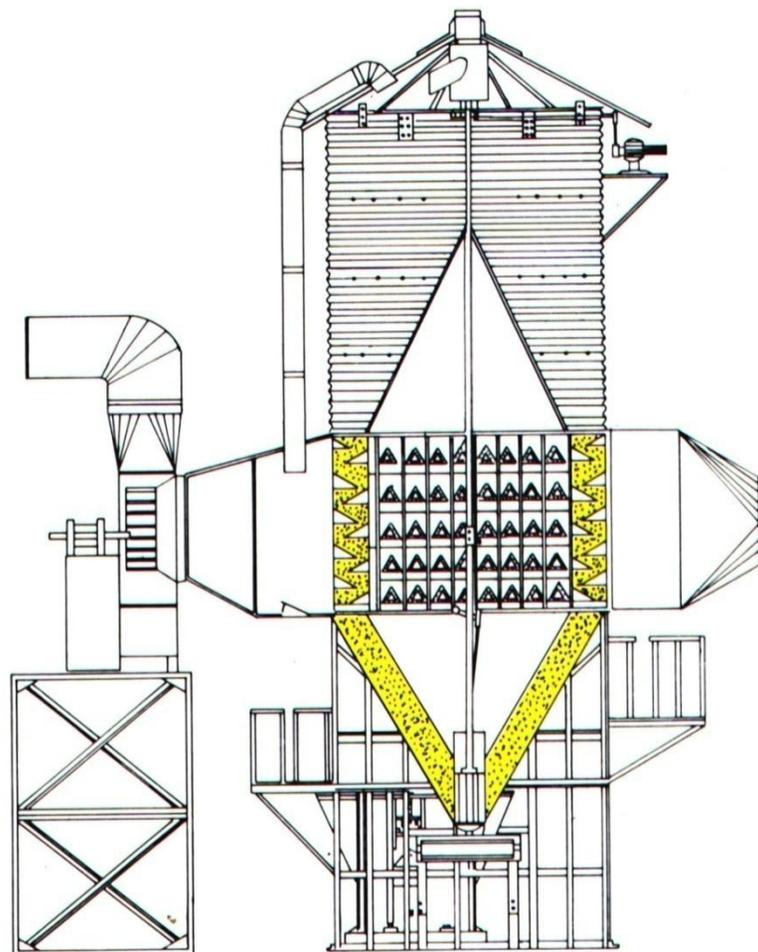




SECADOR DE COLUNA



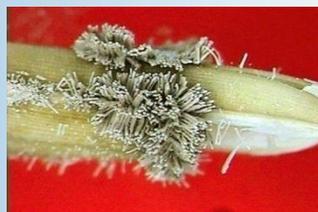
Secador intermitente tipo câmaras cilíndricas



Detalhes internos das câmaras de secagem e equalização de um secador intermitente

SECADOR INTERMITENTE

XVII CURSO DE FORMAÇÃO DE AUDITORES TÉCNICOS DO SISTEMA NACIONAL DE CERTIFICAÇÃO DE UNIDADES ARMAZENADORAS





Armazém graneleiro, de alvenaria, dotado de cabos de termometria e canaletas de aeração sobre o piso plano, de concreto



Armazém graneleiro, de alvenaria, dotado de sistema de resfriamento para conservação de grãos



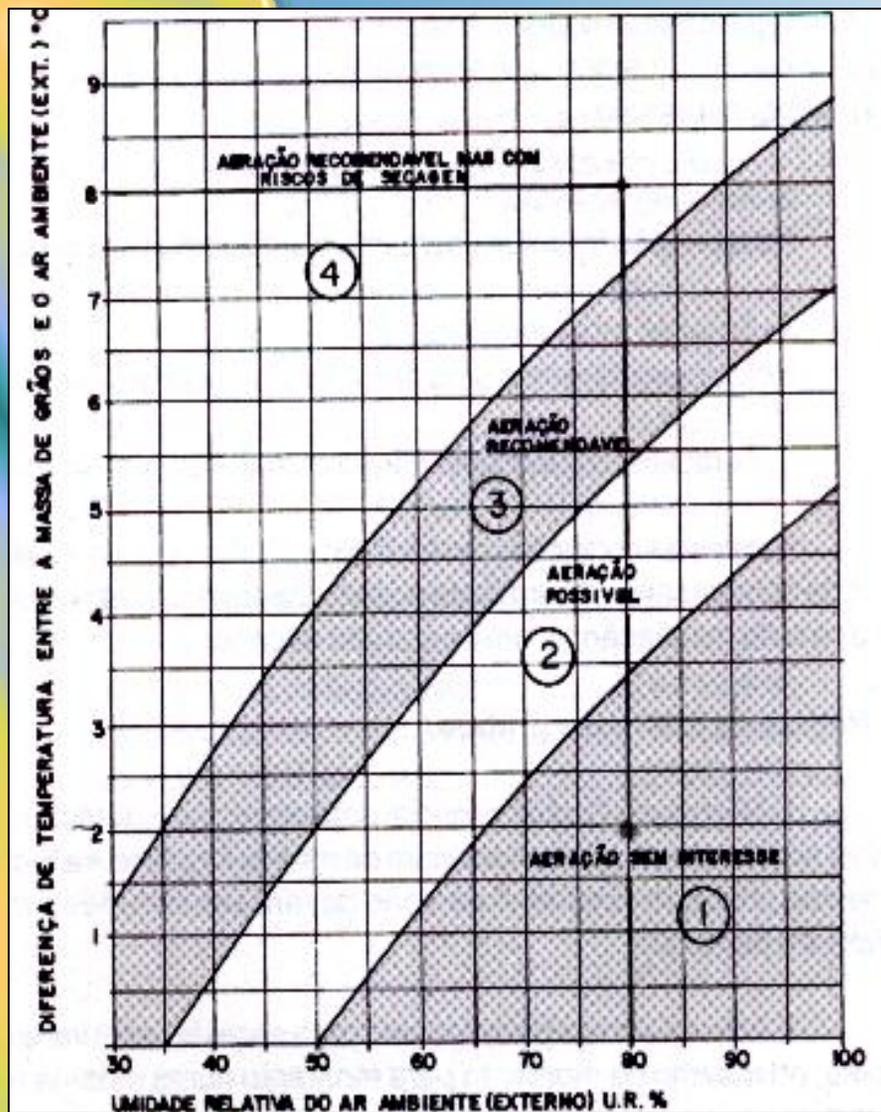
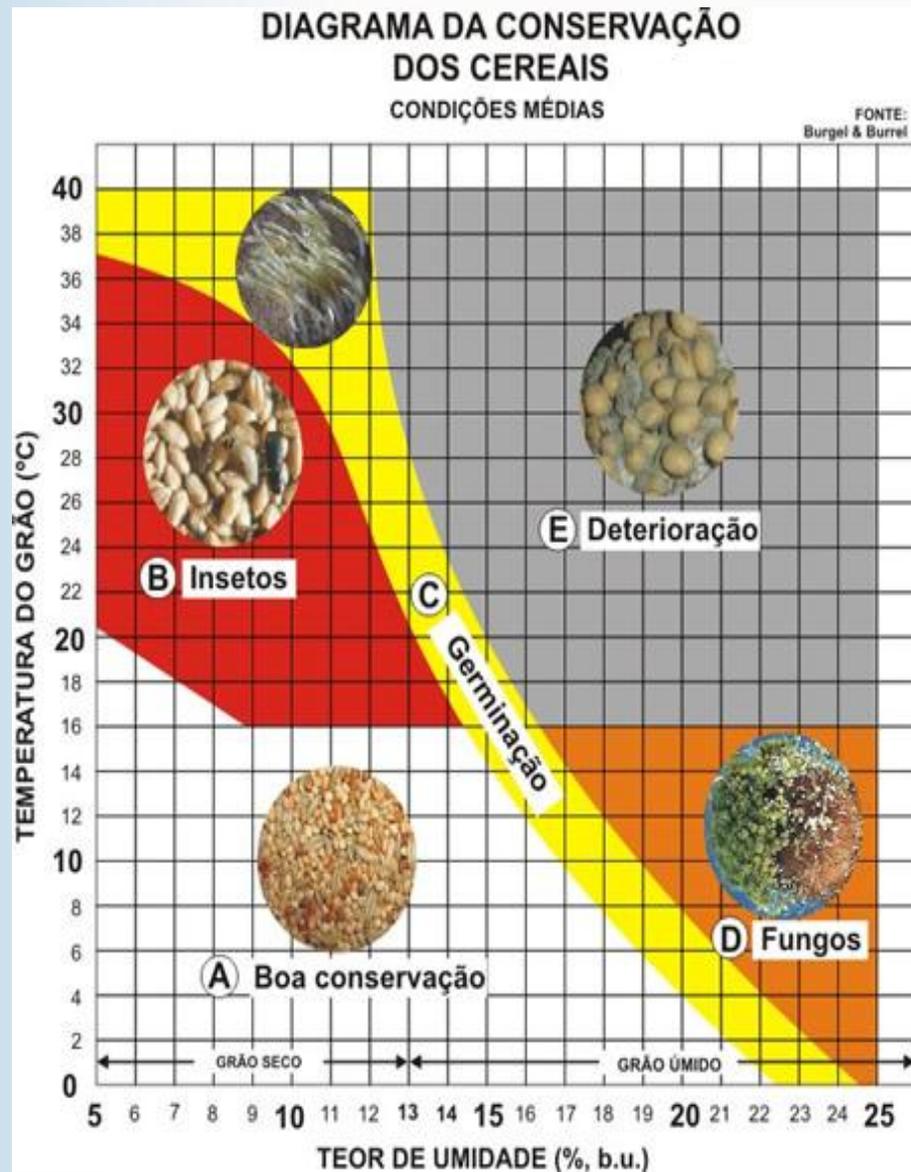


Diagrama de conservação de grãos.
 Fonte: Burges e Burrel (Cristensen, 1974).



RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS SÍNTESE FINAL

A) COLHEITA

- Umidade entre 18 e 24%, preferencialmente, dependendo da espécie.
- Regulagem correta de máquinas e equipamentos.
- Não misturar grãos de variedades diferentes.
- Manter calibrados os determinadores de umidade.

B) TRANSPORTE

- Evitar exposição prolongada ao sol e/ou mantê-lo abafado sob a lona do caminhão, antes da secagem.
- Evitar esperas e/ou longos tempos de carga, levando-o para a secagem tão logo realize a colheita.
- limpar bem o transportador, para que resíduos de uma carga não sejam fonte de inóculos para outra.

C) RECEPÇÃO

- Receber e manter separadamente os grãos de cada variedade.
- Aerar logo após a recepção, para resfriá-los.
- Secar tão logo realize a colheita ou até 24 horas após. Para tempo maior, deve-se pré-limpar, aerar e/ou pré-secar o arroz, mantendo-o sob aeração constante até a secagem, para resfriá-lo e reduzir o metabolismo.
- Não deixar grãos úmidos na moega, sem aeração, por mais de 24 horas, para não aumentar o percentual de grãos com defeitos metabólicos.

D) PRÉ-LIMPEZA

- Se armazenar na propriedade e não comercializar logo, a pré-limpeza deve ser mais seletiva, até teores de impurezas e/ou matérias estranhas máximos de 2%. Secar e armazenar sem efetuar a limpeza logo, só a realizando na entressafra, na comercialização ou no beneficiamento industrial.
- Se for comercializado imediatamente, fazer pré-limpeza até 3-5% de impurezas e/ou matérias estranhas, secar, limpar até 1% e armazenar limpo.

E) SECAGEM

- 1) Aumentar gradualmente a temperatura do ar de secagem, ao invés do sistema tradicional, sem causar choque térmico nem superaquecimento dos grãos.**
- 2) Controlar a temperatura dos grãos na saída do secador. Se aumentar muito, abrir a descarga para aumentar o fluxo de grãos e/ou aumentar o fluxo de ar. Se não for suficiente, reduzir a temperatura do ar.**
- 3) Evitar aumentos e/ou reduções bruscas de temperatura do ar durante a secagem.**
- 4) Calibrar periodicamente os determinadores de umidade.**

F) ARMAZENAMENTO

- 1) Carregar o silo até 1-1,5 metros de altura, com grãos parcialmente resfriados. Ligar o ventilador e insuflar o ar ambiente. A partir daí e com o ventilador ligado, levar diretamente do secador para o silo, sem resfriamento prévio, cuidando-se para não haver correntes de ar frio, no transporte até o silo.
- 2) Carregar o silo até 1/3 a 1/2 da altura. Interromper o carregamento, intrassilar e depois completar a carga.
- 3) Evitar cones altos para não desuniformizar a aeração. Deixar no mínimo de 1,2 m entre os grãos e o teto do silo, para reduzir efeitos de condensação de vapor de água, por correntes convectivas, no fundo do silo.
- 4) Medir diariamente a temperatura, com a termometria, em vários pontos, à mesma hora. Se os grãos começarem a aquecer, ligar o ventilador quando atingir de 3 e 5^oC, desligando-o quando resfriar.
- 5) Fazer transilagem ou intrassilagem a cada 30 a 60 dias, independentemente de aquecimento.

6) Boas condições de higiene e sanidade em silos e armazéns são fundamentais para a conservabilidade.

7) Ocorrendo pragas, realizar expurgos conforme o Receituário Agrônomo e sob a orientação, supervisão e responsabilidade técnica de Engenheiro Agrônomo.

OBS.:

A temperatura ideal de desenvolvimento dos insetos é de 23 a 35°C, com ótimo a 28°C. Abaixo de 21°C, por muito tempo, a maioria dos insetos não se reproduz e morre a maior parte em temperaturas acima de 38°C.

O controle feito através do expurgo é corretivo e não tem caráter preventivo, podendo ocorrer novas infestações. Periodicamente deve-se repetir o processo ou complementá-lo com métodos preventivos.

Condições técnicas de armazenamento

- Grãos secos e limpos
- Sistema de aeração/resfriamento
- Sistema de termometria
- Impermeabilização
- Proteções
- Vedação
- Distribuição uniforme de carga
- Nivelamento da superfície dos grãos

Manejo de aeração

- Iniciar o processo de aeração assim que os dutos estejam cobertos
- continuar a aeração até próximo ao equilíbrio das temperaturas do ar e dos grãos
- a temperatura da massa de grãos deve ser a mais baixa possível (ideal $< 16^{\circ}\text{C}$)
- evitar perdas de ar
- verificar se o sentido de rotação do ventilador está correto
- inspecionar diariamente a superfície da massa de grãos verificando fluxo de ar, umidade e temperatura
- a aeração deve ser realizada sempre que as condições do ar (climáticas da região ou por condicionamento) permitam.
- **QUER TER MAIS CONTROLE E SEGURANÇA: USA RESFRIAMENTO!**