



Beneficiamento e Armazenamento de Grãos

Professor(a) Educador(a): Danielle Otte Carrara Castan Sarto

Iturama-MG

Novembro/2021



A vertical strip on the left side of the slide contains five images: a close-up of yellow corn kernels, a close-up of yellow soybean seeds, a close-up of light-colored beans, a cotton plant with white bolls, and a close-up of yellow tubers.

SECAGEM DE GRÃOS E SEMENTES

Histórico da Secagem

- ❖ Acredita-se que a Agricultura tenha sido descoberta há aproximadamente **10.000 anos**, quando, de acordo com hipóteses de historiadores, teria se percebido o ciclo da vida das plantas, pela primeira vez, iniciando-se com a semente, da qual surge a plântula, que se desenvolve e, por sua vez, produz novas sementes.
- ❖ Isso teria levado o homem a colocar sementes no solo para que, ao final do ciclo, pudesse obter novas sementes, das quais se alimentar. **Estava descoberta a Agricultura!**
- ❖ A descoberta da Agricultura foi, sem dúvida, o acontecimento mais importante na História do Homem. Graças à Agricultura foi e é possível alimentar um número muito maior de pessoas do que pelo simples sistema de coleta, pesca e caça predominantes até sua descoberta.
- ❖ Os sistemas de caça, pesca e coleta de alimentos desenvolvidos e utilizados pelo Homem até a descoberta da Agricultura seriam suficientes para alimentar uma população global máxima de 30 milhões de pessoas.

HOJE ??????

- ❖ HOJE → ~7.903.975.640 de pessoas!!!!

([World Population Prospect: the 2019 Revision](#))

- ❖ O maior desenvolvimento quali-quantitativo da Agricultura, depois de seu surgimento, deu-se na região a que hoje chamada de Orientes Médio, principalmente nas áreas que correspondem ao Egito e à Mesopotâmia, razão pela qual essa região é considerada como o “berço da civilização”.
- ❖ Vários foram os fatores que levaram essa região a apresentar uma agricultura tão avançada em tempos tão antigos; um dos mais importantes foi a alta fertilidade dos solos vizinhos aos rios Nilo (Egito) e Tigre e Eufrates (formavam a Mesopotâmia, região hoje compreendida principalmente pelo Iraque).
- ❖ Esses rios, durante suas cheias anuais, cobriam vasta regiões, depositando sobre o solo grossa camada de partículas que conferia alta fertilidade ao solo. A proximidade da água e a topografia facilitaram o desenvolvimento de sistemas de irrigação.
- ❖ Esses fatores todos, em interação com um povo obreiro, inteligente e ambicioso, levaram a agricultura da região a notáveis níveis de desenvolvimento.
- ❖ Com o passar do tempo, um outro fator começou a ser considerado e, quanto mais se aprofunda as análises sobre o significado deste fator, mais clara fica a sua importância para o sucesso da agricultura daquela região.
- ❖ Considera-se que este fator sejam as baixas umidades relativas do ar que ocorrem naquela região (baixa pluviosidade anual, de um clima desértico a quase desértico), resultando valores muito baixos de URar na maior parte do tempo.

- ❖ A baixa URar teria sido o fator pelo qual os agricultores daquela região sempre contavam com **sementes de boa qualidade** para as próximas semeaduras.

INTERESSANTE!!!!

- ❖ As baixas umidade do ar determinavam baixos teores de água de equilíbrio nas sementes na colheita, os quais eram assim preservados durante o armazenamento.
- ❖ Sementes ortodoxas, mantidas com baixos teores de água durante o armazenamento, são sementes com muito mais chances de chegarem ao momento da semeadura com alto potencial fisiológico, contribuindo, portanto significativamente para o sucesso da agricultura.
- ❖ O exemplo da agricultura do “Crescente Fértil” **difundiu-se por muitas regiões do planeta**, levando a um constante desenvolvimento do sistema de vida do homem agricultor. **Nessas regiões, contudo, nem sempre se contavam com condições adequadas para a secagem natural das sementes.**
- ❖ Com relação a esse aspecto, a história ao que se saiba, não conta com nenhum registro de como o homem teria percebido a importância da secagem para preservação das sementes e de grãos.
- ❖ A partir do momento que descobriu, foi aperfeiçoando ainda mais o processo, visando à conservação de grãos e sementes.

- ❖ Os métodos de secagem, até um certo ponto da história, eram do tipo da que chamamos de “natural”, ou seja, que faz uso da energia solar e do vento para secagem das sementes, sem a intermediação de qualquer equipamento mecânico.
- ❖ Com relação à secagem em equipamentos fabricados pelo homem e à qual se convencionou chamar de secagem artificial, os dados históricos são poucos e poucos precisos.
- ❖ Segundo Foster (1973), os Estados Unidos já faziam uso de secagem artificial tão cedo quanto 1870, sendo que, então, e por muitos anos, o uso de secadores artificiais restringia-se às grandes empresas agrícolas da época; em escalas rotineiras de produção (ou seja, no nível de propriedade agrícola), a secagem era sempre feita pelo método natural.
- ❖ Uso de secadores artificiais na agricultura, de maneira geral, intensificou-se a partir da 1ª Grande Guerra Mundial e tornou-se prática rotineira a partir da 2ª.
- ❖ Os secadores artificiais teriam surgido como parte da tendência de mecanização das atividades humanas em geral e das da agricultura em particular, que receberam notável impulso principalmente a partir da primeira Grande Guerra.

- ❖ A redução no número de pessoas trabalhando no campo, a necessidade de produzir grandes quantidades de alimentos que permitisse alimentar os soldados na frente e, ao mesmo tempo, atender às necessidades da população civil e estocar alimentos para ela foram os principais fatores a levar as autoridades governamentais dos países beligerantes, e até mesmo dos não envolvidos a estimular a agricultura.
- ❖ As grandes quantidades de grãos que começaram, então, a ser produzidas exigiu colheitas mais rápidas e armazenamento em escala bem maior do que a da até então existente.
- ❖ Esses 2 aspectos levaram, obrigatoriamente, ao desenvolvimento dos secadores artificiais. Eventos paralelos também contribuíram para o desenvolvimento dos secadores artificiais, tais como os de aperfeiçoamentos constantes da engenharia mecânica e das técnicas de cruzamento entre plantas, visando ao melhoramento genético.
- ❖ Nesse sentido, foi particularmente importante o surgimento, em 1926, do primeiro híbrido de milho; o aumento espetacular de produtividade propiciado pelos híbridos passou a exigir tecnologias mais eficientes de colheita, secagem e armazenamento.
- ❖ Novas práticas culturais, que também levaram a aumentos de produção, contribuíram nesse sentido.

- ❖ Foster (1973) destaca o ano de 1947, nos Estados Unidos, como tendo uma importância muito grande para o desenvolvimento da secagem artificial; nesse ano, chuvas prolongadas durante a colheita do milho no “Corn Belt” teriam forçado a colheita de grãos com teores de água acima de 25%, tendo isso convencido muitos dos agricultores da conveniência de dispor de secagem artificial.
- ❖ Na década dos 50, uma mudança de procedimento com relação ao milho também teve uma influência muito grande na adoção da secagem artificial. A mudança de procedimento referida foi relação à debulha do milho durante a colheita.
- ❖ Até aquela época, praticamente todo o milho colhido nos EUA não era debulhado de imediato, trazendo-se as espigas para o armazém.

- ❖ Acontece que o espaço entre espiga é muito grande, e o sabugo, muito volumoso, o que leva a uma utilização muito pobre do espaço disponível para armazenar.
- ❖ O aumento de produção, em função dos fatores já mencionados, estava tornando o problema de espaço para armazenamento muito agudo. Assim, a partir de mais ou menos 1956, os agricultores americanos resolveram debulhar o milho no campo e armazenar mais grãos no mesmo espaço, já que a eliminação do sabugo e o fato de que o espaço entre semente é muito menor do que o entre espiga assim o permitia.
- ❖ Esse mesmo espaço entre semente, que permitia o armazenamento de maior volume de semente na unidade de espaço, criava por outro lado, uma maior dificuldade de aeração e secagem natural do produto, já que havia um considerável aumento da resistência à movimentação do ar.
- ❖ Na realidade, o que determina se vai fazer a debulha antes ou pós a secagem são fatores circunstanciais, isto é, fatores que mudam em função de local e época.
- ❖ Assim é que empresas produtoras de sementes de milho no Brasil, a partir de fins da década de 80, início da de 90, foram forçadas, por fatores circunstanciais, a mudar o procedimento, voltando a fazer a debulha somente após a secagem, ou, como os produtores denominam esse procedimento, a fazer a colheita em espiga.

- ❖ A volta ao procedimento predominante até 1956 deve-se basicamente às exigências de qualidade cada vez maiores por parte do agricultor comprador de sementes de milho.
- ❖ Para atender a essa imposição pelos consumidores, as empresas produtoras de sementes de milho tiveram de desenvolver outros genótipos superiores aos híbridos duplos até então predominantes.
- ❖ Híbrido simples e triplos mostraram-se capazes de desempenhar esse papel.
- ❖ Esses materiais, contudo, usualmente têm menor rusticidade, suas sementes, inclusive, apresentando maior suscetibilidade a danos mecânicos.
- ❖ Assim, para evitar esses danos, as empresas tiveram de voltar a fazer a colheita em espiga, fazer a secagem ainda em espiga e proceder à debulha na UBS, onde as possibilidades de controle do nível de dano mecânico são maiores.
- ❖ A secagem em espiga, por poder ser feita apenas em secadores estacionários em que não há revolvimento do produto, exige cuidados especiais para que não haja danos térmico às sementes. Tem-se conseguido bons resultados na diminuição do nível de danos mecânicos empregando-se debulhadores de fluxo axial.

- ❖ Os primeiros secadores a serem desenvolvidos foram os do tipo contínuo, tendo em vista que visava atender ao armazenamento em silos e armazéns, ou seja, nessa escala, a secagem tem de ser vista como parte do fluxo de grandes quantidades de grãos sendo processados.
- ❖ Por outro lado, quando os secadores chegaram às propriedades agrícolas, o modelo desenvolvido procurava, evidentemente, atender aos desejos do agricultor, que eram o de secar e, se possível, armazenar no mesmo lugar onde a secagem tinha sido feita: eram os secadores/depósitos, ou como é mais usual designá-los, secadores estacionários.
- ❖ Depois desses, vieram os secadores estacionários portáteis, para atender às necessidades do pequeno agricultor, e, em seguida, os contínuos portáteis, para colheitas de grandes quantidades e também para que a operação de secagem tivesse início já no campo.
- ❖ Após a 2ª Grande Guerra, principalmente, na década de 50, o custo da energia era muito baixo. Durante essa fase, o desenvolvimento em sistemas que economizassem energia foi muito pequeno.
- ❖ À medida que o tempo passava, contudo, e a industrialização se intensificava (no Brasil inclusive, com a implantação da indústria automobilística), o preço da energia foi aumentando, o que acabou por justificar que estudos comesçassem a ser feitos visando à economia de energia.

- ❖ As tecnologias que começaram a ser desenvolvidas a partir dessa época foram as seguintes: recirculação do produto (isto é, a secagem intermitente, que, por ser mais eficiente, resulta em economia de energia), reciclagem do ar, melhor controle da velocidade do ar, uso de novas direções para o fluxo de ar, resfriamento do produto, uso de energia solar, etc.
- ❖ Nos últimos anos, um desenvolvimento que despertou bastante interesse foi o da utilização de micro-ondas para a secagem de sementes.
- ❖ Os registros históricos sobre o desenvolvimento da secagem no Brasil são muito difíceis de serem localizados, se é que existem.
- ❖ De mais notáveis no sentido de centrar estudos em tecnologias de secagem foi a criação do Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem, na Universidade Federal de Viçosa-MG, que desenvolveu alguns projetos de interesse em secadores estacionários para pequenos agricultores, principalmente na área de maximização da utilização da energia calórica. Alguns projetos de utilização da energia solar para a secagem artificial também ali tiveram início.

- ❖ A secagem, embora seja uma operação de rotina, em razão das grandes vantagens que apresenta tanto para a produção e grãos quanto de sementes, tem de ser feita com muito cuidado, em virtude de ser, também, uma operação de alto risco, visto que pode danificar seriamente a qualidade do produto em processamento.
- ❖ Esses danos serão fisiológicos quando se seca de forma muito rápida ou de forma muito lenta. Em cada caso é necessário que se encontre um meio-termo que resulte em um mínimo de danos fisiológicos.
- ❖ Esses danos poderão também ser mecânicos, os quais tendem a acumular quando se faz com que as sementes circulem muitas vezes pelo interior do secador, a fim de atingir o teor de água que se deseja, o que as expõe a inúmeros impactos e abrasões. Danos mecânicos, além de reduzirem a qualidade fisiológica, podem também afetar a pureza física, quando aumentam a quantidade de material inerte.
- ❖ O fato de um lote ficar circulando muitas vezes pelo interior do secador pode também contribuir para que uma maior porcentagem de sementes fique presa entre suas engrenagens, o que poderá resultar, futuramente, em possibilidade de contaminação varietal em processamento.



<https://www.youtube.com/watch?v=xPDZMUjoH-o&>

<https://www.youtube.com/watch?v=vzHWi2umZOE>

<https://www.youtube.com/watch?v=xu09LKHHhoU>

https://www.youtube.com/watch?v=p_o7Ts_b1kE

https://www.youtube.com/watch?v=RRISXr_euWo



PRINCÍPIOS DA SECAGEM



- ❖ A secagem representa o processo promotor do deslocamento de água, segundo as diferenças de potencial hídrico existentes, de um dado sistema para outro.
- ❖ Sementes ortodoxas normalmente são colhidas com teores de água superiores aos demandados para sua conservação durante o armazenamento: assim, a secagem artificial constitui-se em importante procedimento do processo produtivo.

VALENDOO

O QUE SÃO SEMENTES ORTODOXAS? Um exemplo de espécie que tem sementes ortodoxas.

R: Sementes ortodoxas → podem sofrer secagem até atingir baixos teores de água, sem a ocorrência de danos ao metabolismo, podendo ser conservadas durante o armazenamento por longos períodos.

Sementes recalcitrantes → desempenho “foge” aos padrões normais exibidos pelas sementes da maioria das espécies vegetais.

- ❖ O princípio da secagem envolve a pressão de vapor que é a expressão energética resultante da força exercida pelas moléculas de água em uma superfície.
- ❖ Para que haja troca de água entre sistemas, há a necessidade de diferenças nos valores de suas pressões de vapor: nesta situação, o sentido predominante do movimento da água se dará do sistema de maior para o de menor pressão.

- ❖ Em tecnologia de sementes/grãos, a secagem abrange o processo que, estimulando o surgimento de diferenças de pressão de vapor, normalmente por intermédio do uso do calor, promove o deslocamento da água das sementes para a atmosfera.

- ❖ Empregando-se equipamentos capazes de insuflar ar aquecido no interior da massa de sementes, a secagem eleva a pressão de vapor na semente e, paralelamente, amplia a capacidade do ar receber água através da redução da umidade relativa do ar.

$$URar = \frac{UA}{US} \times 100$$

TEMPERATURA (°C)	VAPOR D'ÁGUA (US) (g.kg ⁻¹)
0	3,8
10	7,6
20	14,8
30	26,4

Por exemplo: $UR_{ar} 20^{\circ}C = \frac{7,5}{14,8} \times 100 = 50\%$

UR ar!

TEMPERATURA (°C)	VAPOR D'ÁGUA (US) (g.kg ⁻¹)
0	3,8
10	7,6
20	14,8
30	26,4

$UR_{ar} 30^{\circ}C = 7,5/26,4 \times 100 = 28\%$

UR ar!

TEMPERATURA (°C)	VAPOR D'ÁGUA (US) (g.kg ⁻¹)
0	3,8
10	7,6
20	14,8
30	26,4

$PV_{semente} > PVar \rightarrow$ SECAGEM

$PV_{semente} < PVar \rightarrow$ UMEDECIMENTO

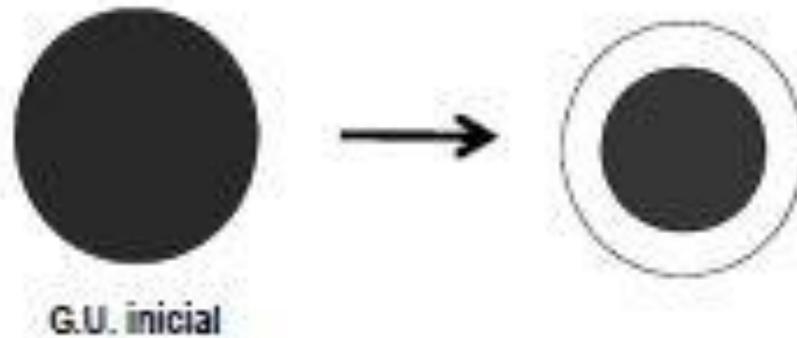
$PV_{semente} = PVar \rightarrow$ EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO

Teor de água de equilíbrio de sementes de algumas espécies sob várias condições de U.R. e temperatura do ar.

Espécie	Temp. do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)						
		30	40	50	60	70	80	90
Milho	18	9,0	10,3	11,6	13,0	14,6	16,6	19,5
	24	8,5	9,8	11,1	12,5	14,1	16,1	19,1
	30	7,9	9,3	10,6	12,0	13,6	15,6	18,7
Soja	18	5,7	7,4	9,1	10,8	12,8	15,3	19,0
	24	5,3	7,1	8,8	10,6	12,6	15,1	18,8
	30	5,0	6,8	8,5	10,3	12,3	14,8	18,6
Feijão	18	8,6	10,0	11,4	12,9	14,5	16,6	19,8
	24	8,4	9,8	11,2	12,7	14,4	16,5	19,6
	30	8,2	9,7	11,1	12,5	14,2	16,3	19,5
Sorgo	18	9,3	10,5	11,6	12,8	14,2	15,9	18,5
	24	9,1	10,3	11,4	12,6	14,0	15,7	18,3
	30	8,9	10,1	11,2	12,4	13,8	15,5	18,2

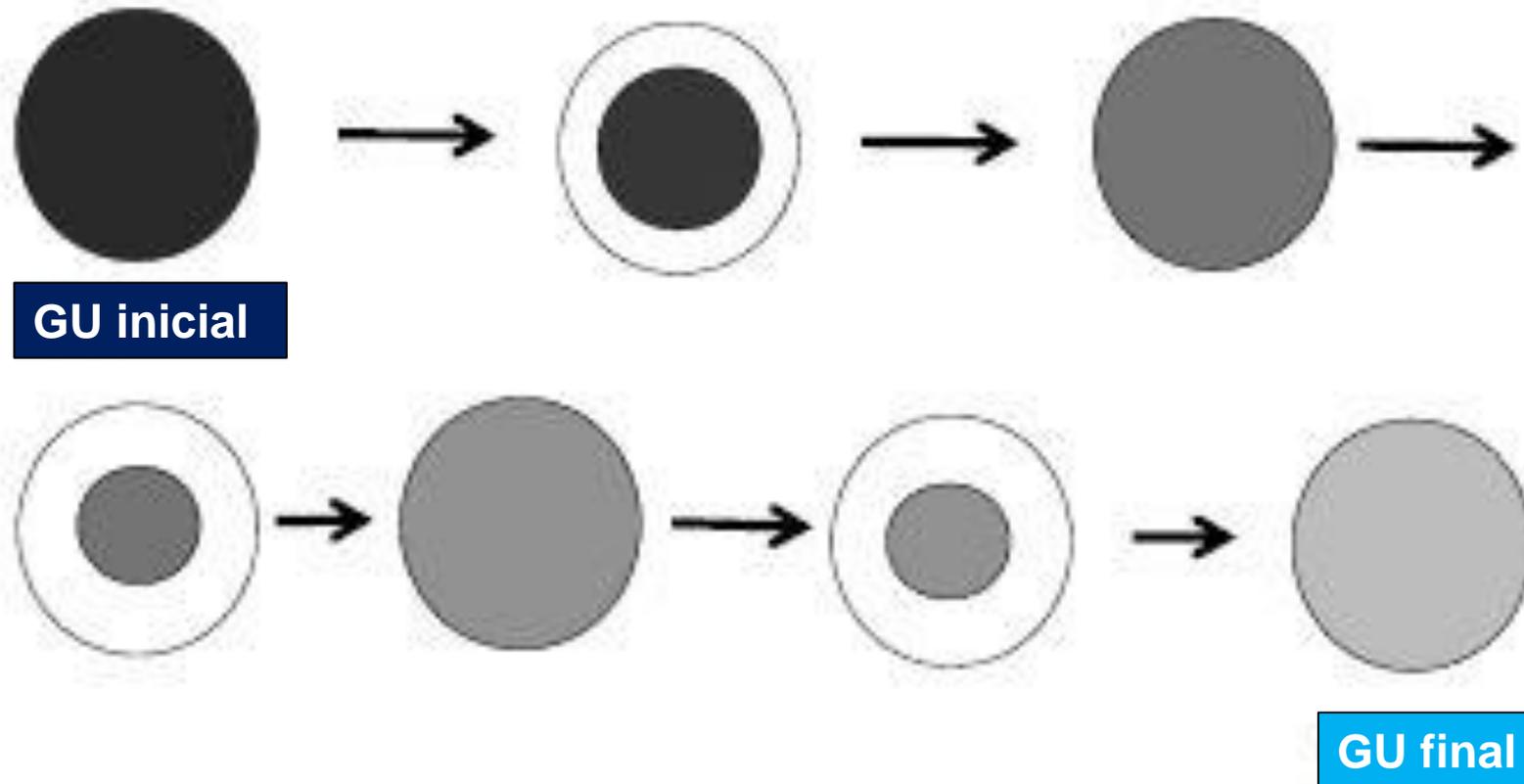
- ❖ Entretanto, a semente fornece água ao ar pela região da sua interface com a atmosfera → após a desidratação da superfície da semente, haverá necessidade da transferência da água do interior da semente para a sua superfície, para que o processo se mantenha atuante.
- ❖ Levando-se em conta a eficiência do processo, a utilização de reduções momentâneas na intensidade de secagem (períodos de repouso) é desejável para aguardar a necessária migração de água do interior para a superfície da semente.
- ❖ Tem-se, portanto, dentro do processo de secagem, duas etapas:

1- Transferência da água da superfície das sementes/grãos para a atmosfera (por movimentação do ar ou aquecimento do ar)



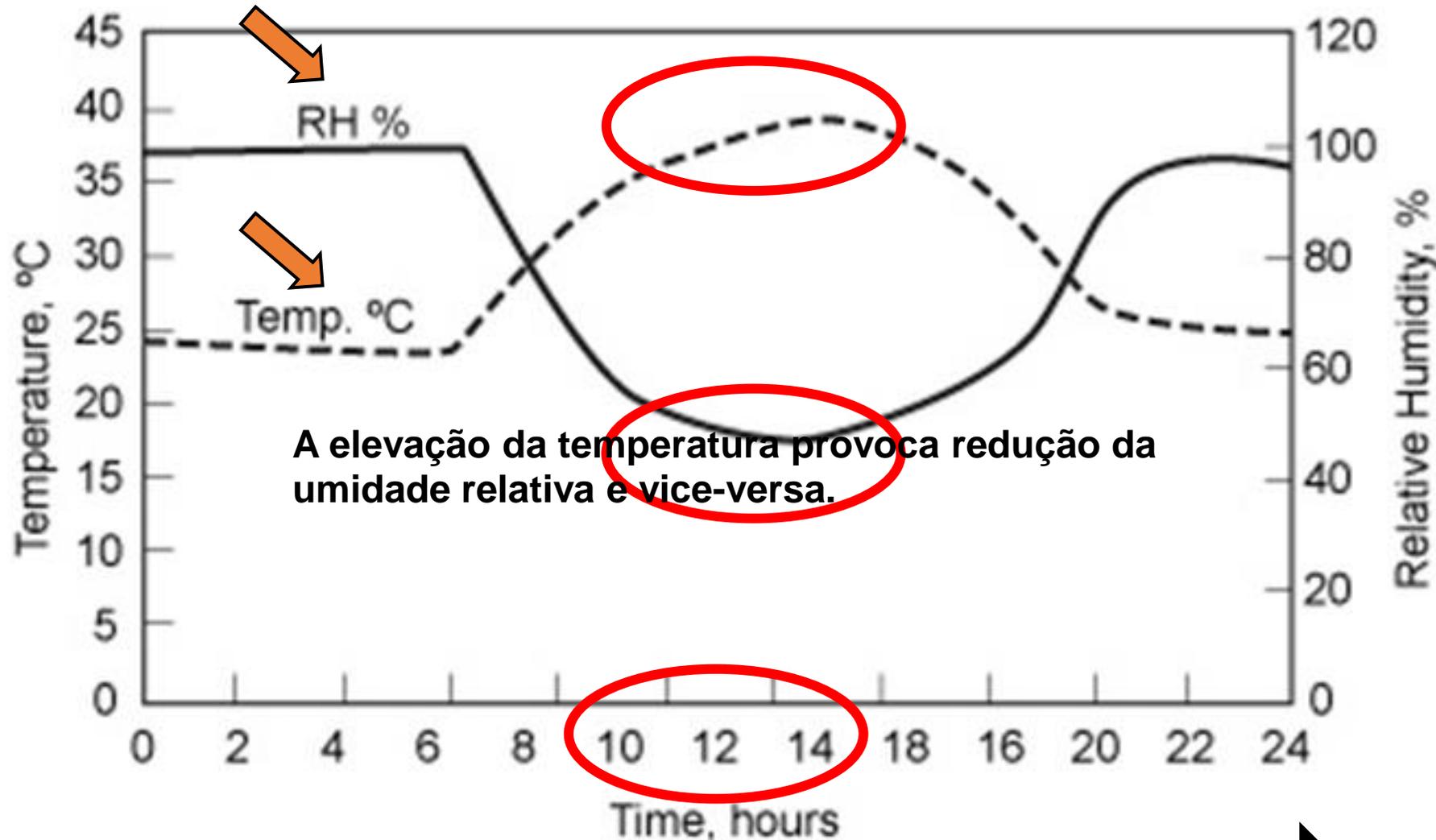
2- Movimentação da água do interior (da semente) para a superfície (da semente).





Velocidade variável com a espécie e exerce influência significativa sobre o tempo de secagem.

Gramíneas forrageiras, brássicas > trigo, aveia, centeio, cevada > milho, ervilha, feijão, arroz, soja



TEMPERATURA (°C)	VAPOR D'ÁGUA (US) (g.kg ⁻¹)
0	3,8
10	7,6
20	14,8
30	26,4

A elevação da temperatura provoca redução da umidade relativa e vice-versa!

ATENÇÃO!!!!

Quanto mais elevado o teor de água da semente, mais baixa deve ser a temperatura de secagem, sendo os seguintes valores recomendados:

- Teor de água acima de 18% → Temperatura de secagem de 32°C
- Teor de água entre 10-18% → Temperatura de secagem de 38°C
- Teor de água abaixo de 10% → Temperatura de secagem de 43°C

- ❖ Para o conhecimento da aplicação do processo de secagem em sementes e grãos pode-se utilizar duas classificações que serão apresentadas como “métodos de secagem” e “sistemas de secagem”
- ❖ Diferem-se quanto aos detalhes, mas ambas são complementares e são de grande importância para o entendimento da operação de secagem.

Métodos de secagem



Os secadores possibilitam o estabelecimento de **COMBINAÇÕES**:

Movimentação da massa de sementes

Presente (contínua)

ou

Ausente (estacionária)

Frequência do seu contato com o ar aquecido

Contínuo

ou

Intermitente

Método contínuo/contínuo

Método contínuo/contínuo

- ❖ Promove a movimentação continuada das sementes, as quais permanecem o tempo todo em contato com o ar aquecido.
- ❖ O método requer que a velocidade de deslocamento das sementes e a temperatura utilizadas permitam, numa única passagem pelo secador, que as sementes atinjam o teor de água desejado.
- ❖ Operacionalmente, exige controle esmerado para prevenir o surgimento de danos térmicos às sementes e, por este motivo, tem emprego restrito a situações especiais de produção.
- ❖ Dessa forma, há um fluxo constante de produto no interior do secador e, simultaneamente, há grãos úmidos entrando, grãos em fase de secagem e grãos secos e frios sendo descarregados.

Método contínuo/intermitente

Método contínuo/intermitente

- ❖ Promove a movimentação contínua das sementes que, em seu deslocamento, passam por períodos sequenciais de presença e de ausência da ação do ar aquecido.
- ❖ Os períodos de ausência da ação do ar aquecido, ou de repouso, correspondem ao tempo decorrido no deslocamento das sementes pelo sistema de transporte para realimentação, externo ao secador, e pela câmara de resfriamento.
- ❖ Assim, a ação do ar na câmara de secagem ocorre quando a camada superficial das sementes foi reabastecida pela água proveniente do interior das mesmas.
- ❖ As relações de intermitência usuais entre os períodos de exposição ao calor e de repouso, costumam variar de 1:3 a 1:60, dependendo das características do equipamento e da regulagem empregada.
- ❖ Apresenta alto rendimento, porém, é um método com baixo aproveitamento do calor produzido pelas fornalhas.
- ❖ Em decorrência da movimentação necessária para as sucessivas passagens pelo conjunto formado pelas câmaras e pelo transportador, possibilita a ocorrência de danos mecânicos às sementes.

Método estacionário/contínuo

Método estacionário/contínuo

- ❖ As sementes são mantidas sem movimentação e em permanente contato com o ar aquecido insuflado.
- ❖ A secagem processa-se em camadas com a formação de zonas de secagem; a região onde mais efetivamente se verifica a passagem de água das sementes para o ar, é denominada frente de secagem.
- ❖ Os equipamentos mais utilizados são os silos, que podem variar quanto ao direcionamento aplicado ao ar insuflado na massa.
- ❖ Insuflação axial: normalmente é infra-ventilada e o caminhar da frente de secagem amplia a região desidratada, aumentando a altura da massa cilíndrica seca. Nesta situação, altura e temperatura máximas de 1,5m e 43°C, respectivamente, na massa, além de fluxos de ar próximos a $10\text{m}^3\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{t}^{-1}$, são procedimentos normalmente capazes de amenizar as diferenças de secagem originadas na massa de sementes.

- ❖ Insuflação radial: o ar move-se do centro para a periferia da massa e, desta forma, a frente de secagem amplia a região desidratada através do aumento de diâmetro da massa cilíndrica secada. Há carência de informações operacionais sobre este método; contudo, a reduzida espessura da massa empregada (0,6 a 0,9m) permite o emprego de elevados fluxos de ar (25 a $30\text{m}^3\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{t}^{-1}$) e rapidez no deslocamento da frente de secagem.

Método estacionário/intermitente

Método estacionário/intermitente

- ❖ As sementes, mantidas sem movimentação, são submetidas à alternância de períodos de contato como ar aquecido e de repouso.
- ❖ O método é moroso
- ❖ É utilizado para a secagem de pequenas quantidades de sementes com significado estratégico como, por exemplo, as dos lotes das classes genética e básica, pelo fato de promover reduzidos danos (mecânicos e térmicos) às sementes.

VALENDOO

O QUE SÃO SEMENTES GENÉTICA E BÁSICA?

AMENDOIM (*Arachis hypogaea* L.) – (cada espécie tem seu padrão)

1. PESO MÁXIMO DO LOTE (kg)		30.000			
2. PESO MÍNIMO DAS AMOSTRAS (g):					
- Amostra submetida ou média		1.000			
- Amostra de trabalho para análise de pureza		1.000			
- Amostra de trabalho para determinação de outras sementes por número		1.000			
3. PRAZO MÁXIMO PARA SOLICITAÇÃO DA INSCRIÇÃO DE CAMPOS (dias após o plantio)		30			
4. PARÂMETROS DE CAMPO		CATEGORIAS / ÍNDICES			
		Básica	C1 ¹	C2 ²	S1 ³ e S2 ⁴
4.1	Vistoria:				
	- Área máxima da gleba (ha)	25	25	25	50
	- Número mínimo ⁵	2	2	2	2
	- Número mínimo de subamostras	6	6	6	6
	- Número de plantas por subamostras	1.000	500	375	250
	- População da amostra	6.000	3.000	2.250	1.500
4.2	Isolamento ou Bordadura (mínimo em metros)	10 ⁶	5	5	5
4.3	Plantas Afínicas ⁷ (fora de tipo) (n ^o máximo)	0/6.000	0/3.000	3/2.250	3/1.500
4.4	Plantas de Outras Espécies ⁸ :				
	- do Gênero <i>Arachis</i>	0/6.000	0/3.000	0/2.250	0/1.500
	- Cultivadas / Silvestres / Nocivas Toleradas	-	-	-	-
	- Nocivas Proibidas	-	-	-	-
4.5	Pragas:				
	- Murcha de <i>Sclerotium</i> (<i>Athelia rolfsii</i>) (n ^o máximo)	0/6.000	30/3.000	25/2.250	20/1.500
	- <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (n ^o máximo)	0/6.000	0/3.000	0/2.250	0/1.500
5. PARÂMETROS DE SEMENTE:		CATEGORIAS / ÍNDICES			
		Básica	C1 ¹	C2 ²	S1 ³ e S2 ⁴
5.1	Pureza:				
	- Semente pura (% mínima)	98,0	98,0	98,0	98,0
	- Material inerte ⁹ (%)	-	-	-	-
	- Outras sementes (%) máxima	0,0	0,0	0,1	0,1
5.2	Determinação de Outras Sementes por Número:				
	- Semente de outra espécie cultivada ¹⁰ (n ^o máximo)	0	0	0	1
	- Semente silvestre ¹⁰ (n ^o máximo)	0	1	1	1
	- Semente nociva tolerada ¹¹ (n ^o máximo)	0	0	1	1
	- Semente nociva proibida ¹¹ (n ^o máximo)	0	0	0	0
5.3	Germinação (% mínima)	60 ¹²	70	70	70
5.4	Validade do teste de germinação ¹³ (máxima em meses)	8	8	8	8
5.5	Validade da reanálise do teste de germinação ¹³ (máxima em meses)	4	4	4	4

R: Categoria de sementes produzidas:

I - SEMENTES GENÉTICA: a produção de semente genética será de responsabilidade do obtentor, do introdutor ou do mantenedor, dispensada a inscrição de campo, e fica obrigatória a apresentação ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento das informações referentes à produção, de acordo com o disposto em norma complementar;

II - SEMENTE BÁSICA: obtida a partir da reprodução da semente genética ou, quando autorizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da semente básica;

III - SEMENTE CERTIFICADA DE PRIMEIRA GERAÇÃO OU SEMENTE C1: obtida a partir da reprodução da semente básica ou da semente genética;

IV - SEMENTE CERTIFICADA DE SEGUNDA GERAÇÃO OU SEMENTE C2: obtida a partir da reprodução da semente C1, ou da semente básica ou da semente genética;

V – SEMENTE NÃO CERTIFICADA DE PRIMEIRA GERAÇÃO OU SEMENTE S1: semente S1 será obtida a partir da reprodução da semente C1 ou C2, da semente básica, ou da semente genética;

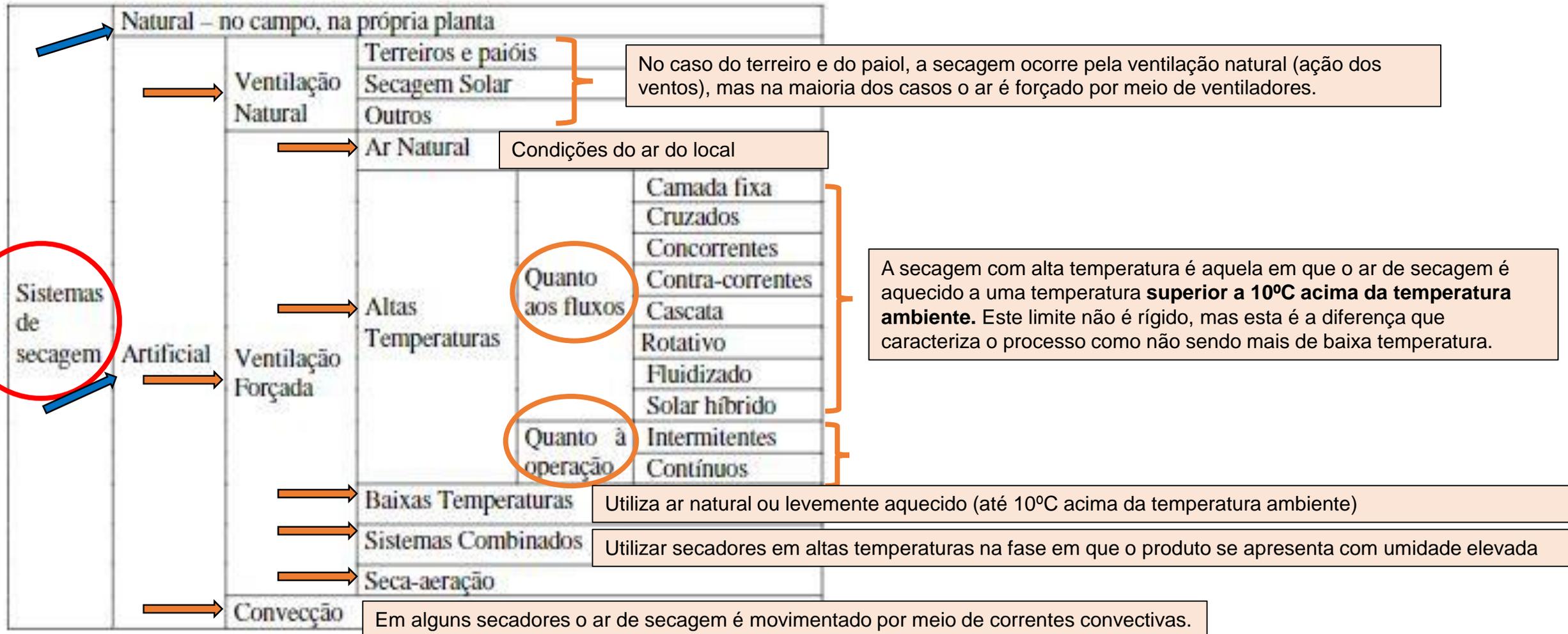
VI – SEMENTE NÃO CERTIFICADA DE SEGUNDA GERAÇÃO OU SEMENTE S2: semente S2 será obtida a partir da reprodução da semente S1, da semente C1 ou C2, da semente básica, ou da semente genética.

A vertical strip on the left side of the slide contains five images: a close-up of yellow corn kernels, a close-up of yellow soybean seeds, a close-up of light-colored beans, a cotton plant with white bolls, and a close-up of yellow potato tubers.

SISTEMAS DE SECAGEM

Sistemas de secagem

Por questões didáticas e devido à inexistência de uma classificação oficial, os sistemas de secagem serão classificados conforme a seguinte sequência:



A secagem com alta temperatura é aquela em que o ar de secagem é aquecido a uma temperatura **superior a 10°C acima da temperatura ambiente**. Este limite não é rígido, mas esta é a diferença que caracteriza o processo como não sendo mais de baixa temperatura.

Secagem Natural

Secagem Natural

- ❖ Caracterizada pela secagem do produto no campo, na própria planta, sem a interferência do homem.
- ❖ É amplamente utilizada em regiões tropicais subdesenvolvidas e/ou em desenvolvimento.
- ❖ Normalmente, as condições climáticas nestas regiões permitem a secagem natural; além disso, os investimentos para realizá-las são mínimos.
- ❖ O início do processo de secagem ocorre logo após a maturidade do produto, quando este apresenta elevado teor de água.
- ❖ Nesse tipo de secagem, as sementes ou grãos são secados essencialmente pela ação do calor do sol e do vento, ficando esparramados em camadas de espessura variável sobre equipamentos simples, do tipo “terreiro”, feitos de chão batido, ou de tijolos, ou de asfalto, ou de cimento, dentre outros.
- ❖ O que realmente identifica essa secagem é que **nenhum equipamento mecânico** e/ou elétrico tem qualquer papel no processo de secagem, isto é, na movimentação das sementes, na movimentação do ar e na produção de energia calórica.

- ❖ Embora, com o passar do tempo, alcance um teor de água adequado para armazenagem, o produto fica **sujeito ao ataque de pragas**, ao tombamento de plantas e às intempéries, que contribuem para as perdas e qualidade do produto.
- ❖ Além disso, o baixo teor de água do produto faz com que, durante a colheita mecânica e a debulha, aumente a ocorrência de danos mecânicos.
- ❖ Outra grande desvantagem da secagem natural no campo é que retarda as operações de preparo do solo para novo cultivo.
- ❖ É uma técnica que não é aconselhável e, também, pouco utilizada na produção comercial da maioria dos grãos, sendo usada mais em pequenas propriedades.
- ❖ Quando em escalas de empresas produtoras de sementes, seu emprego tem se verificado mais para espécies forrageiras de sementes de baixa fluidez.

TUDO SOBRE O ESTADO

Paraná: excesso de chuvas faz soja germinar, grãos arderem e plantas abortarem vagens

Confira as muitas fotos, vídeos e relatos dos produtores que enfrentam sérios problemas, incluindo o campeão de produtividade do Cesb

CRIADO EM 29/01/2021 ÀS 7H40 POR DANIEL POPOV, DE SÃO PAULO - ATUALIZADO EM 28/01/2021 ÀS 15H37



Secagem Artificial

Secagem Artificial

- ❖ Caracterizada pela utilização de processos **manuais ou mecânicos** tanto no manejo do produto quanto na passagem do ar através da massa de grãos.
- ❖ Existe a interferência do homem, **acelerando e melhorando o processo**, sendo caracterizado pelo fato de que praticamente todo o processo de secagem é executado com o auxílio de aparelhos mecânicos, elétricos e /ou eletrônicos.
- ❖ A geração da energia calórica (desde solar à elétrica), a insuflação ou aspiração do ar, a movimentação das sementes, todas essas operações se fazem com o auxílio de equipamentos específicos.
- ❖ Pode ser feita com **ventilação natural**, **ventilação forçada** e **convecção natural**.

- ❖ **Ventilação natural**: Terreiros e paióis/Secagem solar/Outros
- ✓ A secagem em terreiros difere da secagem natural simplesmente pelo fato de o produto **ser retirado da planta e espalhado em camadas** em um pátio previamente preparado.
- ✓ A energia utilizada para a remoção da umidade é proveniente da radiação solar e do ar seco do ambiente.
- ✓ No Brasil, além do café, o produto de maior expressão que utiliza esses métodos de secagem é o cacau.
- ✓ **DESVANTAGENS**: a secagem em terreiros depende dos fatores climáticos, que, se forem desfavoráveis, retardam o processo e propiciam a infecção por microrganismos que causam a deterioração e depreciação do produto.

- ❖ **Ventilação Forçada:** ar natural/altas temperaturas/baixas temperaturas/ sistemas combinados/ seca-aeração.
- ✓ A secagem de grãos em silos com ventilação forçada utilizando **apenas ar natural** ou **com baixa temperatura** é um processo lento.
- ✓ A baixa velocidade de secagem é devida ao pequeno fluxo de ar insuflado na massa de grãos e à **dependência** da capacidade de secagem **do ar em estado natural**.
- ✓ Por ser realizada em silo, é também entendida como secagem durante o armazenamento, pois, após a secagem, o produto pode permanecer armazenado no mesmo silo.
- ✓ O silo secador-armazenador apresenta algumas características especiais que não são exigidas para os silos empregados apenas para a armazenagem:
 - a-) o piso deve ser todo de chapas metálicas perfuradas, com no mínimo 15% de área perfurada, para promover a distribuição uniforme do ar;
 - b-) o ventilador deve fornecer quantidade de ar suficiente para realizar a secagem de toda a massa de grãos sem que ocorra intensa deterioração;
 - c-) as dimensões do silo (diâmetro e altura) e o produto a ser armazenado determinam a potência do ventilador a ser usado.

- ✓ Como a pequena quantidade de ar por unidade de massa de grão torna o processo lento e baixas temperaturas do ar diminuem a capacidade de evaporar a água do produto, o processo é dificultado em regiões de alta umidade relativa.
- ✓ Algumas vezes, utilizam-se fontes suplementares de aquecimento (resistência elétrica, fornalha, energia solar, entre outras) para contornar este problema, que pode, no entanto, provocar uma **supersecagem** que resulta em prejuízo para o usuário.
- ✓ Este problema pode ser solucionado pela adaptação de um medidor de umidade e de um termostato, para controlar o funcionamento da fonte de aquecimento.
- ✓ Normalmente, na secagem com ar natural, o potencial de secagem do ar ambiente e o pequeno aquecimento provocado pelo ventilador (2 a 3°C) são suficientes para propiciar a obtenção do teor de água final recomendado para um armazenamento seguro.
- ✓ Sistemas de secagem com ar natural e em baixas temperaturas devidamente projetados e manejados são métodos econômicos e tecnicamente eficientes.

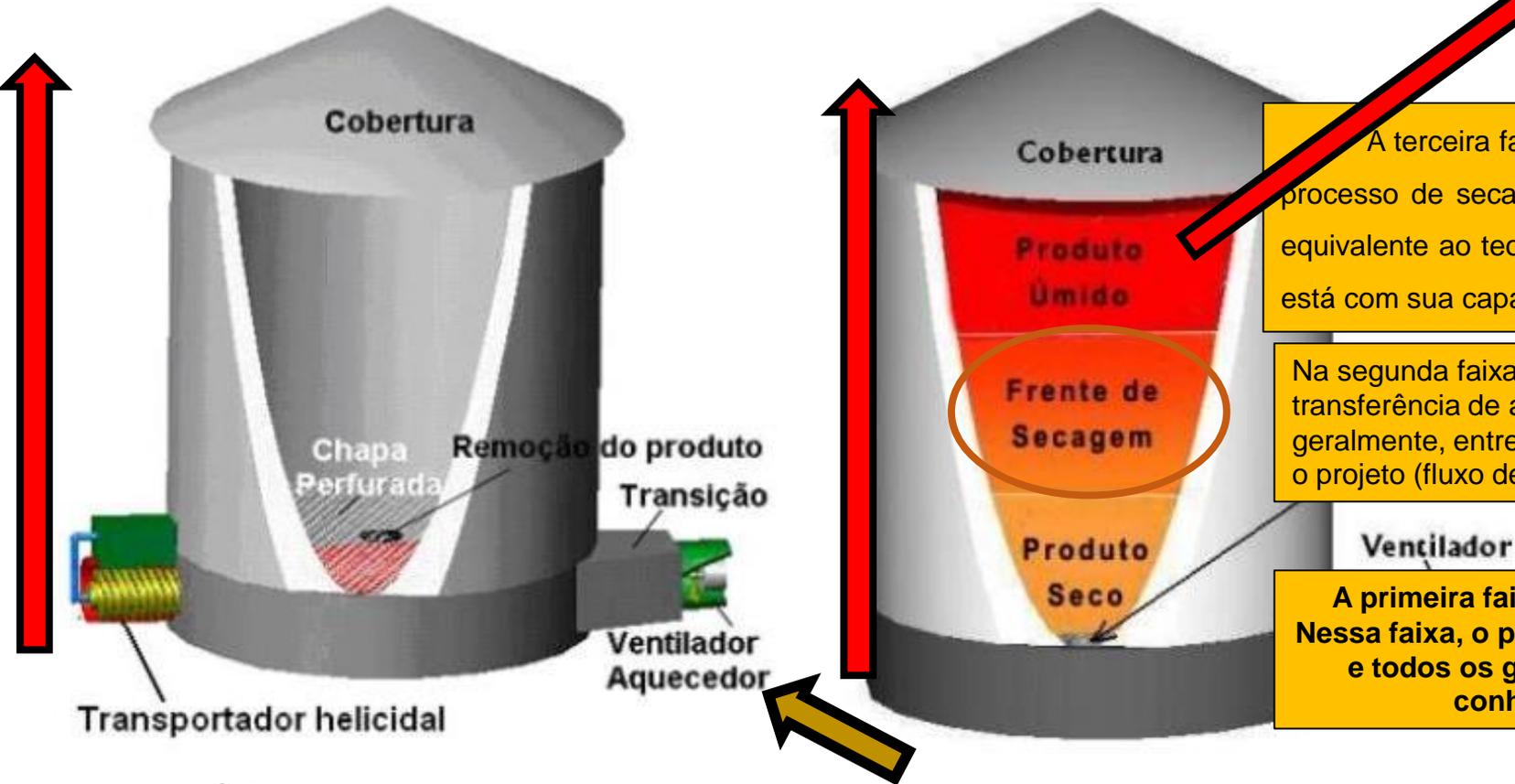
- A secagem com ar natural ou com baixa temperatura inicia-se na camada inferior do silo e vai progredindo até atingir a última camada, na parte superior.
- Durante este período distinguem-se três camadas ou faixas de umidade

Temperatura, nesta camada, < à temperatura do ar *plenum* (ar de secagem), uma vez que o ar é resfriado devido à troca de calor com o produto na frente de secagem.

A terceira faixa é formada pelos grãos que ainda não passaram pelo processo de secagem, ou seja, toda a terceira faixa tem o teor de água equivalente ao teor de água inicial, pois, ao passar por essa camada, o ar está com sua capacidade de secagem esgotada.

Na segunda faixa, denominada **frente de secagem**, ainda ocorre a transferência de água do produto para o ar. A espessura dessa faixa varia, geralmente, entre 30 e 60 cm e depende das condições estabelecidas para o projeto (fluxo de ar, condições ambientais e do produto).

A primeira faixa ou subcamada é formada por grãos secos → Nessa faixa, o produto já atingiu o equilíbrio com o ar de secagem e todos os grãos apresentam o mesmo teor de água, que é conhecido como teor de água de equilíbrio.



Silo para secagem com ar natural ou baixa temperatura

Destques para utilização de silos secadores

- 1- Manejo e recomendações para ventilação em silos secadores
- 2- Formas de Carregamento do Silo
- 3- Movimentação do produto no silo
- 4- Operação e Monitoramento da secagem
- 5- Considerar

1- Manejo e recomendações para ventilação em silos secadores:

a-) Utilizar um ventilador com fluxo de ar de acordo com o teor de água inicial dos grãos:

Produto	Umidade Inicial (%, base úmida)	Fluxo (m ³ de ar.min ⁻¹ m ⁻³ de grão)
Milho, feijão e arroz	18 - 20	1,5
Café coco	20 -22	2,5
Café despulpado	20 - 22	1,5

b-) Para o carregamento adequado de um silo com milho ou café despulpado com teor de água de 18% ou 20% b.u.:

Formas de carregamento do silo para secagem com ar natural e com baixa temperatura

Diâmetro e Capacidade do Silo por metro de carga (m ³ /m)	Umidade Inicial vs Fluxo de Ar					
	18% b.u. vs. 0,7 m ³ /min.m ³			20% b.u. vs. 1,5 m ³ /min.m ³		
	Carga (m) **	Tempo Secagem (dias)	Potência * (c.v.)	Carga (m)	Tempo Secagem (dias)	Potência* (c.v.)
D=4,5 m 16,2 m ³ /m	4	19	0,5	3	12	1,5
	5	19	1,0	4	12	4,0
	6	19	2,0	5	12	7,0
D=5,5 m 23,1 m ³ /m	5	20	2,0	3	13	1,5
	6	20	3,0	4	13	5,0
	7	20	5,0	5	13	10,0
	4	20	1,0	2	13	0,5
D=6,5 m 33,0 m ³ /m	5	20	2,0	3	13	2,0
	6	20	4,0	4	13	6,0
	7	20	6,0			

* Para potências superiores a 3 c.v., recomenda-se a utilização de ventiladores centrífugos.

** Recomenda-se atingir a altura estabelecida em, no máximo, três dias.

2- Formas de Carregamento do Silo

O carregamento do silo, durante a secagem com ar natural ou com baixa temperatura, pode ser conduzido de três modos, conforme a disponibilidade do sistema operacional implantado:

a-) Enchimento em uma etapa:

Consiste em carregar o silo em até cinco dias, tempo relativamente curto, uma vez que, dependendo das condições atmosféricas, este método demanda períodos superiores a 25 dias para o término da secagem.

b-) Enchimento por camadas:

O processo está condicionado ao teor de água inicial do produto. Uma nova camada só é adicionada se a última já estiver, praticamente, em equilíbrio com ar de secagem ou já seca. Procede-se dessa maneira até atingir a altura-limite estabelecida pela capacidade do silo e pelo fluxo do ar de secagem.

- Assim, as primeiras camadas colocadas na célula podem apresentar maior teor de água inicial, devido ao fato de receberem maiores fluxos de ar de secagem.
- Inversamente, as últimas camadas adicionadas deverão apresentar menores teores de água inicial.
- A quantidade de produto a ser colocada de cada vez dependerá da velocidade de deslocamento da frente de secagem, do teor de água inicial dos grãos e da temperatura do ar que entra da zona de secagem.

c-) Camada única:

Consiste em carregar o silo com camada única de até 1,0 m de espessura e realizar a secagem. A diferença entre este e o método anterior de carregamento é que, no método de camada única, retira-se a camada seca para depois realizar novo carregamento. Este método é mais utilizado para produtos com elevado valor comercial ou para aqueles que não suportam a pressão devido ao peso da camada.

Vantagens e Desvantagens

a-) Enchimento em uma etapa:

Vantagens:

- Pouca exposição aos danos próprios da manipulação (danos mecânicos), devido à pouca movimentação do produto;
- Custos operacionais reduzidos em regiões de baixa umidade relativa;
- Demanda de pouca mão-de-obra;

Desvantagens:

- Devido ao longo período de secagem, as camadas superiores correm o risco de deterioração quando mantidas com altos teores de água, podendo, em alguns casos, ocorrer condensação de água, agravando ainda mais o problema;

Temperatura (°C)	Umidade do produto (% b.u.)							
	16	18	20	22	24	26	28	30
10	150	75	50	30	20	15	10	7
15	70	40	25	15	10	7	4	2
20	40	25	15	10	7	4	2	1
25	30	20	12	8	5	3	2	1

Números de dias permitido para secagem “sem” deterioração do milho.

- Risco de supersecagem nas camadas inferiores, quando utilizada fonte suplementar de aquecimento sem um controle adequado; e exige acompanhamento constante durante a secagem.

Vantagens e Desvantagens

b-) Enchimento por camadas:

Vantagens:

- Secagem mais rápida, quando comparada ao método de enchimento em uma etapa;
- Menor risco de deterioração; e
- O fluxo mínimo necessário é inferior ao do método de enchimento em uma etapa.

Desvantagens:

- Requer maior atenção no controle do processo de secagem.

Vantagens e Desvantagens

c-) Camada única:

Vantagens:

- Secagem rápida de cada uma das camadas;
- Menores riscos de deterioração durante a operação de secagem; e
- Maiores fluxos de ar por tonelada de produto do que os métodos anteriores.

Desvantagens:

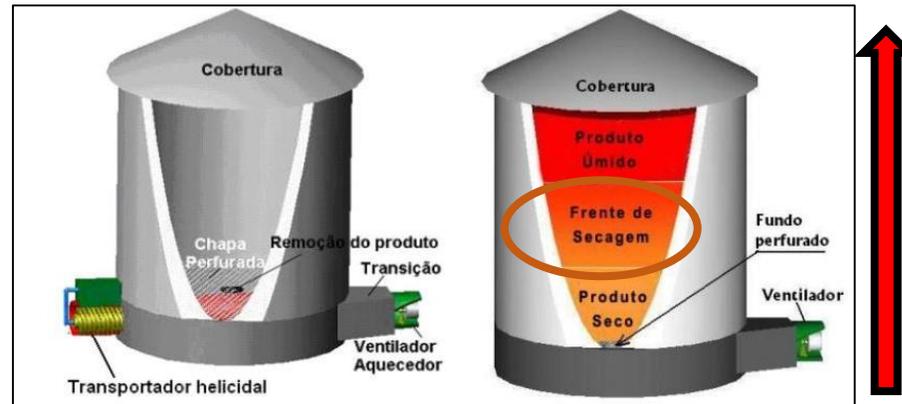
- Equipamentos menos eficientes; e
- Maior demanda de mão-de-obra.

3- Movimentação do produto no silo

Conforme a movimentação do produto, pode-se dividir o processo de secagem com baixas temperaturas com camadas estática ou com revolvimento da camada:

a-) Processo estático:

Nesta operação, o produto não é movimentado durante o processo e observam-se as três regiões distintas na massa de grãos



b-) Revolvimento do produto:

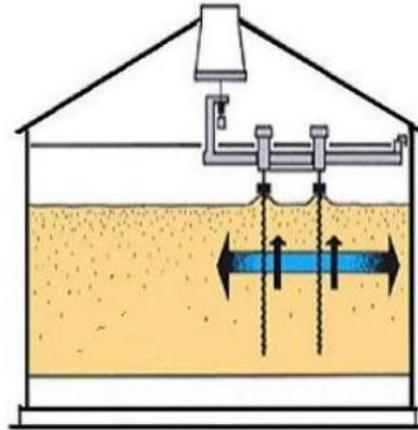
Esta operação geralmente é associada à secagem em regiões de umidade relativa média inferior a 60% ou onde há necessidade de aquecer o ar de secagem para acelerar o processo.

Nessas condições, os gradientes de umidade e temperatura estabelecidos na massa de grãos são maiores, podendo ocorrer supersecagem da massa de grãos.

Para solucionar o problema, a frente de secagem deve ser destruída por meio de helicoides, que fazem o revolvimento do produto no interior do silo, homogeneizando e elevando as camadas inferiores secas para a parte superior.

Esquema de um equipamento revolvedor

Silo com equipamento para revolvimento do produto



O equipamento misturador é formado por uma ou mais roscas verticais, que se movimentam radialmente do centro para a parede do silo e vice-versa, misturando o produto verticalmente.

Vantagens e Desvantagens

Vantagens:

- Menor risco de deterioração do produto; e
- Eliminação do gradiente de água quando se usa temperatura elevada.

Desvantagens:

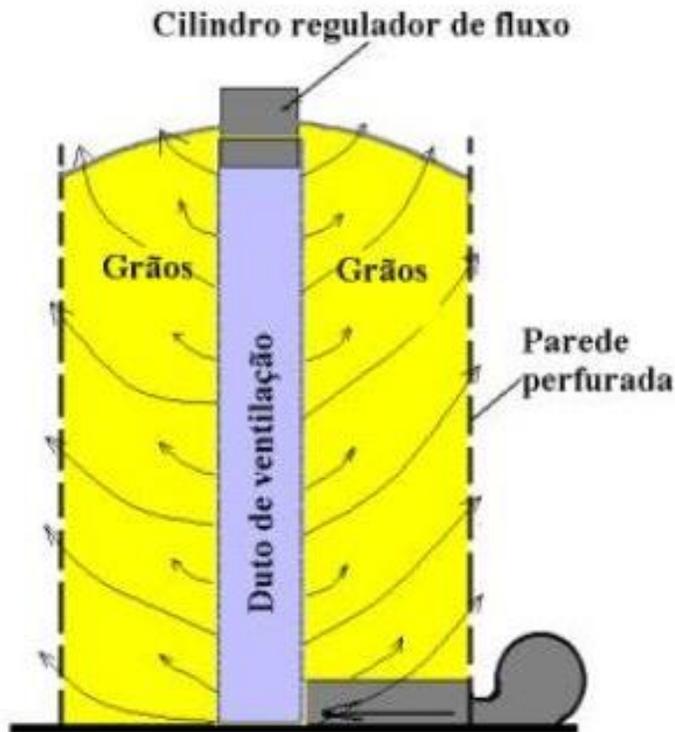
- Maior manipulação do produto do que em todos os métodos estáticos, o que pode provocar maior índice de produto com danos mecânicos;
- Maior investimento inicial e maior custo operacional do que no método estático;
- Sobrecarga do equipamento sobre as paredes e o piso do silo; e
- Acúmulo de materiais finos no centro do silo.

4- Operação e Monitoramento da secagem

- O tempo de funcionamento do ventilador durante o processo de secagem **depende do teor de água do produto no silo e do clima da região.**
- É recomendável **manter o ventilador ligado** continuamente quando o produto estiver com teor de água inicial **>16%**, mesmo à noite.
- O ar, ao retirar calor dos grãos, eleva sua temperatura e diminui a umidade relativa, e, dependendo desta, pode promover a secagem dos grãos mais úmidos.
- Caso a umidade dos grãos seja inferior a 16%, o ventilador deverá permanecer ligado até o final da secagem, desde que a umidade relativa média seja inferior a 75%.
- No caso de regiões mais úmidas ($UR \geq 75\%$), o ventilador deverá permanecer ligado somente durante as horas em que a umidade relativa for baixa (período diurno).
- **O monitoramento do processo de secagem consiste na inspeção diária da temperatura e umidade da massa de grãos, para verificar se o produto está seco e/ou em processo de deterioração.**
- No caso da secagem com ar levemente aquecido (secagem com baixas temperaturas), deve-se, ao final do processo, insuflar ar natural para obter o resfriamento da massa de grãos.

5- Considerar

- Em secagem de sementes, os métodos que usam baixas temperaturas são empregados em substituição àqueles com altas temperaturas, por resultarem em melhor qualidade final do produto.
- Além disso, neste sistema, o ar é insuflado radialmente através da massa de grãos.



Silo-secador para sementes, mostrando a distribuição radial do fluxo de ar

➤ As principais limitações dos métodos de secagem com ar natural (fluxo vertical ou radial) são o teor de água inicial do produto e as condições climáticas locais.

➤ Altos teores de água inicial do produto aumentariam a susceptibilidade à deterioração, enquanto condições atmosféricas desfavoráveis implicariam a utilização de ventiladores e aquecedores mais potentes, inviabilizando economicamente o método.

SECAGEM COM ALTAS TEMPERATURAS

SECAGEM COM ALTAS TEMPERATURAS

- ❖ A secagem por este processo baseia-se na propriedade pela qual, aumentando-se a temperatura do ar úmido, a umidade relativa diminui e, conseqüentemente, a capacidade do ar em absorver umidade aumenta.
- ❖ Geralmente, o ar é forçado a passar através da massa de grãos ou do produto a secar, por meio de um ventilador.
- ❖ Depois de entrar em contato com o produto, o ar deixa o secador com uma temperatura mais baixa e uma umidade relativa mais elevada.
- ❖ É uma técnica muito utilizada em fazendas e indústrias no mundo inteiro.
- ❖ Entretanto, o uso de secadores mecânicos a altas temperaturas tem ficado restrito às regiões com maior desenvolvimento agrícola, visto que o investimento inicial em alguns desses equipamentos são mais elevados.

- ❖ Dentre os métodos de secagem artificial, a secagem com altas temperaturas é a mais rápida e independente das condições climáticas locais;

- ❖ Como em outros sistemas de secagem, os seguintes parâmetros podem influenciar a taxa de secagem:
 - **Temperatura e umidade relativa do ar ambiente;**
 - **Temperatura e fluxo de ar de secagem;**
 - **Umidade inicial do produto;**
 - **Fluxo do produto no secador e outros.**

Esses parâmetros influenciam diretamente a velocidade de secagem, como um conjunto de fatores interdependente, e o bom manejo, permitem dimensionar e gerenciar as condições específicas de secagem.

Classificação dos Secadores com Altas Temperaturas

A-)Secador de Camada Fixa Horizontal:

B-)Secador em camada fixa vertical (coluna) e secador de fluxos cruzados:

C-)Secador de fluxos contracorrentes:

D-)Secador de fluxos concorrentes:

E-)Secador em fluxos (concorrentes/contracorrentes):

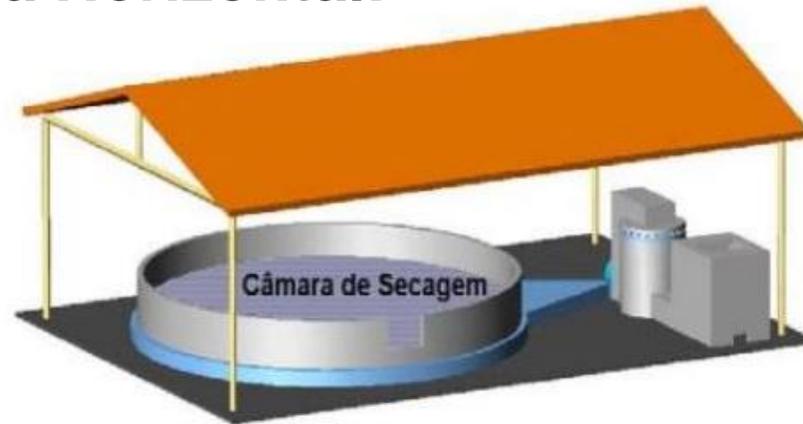
F-)Secador em cascata ou de fluxos mistos:

G-)Secador Rotativo:

H-)Secador por convecção natural:

I-)Secador de leito fluidizado:

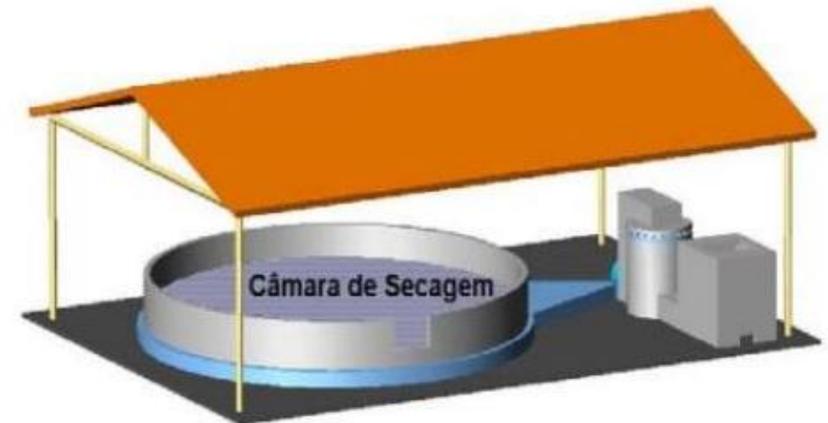
A-)Secador de Camada Fixa Horizontal:



Vista geral de um secador de camada fixa (modelo UFV)

- O produto permanece num compartimento de fundo perfurado, por onde passa o ar de secagem, insuflado por um ventilador.
- Na secagem em camada fixa, a temperatura do ar de secagem é muito superior à temperatura do ambiente (acima de 10°C) e a camada de produto é geralmente inferior a 1,0 m.
- Um ventilador, acoplado a uma fonte de aquecimento, faz parte deste sistema.
- Com o objetivo de diminuir o custo de implantação de um sistema de secagem em camada fixa, os componentes metálicos podem ser substituídos por uma construção em alvenaria, permitindo que a tecnologia fique acessível a um grande número de pequenos e médios agricultores.

- Além de ser usado para secar grãos e sementes em geral, milho em espiga, café (de todas as formas), feijão em rama, raspa de mandioca...
- O secador é, também, usado para a produção de feno e desidratação de cana-de-açúcar picada.
- Dependendo do tipo e forma do material, a altura da camada de produto pode variar.
- Para grãos em geral, a altura da camada deve ser inferior 0,6m.
- Altura acima desta faixa poderá acarretar problemas, como o alto gradiente de umidade que se forma entre as camadas inferiores e superiores do produto.



Vantagens:

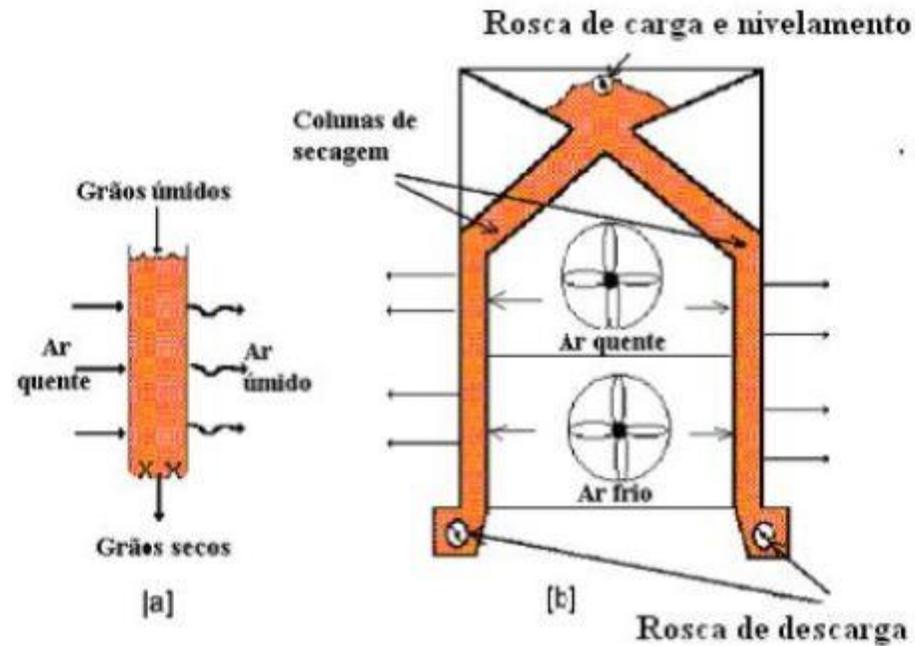
- Menor custo operacional;
- Baixo investimento inicial;
- O armazenamento pode ser feito no próprio silo secador, quando se utiliza o silo convencional adaptado como secador de camada fixa; e
- Fácil construção.

Desvantagens:

- Alto gradiente de umidade ao longo da camada de grãos; e
- Baixa capacidade de processamento, devido ao fato de a espessura da camada ser inferior a 0,6m.

B-)Secador em camada fixa vertical (coluna) e secador de fluxos cruzados:

- O produto permanece em colunas verticais construídas em chapas perfuradas e são submetidas a um fluxo de ar que é perpendicular à camada do produto.
- Quando os grãos estão em movimento, o secador é chamado de fluxos cruzados.



Esquema de funcionamento dos secadores de fluxos cruzados (a) e o desenho de um modelo que pode trabalhar também de forma contínua (b).

Vantagens:

- Alta capacidade de secagem;
- Facilidade de manuseio e operação; e
- Baixo custo inicial.

Desvantagens:

- Maior risco de superaquecimento do produto;
- Alto consumo de energia;
- Desuniformidade de secagem quando trabalhando de forma continua ou em camada fixa;
- e baixa eficiência de secagem.

C-)Secador de fluxos contracorrentes:

- Foi, primeiramente, realizada em silos secadores, em que grãos e ar de secagem movimentam-se em sentido contrário.



Adaptado de: www.shivvers.com

A frente de secagem permanece sempre próxima ao fundo perfurado do silo.

Conforme ocorre a secagem, o produto seco é conduzido para o centro por um transportador helicoidal que varre toda a seção transversal do silo

Uma segunda rosca retira o produto, conduzindo-o para a parte superior ou então para um silo armazenador, passando a funcionar de forma contínua.

Assim, a massa de produto tem sentido descendente, enquanto o ar é insuflado em sentido ascendente.

Para evitar danos ao produto, a temperatura de secagem não deve ultrapassar 70°C.

Sistema de armazenamento com silo-secador em fluxos contracorrentes

Vantagens:

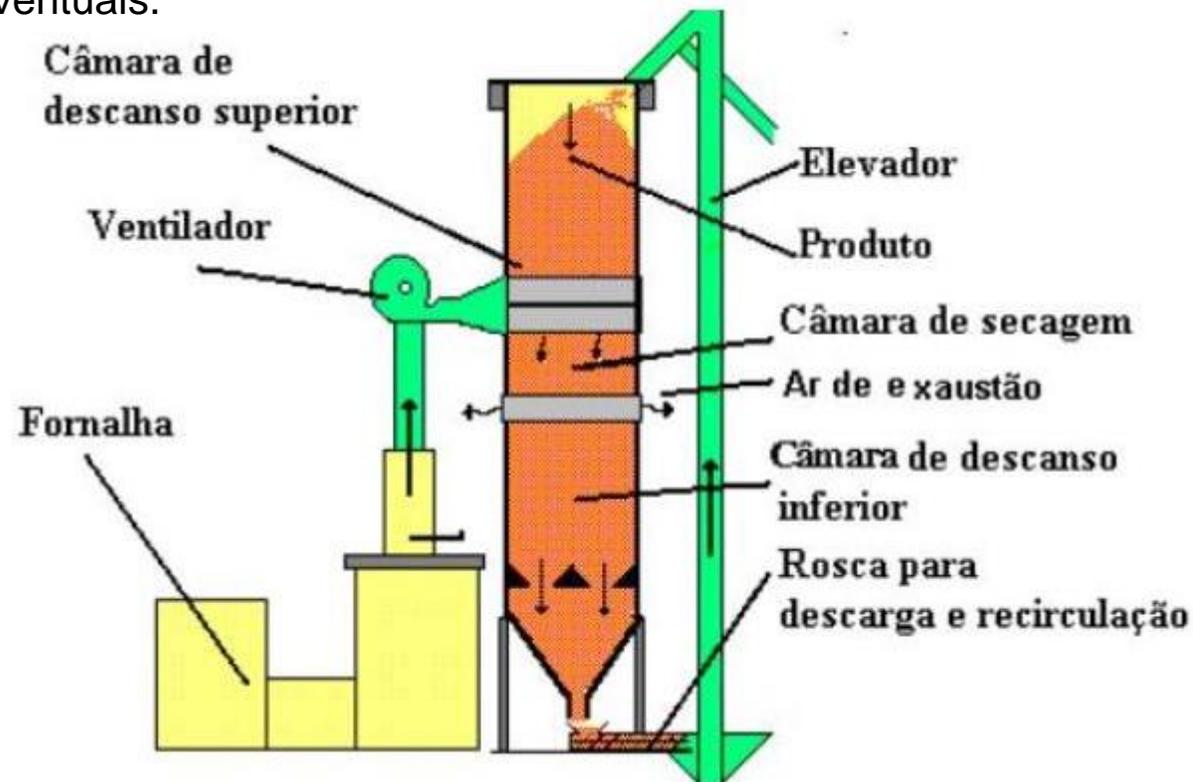
- Alta eficiência energética;
- Menor tempo de exposição ao ar de secagem; e
- Menor susceptibilidade a danos mecânicos.

Desvantagens:

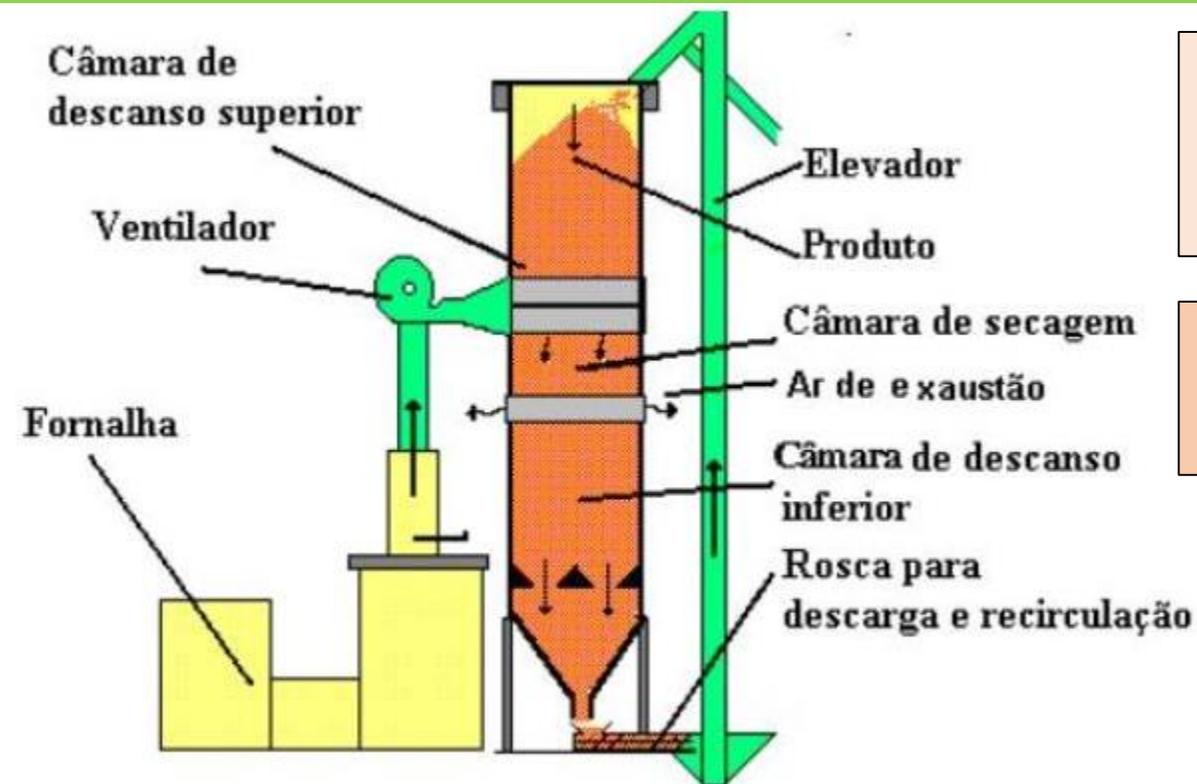
- Maior custo de manutenção, quando se utiliza um sistema com silo-secador.

D-)Secador de fluxos concorrentes:

- O ar aquecido encontra o grão frio e úmido e fluem ambos na mesma direção e sentido, através da câmara de secagem.
- Nesse tipo de secador, como no anterior, todos os grãos componentes da massa a ser secada são submetidos ao mesmo tratamento.
- É caracterizado pelo alto fluxo de ar com pressão estática relativamente baixa.
- Devido à ausência de paredes perfuradas e ser construídos com poucas partes móveis esse secador exige, apenas, limpezas periódicas e reparos eventuais.



Secador de fluxos concorrentes modelo UFV



As trocas intensas e simultâneas de calor e massa entre o ar de secagem e o produto, na entrada de ar quente do secador, causam rápida redução da temperatura inicial do ar, assim como no teor de água do produto.

No final da câmara de secagem, onde ocorre a exaustão do ar, o produto está mais seco e a uma temperatura inferior à temperatura inicial do ar de secagem.

Em razão disso, é possível usar o ar de secagem com temperaturas relativamente altas sem causar danos ao produto como acontece com outros tipos de secadores

O fato de a secagem ocorrer em um ambiente com umidade relativa moderada, **favorece a redução da quantidade de produto com o endosperma trincado que**, ao serem manuseados, podem produzir um grande número de quebrados.

A temperatura máxima do ar quente em secadores de fluxos concorrentes depende, em primeiro lugar, do fluxo de grãos através do secador e, em menor grau, do tipo de grãos e do teor de água inicial.

Se o fluxo de massa aumenta em um secador, o produto final será, em geral, de melhor qualidade.

Por outro lado, haverá aumento no consumo específico de energia e diminuição da eficiência de secagem, porque os grãos que passam pelo secador com maior velocidade, perdem menor quantidade de água por unidade de tempo.

A redução gradual da temperatura do grão devido ao fluxo de ar úmido contribui para a excelente qualidade dos grãos obtidos em secadores de fluxo concorrente!

Vantagens:

- Melhor qualidade final do produto;
- Maior capacidade de secagem;
- Alta eficiência energética; e
- Baixo custo de instalação e manutenção, quando é utilizado apenas um estádio.

Desvantagens:

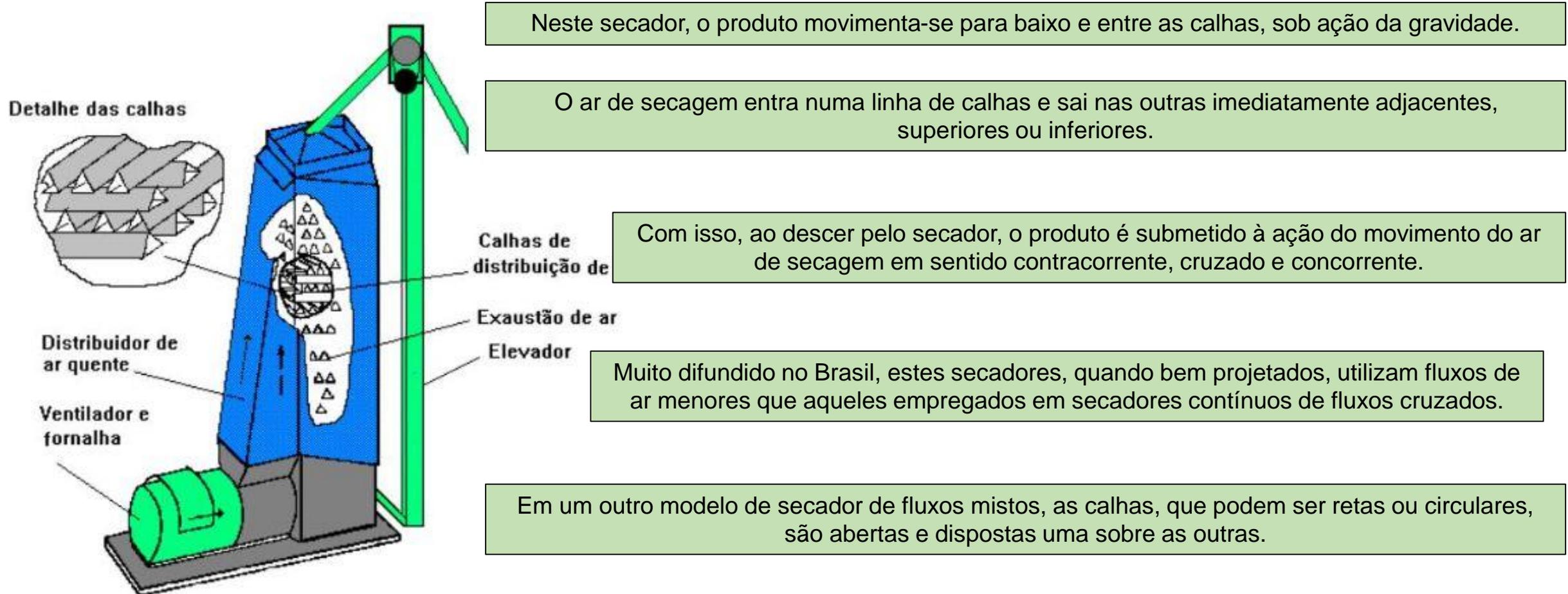
- Alto custo de construção, quando se opera com mais de um estádio; e
- Maior risco de incêndio devido à utilização de altas temperaturas.

E-)Secador em fluxos (concorrentes/contracorrentes):

- Incluindo os dois sistemas, anteriormente descritos, o projeto foi desenvolvido por PINTO (1994) e modificado por Silva et al (2001).
- Teve como finalidades a redução do consumo de energia na secagem de café e a possibilidade da utilização de dois sistemas de secagem em um único secador
- O secador modificado foi avaliado para **café** despulpado, com pré-secagem em terreiro.

F-)Secador em cascata ou de fluxos mistos:

- É constituído por uma série de calhas invertidas em forma de V, disposta em linhas alternadas paralela ou transversalmente, dentro da estrutura do secador



Secador de fluxos mistos ou em cascata com calhas alternadas

Vantagens:

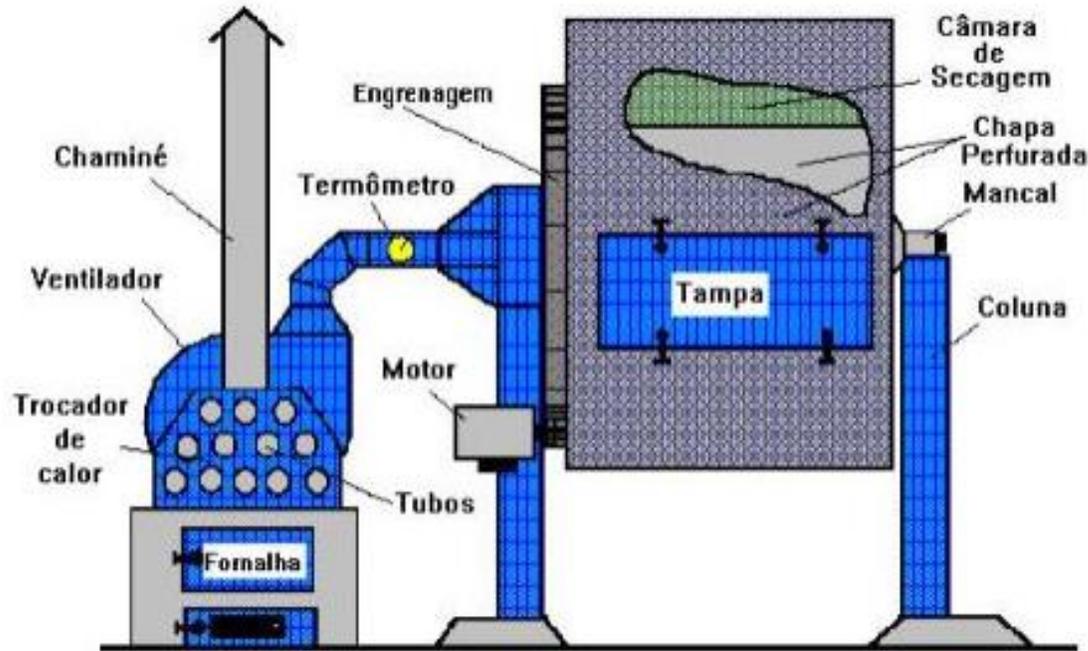
- Alta eficiência energética; e
- Alta capacidade.

Desvantagens:

- Alto custo inicial; e
- Podem poluir o meio ambiente.

G-)Secador Rotativo:

- É formado por um cilindro tubular horizontal ou ligeiramente inclinado que gira em torno de seu eixo longitudinal a uma velocidade compreendida entre 1 e 15 rpm.



Secador rotativo com tambor horizontal, para secagem em lotes

No caso de um secador contínuo, o produto úmido chega à parte mais elevada do tambor através de um transportador e sai na parte mais baixa por gravidade.

O ar de secagem é introduzido no tambor no mesmo sentido ou no sentido contrário à trajetória do produto, em caso de secadores inclinados.

Vantagens:

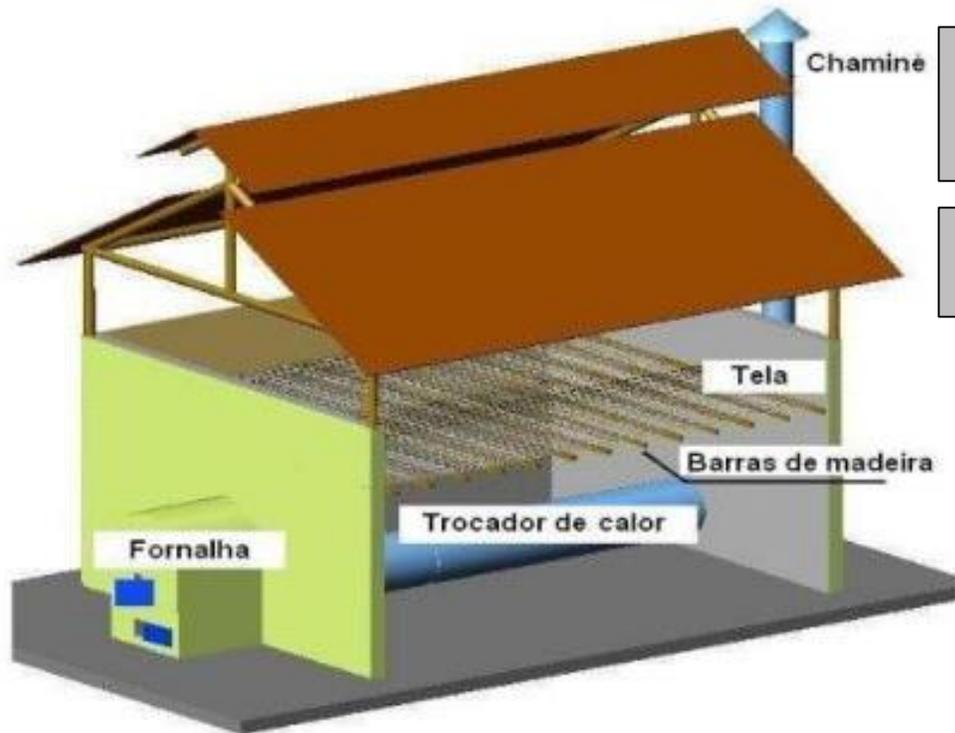
- Para alguns produtos, favorece a limpeza do produto;
- Uniformidade de secagem.

Desvantagens:

- Baixa eficiência energética;
- Alto custo de investimento; e
- O produto fica sujeito a danos na camada protetora.

H-) Secador por convecção natural:

- O ar movimentando-se por convecção natural, é uma alternativa para solucionar os problemas de secagem do pequeno produtor que não dispõe de energia elétrica, pois este tipo de secador dispensa o uso de ventiladores e pode ser constituído com materiais facilmente encontrados em mercados locais e mão-de-obra pouco especializada para a sua construção.



Utiliza um trocador de calor para transferir o calor recebido dos gases de combustão de uma fornalha para o ar de secagem que entra lateralmente, por meio de aberturas na parte inferior das paredes do secador.

O movimento do ar que atravessa a massa de produto se deve à diferença de pressão produzida pela diferença de temperatura entre o ar de secagem e o ar ambiente.

Vantagens:

- Dispensa o uso de ventiladores;
- Baixo custo inicial de implantação.
- Mão-de-obra pouco especializada para a construção;
- Eficiência térmica inferior à dos secadores com ventilação forçada;

Desvantagens:

- Riscos de contaminação do produto pela fumaça, caso haja perfurações ou vazamentos no trocador de calor.

Corte longitudinal de um secador por convecção natural

I-) Secador de leito fluidizado:

- O ar de secagem atravessa uma placa perfurada, provocando turbulência no produto que se encontra sobre ela.
- Quando o produto começa e continua a flutuar sobre a placa ou atinge a velocidade terminal, aproximadamente, o conjunto passa a ser denominado leito fluidizado.
- A intensidade do fluxo de ar deve ser tal que supere a velocidade terminal do produto, provocando turbulência e carreando o produto.
- **Não é um secador comumente utilizado na secagem de produtos agrícolas, devido à baixa capacidade de secagem e à elevada potência exigida, para que o ventilador provoque a turbulência e transporte o produto.**

IMPORTÂNCIA DO MANEJO E DA AERAÇÃO DOS GRÃOS



Manejo e aeração dos grãos

- ❖ Os grãos, como materiais vivos, estão sujeitos a transformações de naturezas distintas, oriundas da tecnologia aplicada ao sistema de pré-processamento. **OK**
- ❖ A armazenagem tem por objetivo preservar as qualidades físicas, sanitárias e nutricionais dos grãos, depois de colhidos. **OK**
- ❖ Durante essa fase, os fatores que influenciam a boa conservação desses produtos são: a temperatura e a umidade relativa do ar intergranular e a temperatura e o teor de água dos grãos. **OK**
- ❖ Além desses, as características estruturais e de higiene das instalações são fatores indispensáveis para a obtenção de boas práticas de armazenagem. **...**

- ❖ Assim que a célula de armazenamento estiver sendo carregada, os grãos variarão, provavelmente, em temperatura e conteúdo de água, por causa de variações em maturidade, condições climáticas e variações na secagem.
- ❖ Porções de grãos quentes e deterioradas podem ser criadas dentro do silo, mesmo que a condição média da massa de grãos possa ser considerada adequada.
- ❖ Ainda hoje, em unidades armazenadoras antigas, os operadores, ao verificarem problema que possam comprometer a qualidade do produto, fazem movimentar a massa de grãos através do ar ambiente → **“transilagem”**.

❖ Apesar de resolver parcial ou totalmente os problemas, na prática, **resulta em vários inconvenientes**, como:

- I. Eleva o índice de danos mecânicos no produto durante a movimentação da massa de grãos;
- II. Necessita, na maioria das vezes, de mais tempo para a sua execução, considerando que com apenas uma circulação do produto pelo ar ambiente o problema pode não ser totalmente solucionado;
- III. Apresenta elevado custo de instalação, já que o processo exige uma célula de estocagem vazia na unidade armazenadora;
- IV. Tem custo operacional mais elevado, não só pela maior demanda de tempo, mas também por envolver maior número de equipamentos e consumo de energia; e

Para Solucionar....

Surge a técnica da aeração!

Aeração

- ✓ Consiste na passagem forçada do ar, com fluxo adequado, através da massa de grãos, com o objetivo **de prevenir ou solucionar problemas de conservação.**

VANTAGENS:

- ✓ possibilidade de supervisionar tanto o sistema quanto o produto durante a operação de aeração;
- ✓ É utilizada para melhorar a preservação das qualidades dos grãos, em sistemas de armazenagem a granel, objetivando-se igualar a temperatura da massa, minimizar as atividades dos fungos, diminuir a taxa de respiração do produto armazenado e, quando possível reduzir a temperatura dos grãos.

Objetivos da Aeração

- A aeração pode ter diferentes efeitos sobre a massa de grãos, dependendo das condições do ambiente e do próprio produto.

- A utilização da técnica pode atender aos seguintes objetivos:
 - 1. Resfriar a massa de grãos;**
 - 2. Uniformizar a temperatura da massa de grãos;**
 - 3. Prevenir aquecimento e umedecimento de origens biológicas;**
 - 4. Promover secagem, dentro de certos limites;**
 - 5. Promover remoção de odores.**

❑ Resfriar a massa de grãos

- ✓ O resfriamento da massa de grãos armazenados constitui o **principal objetivo e a principal utilizada da aeração**.
- ✓ O **microclima formado** dentro da massa de grãos poderá trazer vários **benefícios** ao processo de **conservação**.
- ✓ **Grãos** armazenados em temperaturas elevadas, **25 a 40°C**, como ocorre em muitas regiões brasileiras, **tem a atividade respiratória intensificada**, o que propicia incremento na perda de matéria seca, aumenta a umidade relativa do ar intergranular e produz calor.

Condições ambientes	Temperatura (°C)	Perda de matéria seca
Temperatura ambiente - média	25	Perda de 0,12% (= 1,2 t)
Temperatura ambiente - alta	35	Perda de 0,54% (= 5,4 t)
Grãos refrigerados	10	Perda de 0,02% (= 0,2 t)

Fonte: Brunner, citado por LAZZARI, (2007).

❑ Inibir a atividade de insetos-pragas

- ✓ A maioria dos insetos-pragas que infestam os grãos armazenados é de origem tropical e subtropical e a faixa de temperatura adequada para o seu desenvolvimento está entre 27 e 34 °C, sendo consideradas ideais as temperaturas entre 29 e 30°C.
- ✓ Depois de alguns meses de armazenagem, ou em ambientes com temperaturas acima de 27°C, a massa de grãos poderá ter elevado nível de infestação se ações preventivas não forem tomadas.
- ✓ Os insetos-praga são sensíveis a baixas e a altas temperaturas, reduzindo seus desenvolvimentos em temperaturas inferiores a 16°C e superiores a 42°C.
- ✓ Podem-se estabelecer manejos adequados para o controle: 7 e 22°C, para aqueles cujo ciclo de vida e da ordem de três meses ou mais.
- ✓ UR crítica para o seu desenvolvimento → 30%
(Entretanto, são capazes de sobreviverem obtendo água metabólica, do ar ambiente ou do próprio grão)

Espécies de fungo	Umidade relativa mínima para germinação (%) ^a	Umidade de equilíbrio (% b.u.) ^b	Temperatura de desenvolvimento (°C)		
			Mínima	Ótima	Máxima
<i>Alternaria</i>	91 ^b	19	-3	20	36-40
<i>Aspergillus candidus</i> ⁽¹⁾	75	15	10	28	44
<i>A. flavus</i> ⁽¹⁾	82	16-17	6-8	36-38	44-46
<i>A. fumigatus</i> ⁽¹⁾	82	16-17	12	37-40	50
<i>A. glaucus</i> ⁽¹⁾	72	13,5-14,0	8	25	38
<i>A. restrictus</i> ⁽¹⁾	71-72	13,5	-	-	-
<i>Cephalosporium acremonium</i>	97	22	8	25	40
<i>Epicoccum</i>	91	19	-3	25	28
<i>Fusarium moniliforme</i>	91	19	4	28	36
<i>F. graminearum</i>	94	20,5	4	25	32
<i>Mucor</i>	91	19	-3	28	36
<i>Nigrospora oryzae</i>	91	19	4	28	32
<i>Penicillium funiculosum</i>	91	19	8	30	36
<i>P. oxalicum</i>	86	17	8	30	36
<i>P. brevicompactum</i> ⁽¹⁾	81	16	-2	23	30
<i>P. cyclopium</i> ⁽¹⁾	81	16	-2	23	30
<i>P. viridicatum</i> ⁽¹⁾	81	16	-2	23	36

Nota: ⁽¹⁾ se desenvolvem em baixo a moderado teor de água, as demais espécies, em alto teor de água. ^a Umidades relativas em que 5% ou mais de esporos podem germinar. ^b Umidade de equilíbrio à, aproximadamente, 25,5 °C que estabelecem as mínimas umidades relativas de germinação de fungos, propiciando aumento no teor de água dos grãos, permitindo a competitividade dos fungos (valores médios para milho e trigo). Fonte: Lacey et al, citados por NAVARRO et al. (2002).

❑ Inibir a atividade de ácaros

- ✓ Os ácaros são pragas de grande importância econômica, principalmente em regiões de clima tropical e temperado → danificar os grãos
- ✓ O produto infestado por ácaro, se destinado para a alimentação animal, poderá causar problemas nutricionais aos mesmo e alergia aos operadores durante o manuseio.
- ✓ Desenvolvem-se em ambientes cuja temperatura varia entre 7 e 30°C e umidade relativa acima de 60%.
- ✓ O ambiente ideal para desenvolvimento → temperaturas entre 20 e 25°C e umidade relativa entre 80 e 90%.
- ✓ Portanto, para o seu controle deve-se estabelecer, principalmente, umidade relativa de equilíbrio inferior a 60%, o que se consegue por meio da redução do teor de água dos grãos, considerando-se determinada temperatura.

❑ Inibir o desenvolvimento da microflora

- ✓ O teor de água e a temperatura dos grãos, a temperatura e umidade relativa do ar influenciam o desenvolvimento da microflora.
- ✓ Sabe-se que grãos com teor de água de até 15% (b.u.) podem ser armazenados durante mais tempo, se a temperatura for baixa (8 a 10°C) e a umidade relativa do ar, não ultrapassar 70%.
- ✓ Em regiões de clima tropical e subtropical é difícil estabelecer estas condições por meio de aeração com ar natural.

Espécies de fungos	Toxinas	Grãos e produtos
<i>Aspergillus flavus</i>	Aflatoxinas B1, B2, G1 e G2	
<i>Aspergillus parasiticus</i>		Sementes de algodão, amendoim, arroz, aveia e cevada.
<i>Fusarium graminearum</i>	Zearalenona e vomitoxina	Canola, milho, trigo e triticales.
<i>Fusarium moliniforme</i>	Fumonisinias	Sorgo, soja, farelos (soja, milho e trigo) e tortas (algodão e amendoim).
<i>Fusarium roseum</i>		
<i>Fusarium tricinctum</i>		
<i>Penicillium viridicatum</i>	Ocratoxina A	

Fonte: Lazzari, (1999).

❑ Preservar a qualidade dos grãos

- ✓ A qualidade dos grãos armazenados pode ser definida em função de diferentes atributos, os quais devem atender a diferentes seguimentos de mercado, tais como, o sementeiro, o da indústria para alimentação humana e animal, e o da comercialização do produto “in natura”.



❑ Preservar a qualidade dos grãos

- ✓ Grãos armazenados a granel formam um ecossistema característico, em estado quase latente, em que todas as atividades bióticas são imperceptíveis, desde que sejam estabelecidas condições favoráveis para o estabelecimento desse estado de latência.
- ✓ Esta condição de aparente inatividade deve ser mantida durante maior tempo possível, desde que o processo não resulte em perdas de qualidade do produto armazenado

✓ Alcançado por meio da redução:

Ambiente
 . temperatura
 . Umidade

**Acréscimo na Temp. e/ou UR →
 desequilíbrios** em quaisquer dos fatores do sistema biótico



A aplicação de uma massa de ar com temperatura baixa é uma técnica benéfica à conservação dos grãos, em estado de repouso, por período de tempo mais prolongado

Composição do ecossistema da massa de grãos em um silo

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ Vimos os a importância da operação de secagem e os diferentes sistemas que podem ser utilizados, conforme a necessidade do produtor.
- ✓ Além disso, vimos as vantagens e desvantagens de cada um desses sistemas de secagem e a importância da aeração dos grãos.
- ✓ Para conhecer com maiores detalhes as estruturas de armazenamento e a qualidade dos produtos armazenados, frequente às aulas e aguarde o próximo capítulo!



Referências

CARVALHO, N.M. A Secagem de Sementes. Jaboticabal: Funep, 2005, 184p.

FOSTER, C.H. Heated air drying. In: SINHA, R.H.; MUIR, W.E. (Eds.) **Grain storage: part of a system**. The AVI Publishing Co., Westport, Connecticut, 1973, 247p.

PINTO, F.A.C. **Projeto de um secador de fluxos contracorrentes-concorrentes e análise de seu desempenho na secagem de café (*Coffea arábica* L.)**. Viçosa-MG: UFV, 1994. 80p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.

SILVA, J.S.; PINTO, F.A.C.; MACHADO, M.C.; MELO, E.C. Projeto, construção e avaliação de um secador de fluxos (concorrentes/contracorrentes) para secagem de café In: **II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Vitória, 2001. Anais**.

SILVA; S.J. AFONSO, A.D.L.; DONZELLES, S.M.L.; NOGUERIA, R.M. **Secagem e secadores**. IN: SILVA; S.J. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008, p. 109-146.

SILVA; S.J. LACERDA-FILHO, A.F.; DEVILLA, I.A.; LOPES, D.C. **Aeração de grãos armazenados**. IN: SILVA; S.J. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008, p. 269-296.

SILVA; S.J. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.325-341. 560p.