

**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**  
UFFEL UFFEL UFFEL UFFEL

**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

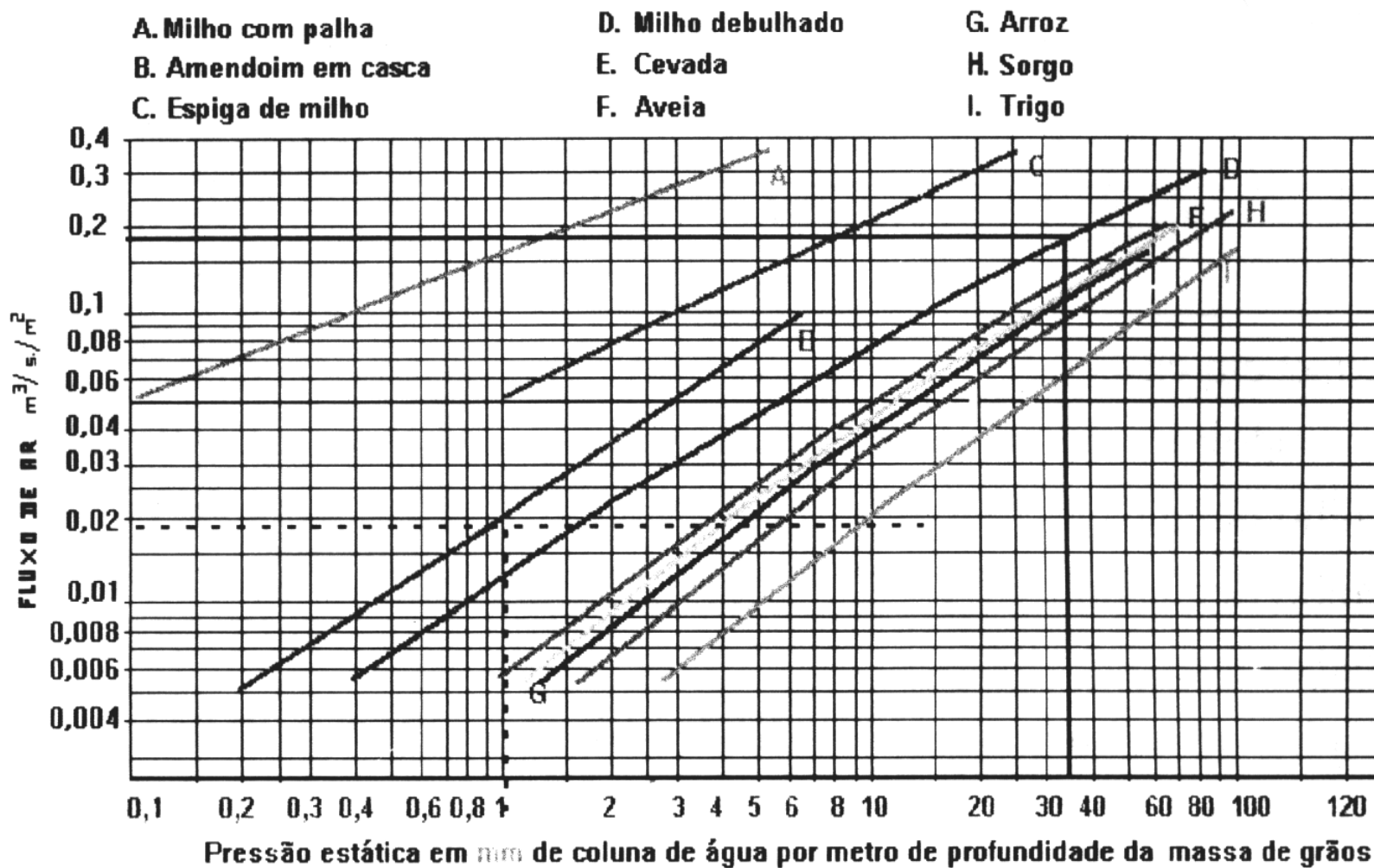
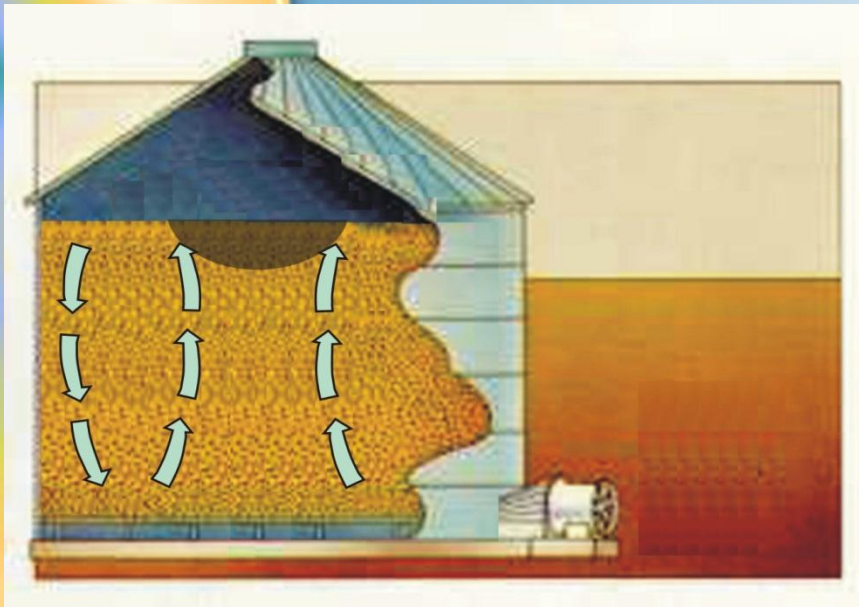


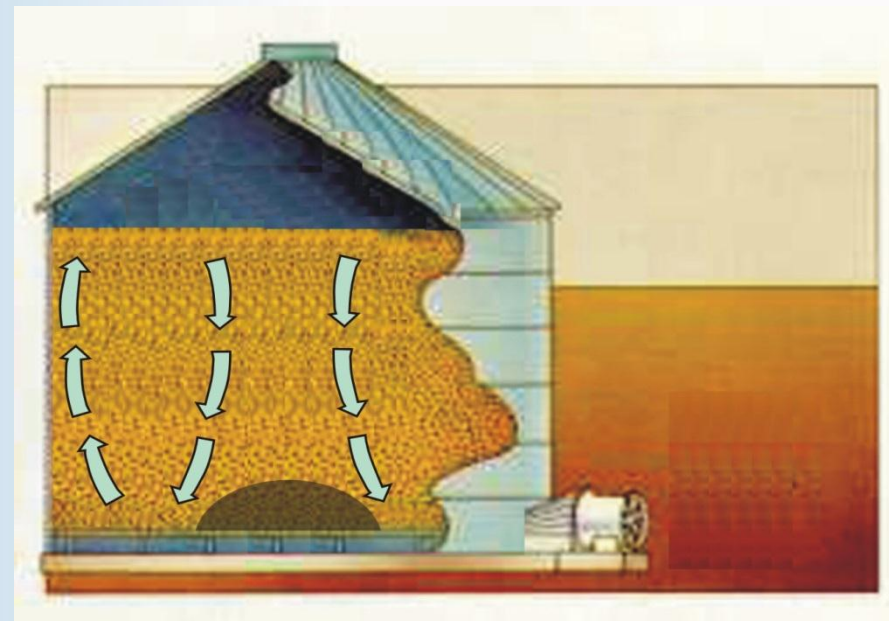
Gráfico de Shed

# CONDUTIBILIDADE TÉRMICA

## Migração de Umidade por Correntes Convectivas



Temperatura externa menor  
Condensação no terço superior

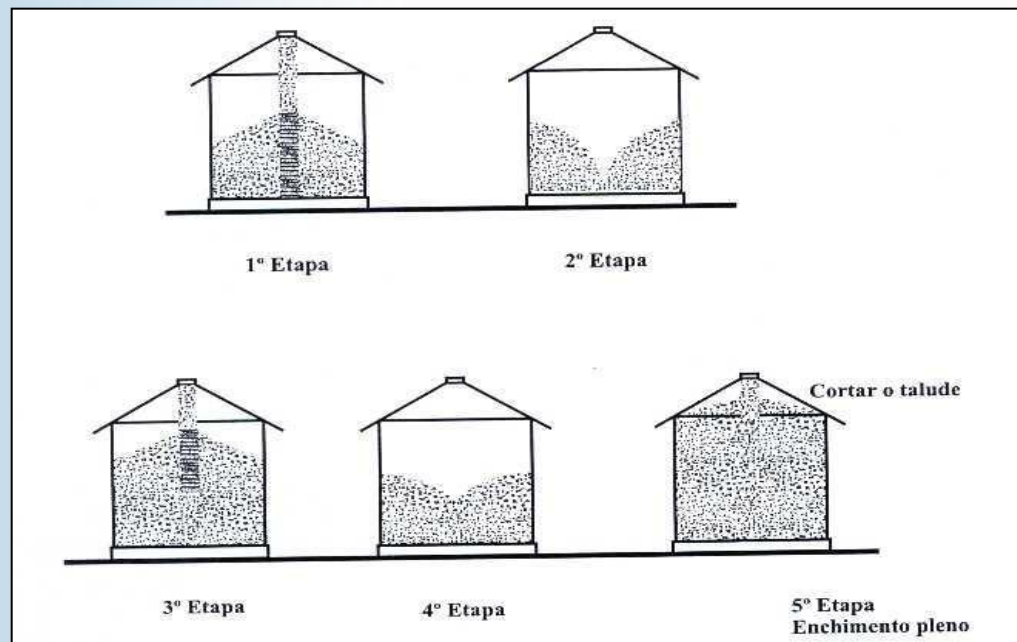


Temperatura externa maior  
Condensação no terço inferior



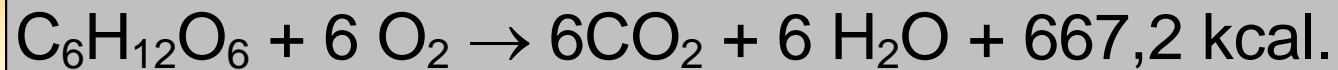


# ÂNGULO DE TALUDE

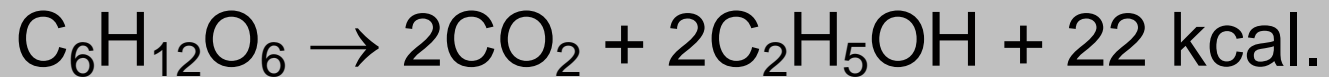


# Respiração

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**

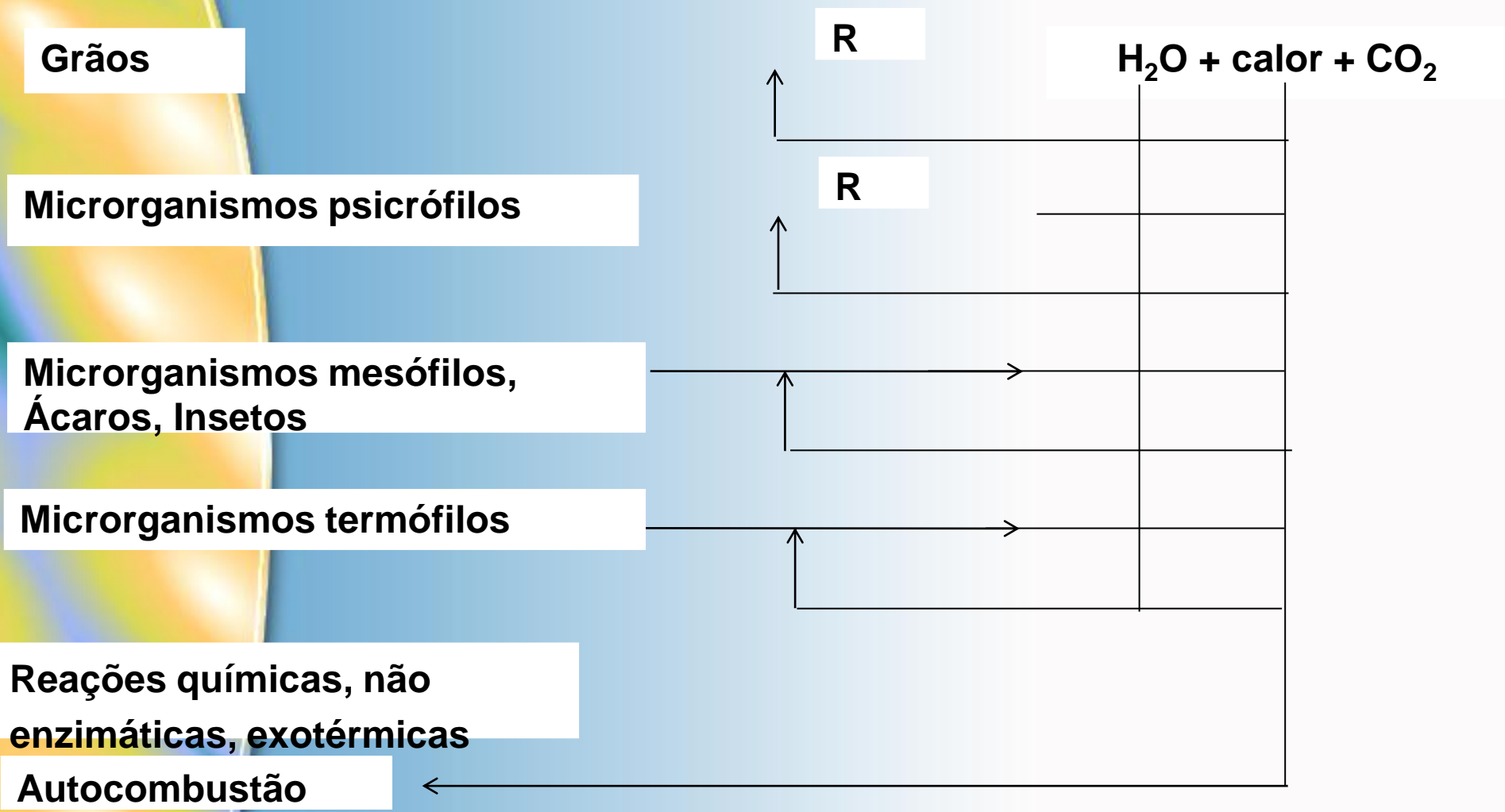
**Reações químicas, não  
enzimáticas, exotérmicas**

**Autocombustão**

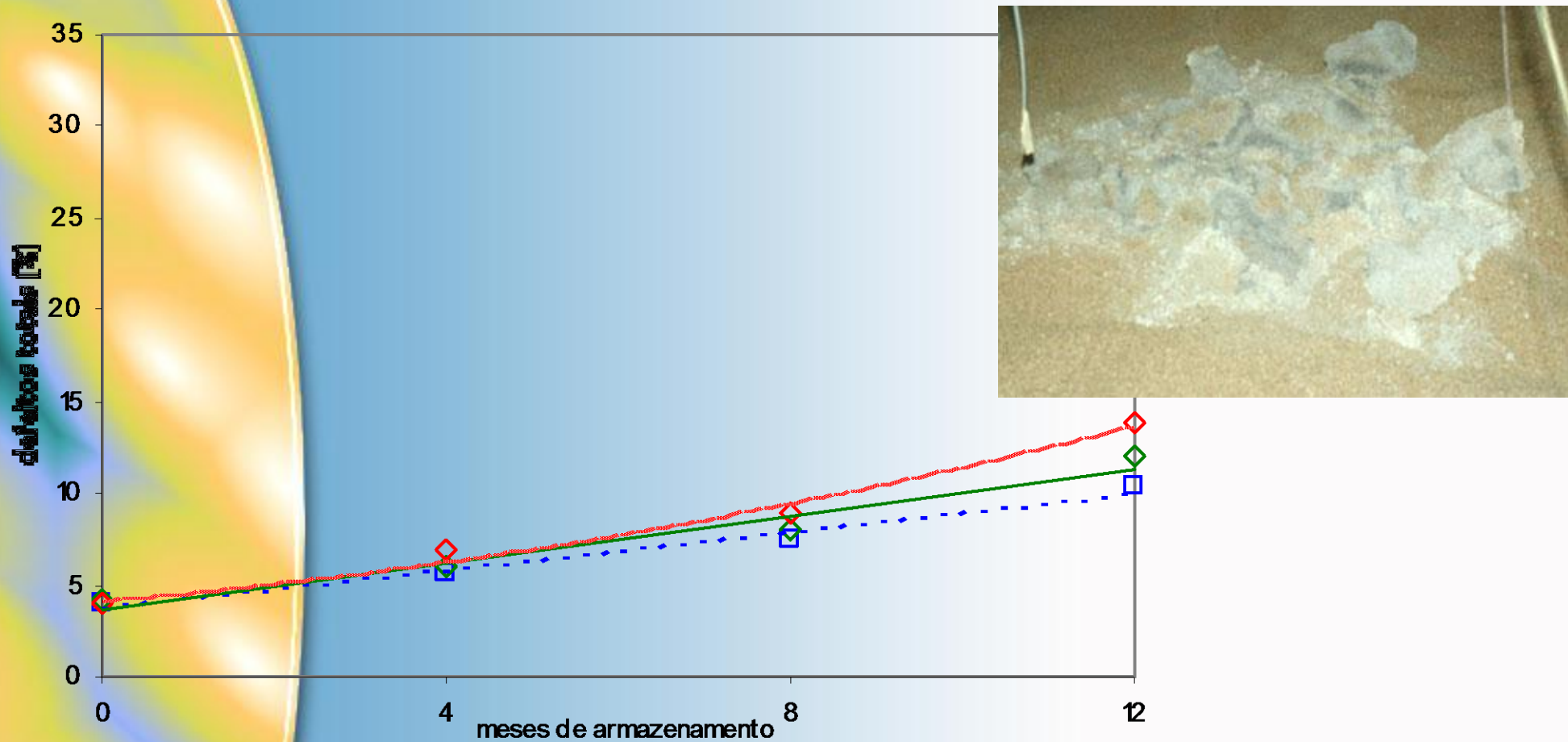
**R**

**H<sub>2</sub>O + calor + CO<sub>2</sub>**

**R**



## Dinâmica metabólica no armazenamento

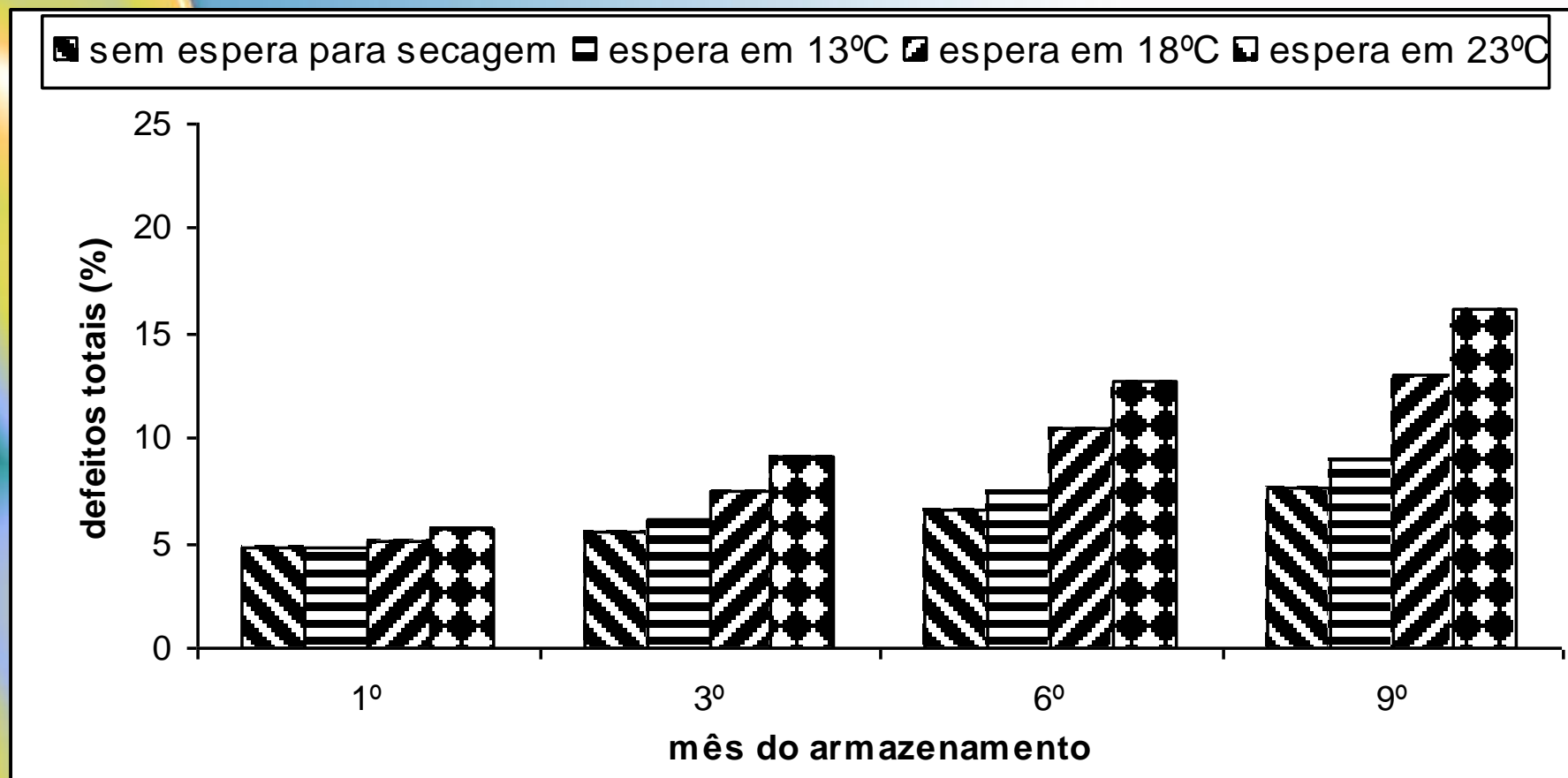


□  $t < 10^{\circ}\text{C}$

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

◇  $t > 20^{\circ}\text{C}$

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)**



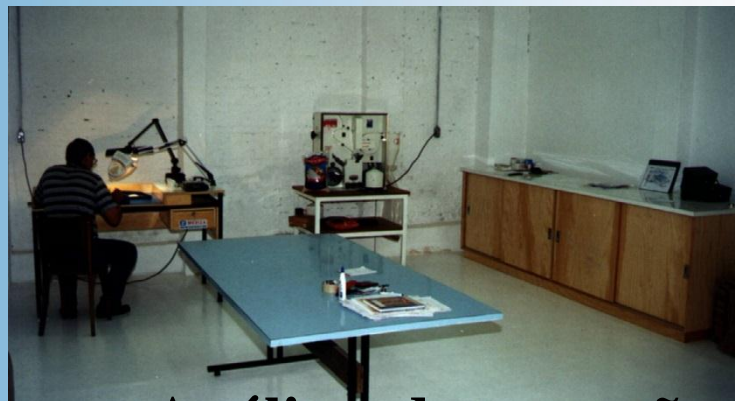
**Vista aérea do pátio interno das instalações de uma planta industrial de parboilização**



**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**



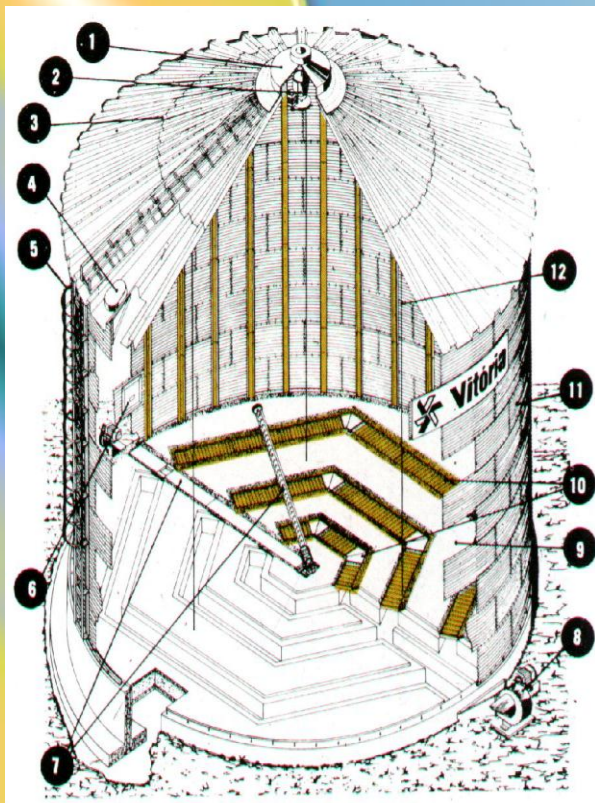
**Sistema interno de captação de poeira acoplado à operação de limpeza de grãos**



**Reguladores de fluxo ou silo-pulmão de fundo cônico**



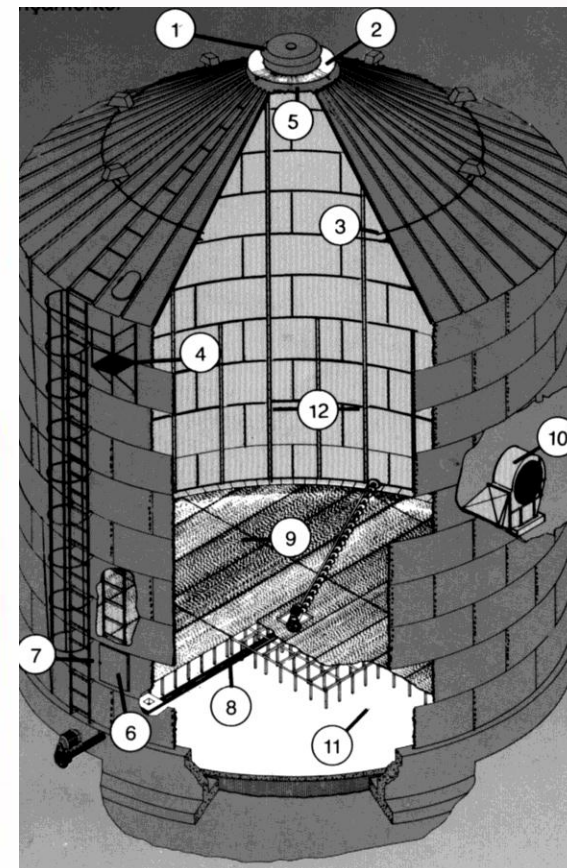
**Parte externa do sistema de captação de poeira, composto por ciclones e exaustores**

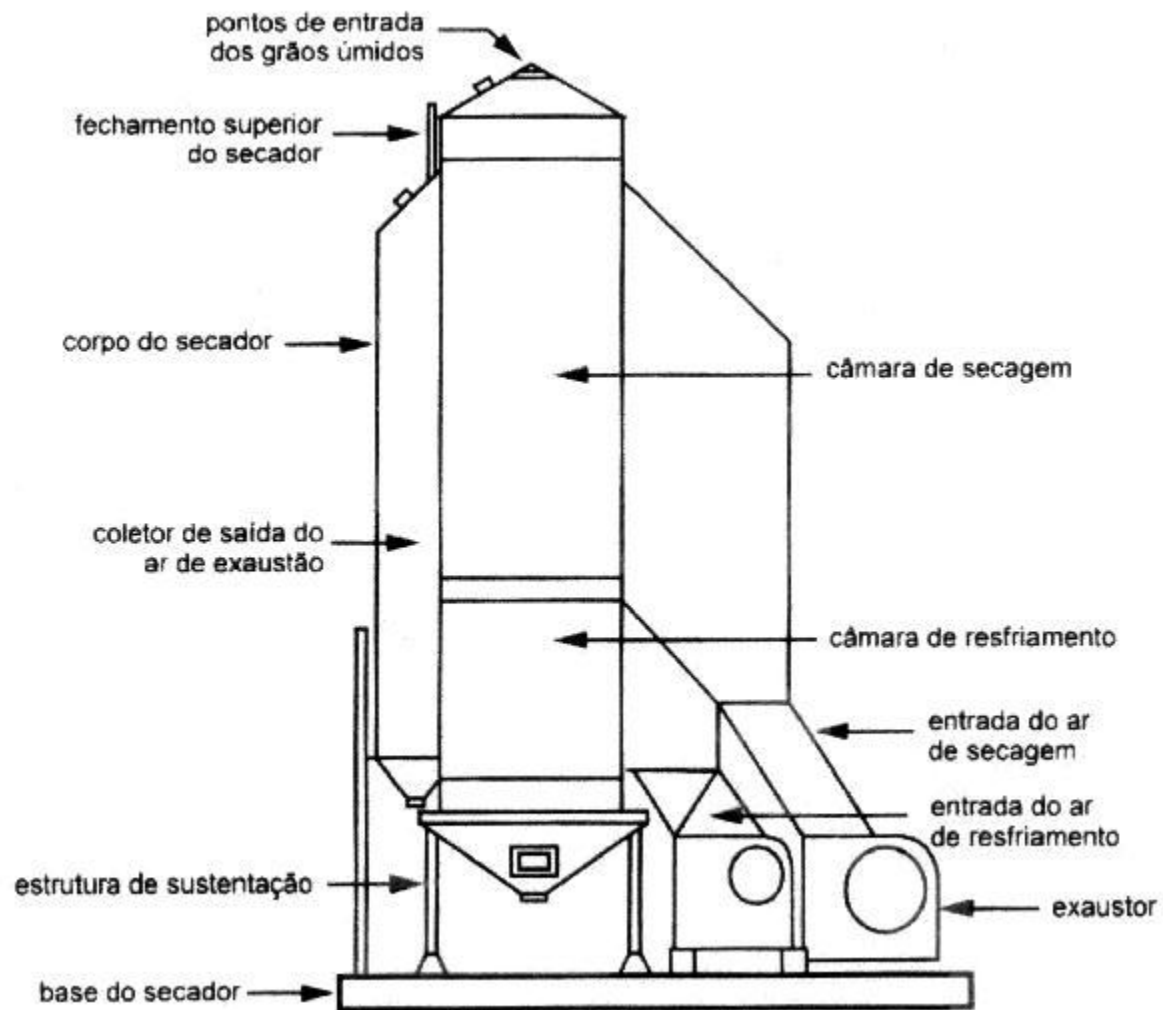
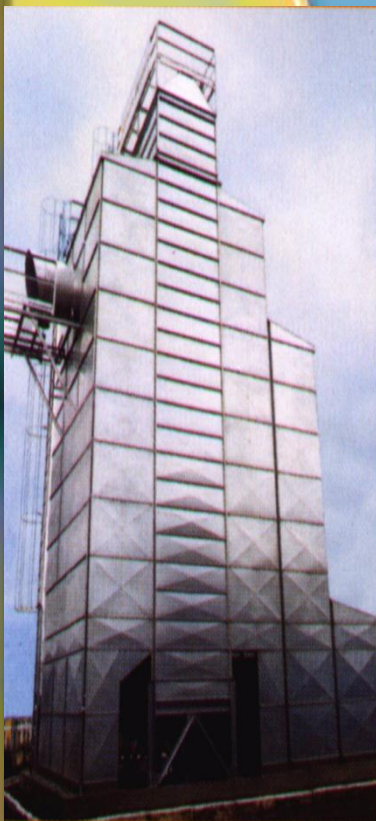


CEREALISTA ALBARUSKA LTDA. SÃO BORJA - RS. - FONE: (055) 431-2169

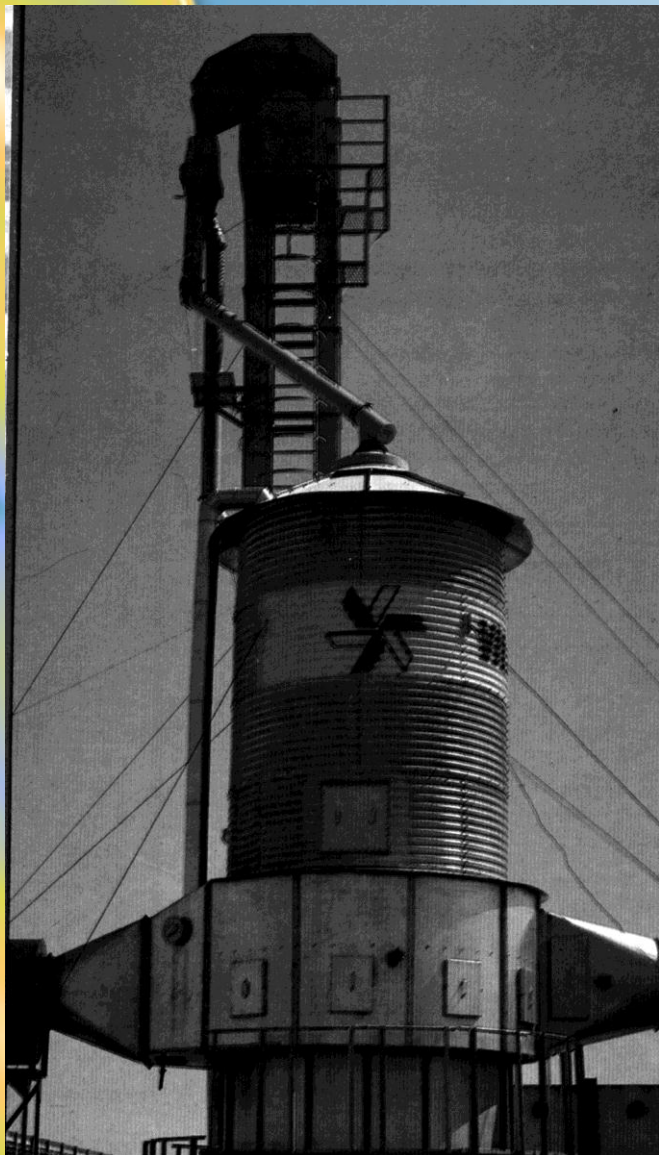


CEREALISTA STRECK LTDA. SÃO BORJA - RS. - FONE: (055) 431-1802

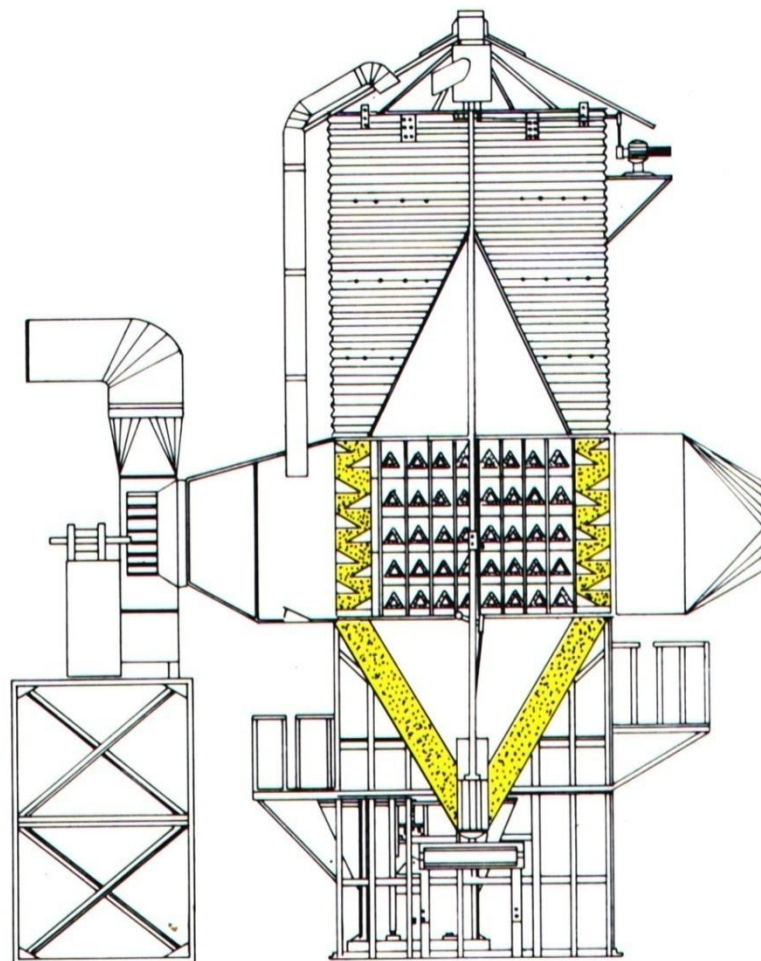




**SECADOR DE COLUNA**



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**



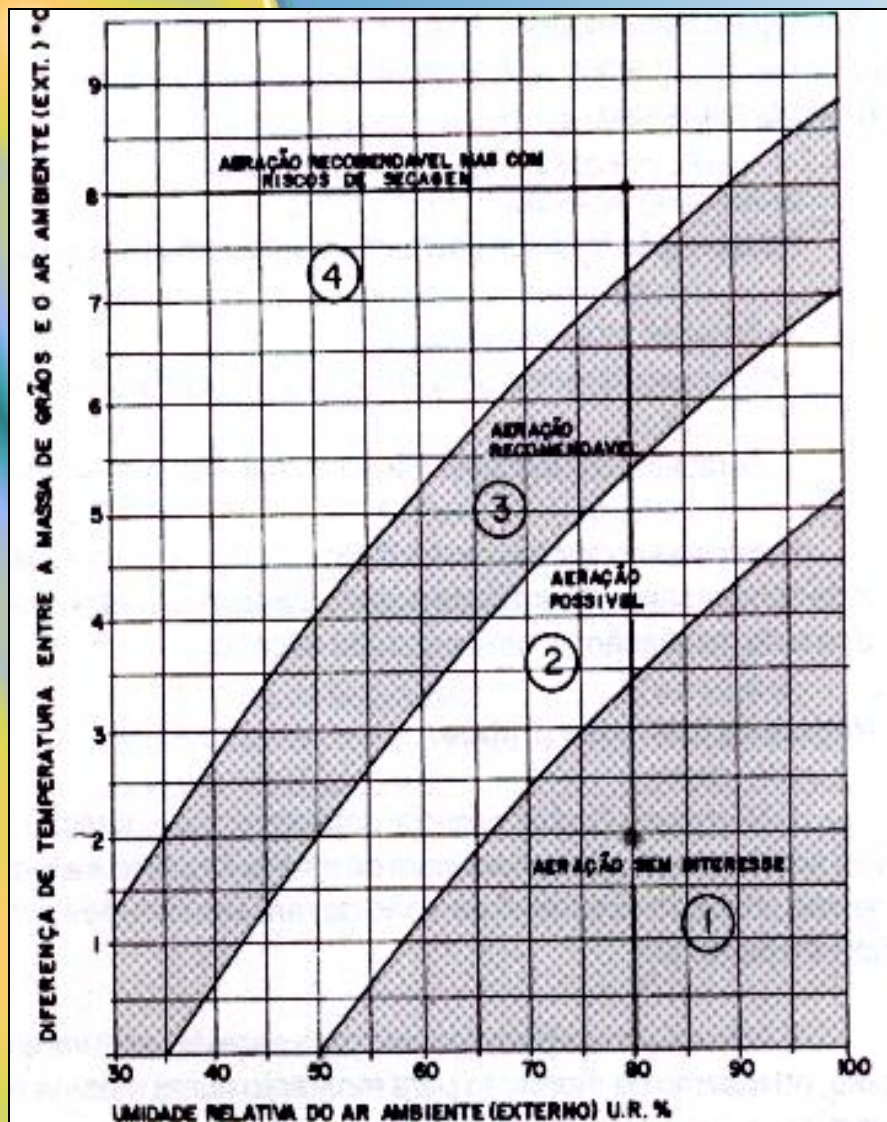
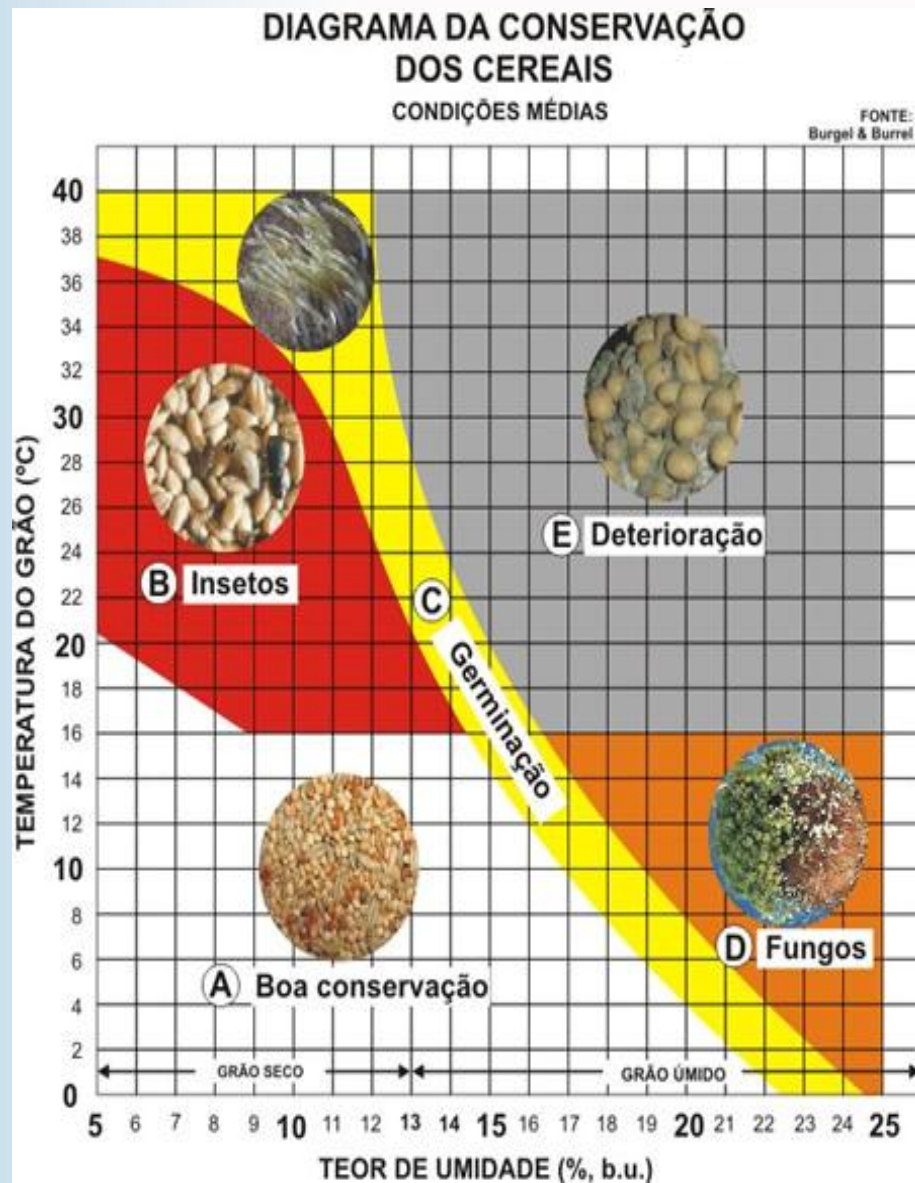


Diagrama de conservação de grãos.  
Fonte: Burges e Burrel (Cristensen, 1974).



## 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<sup>o</sup>C, 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!**