



Semana de Engenharia Agrícola,  
Recursos Hídricos &  
Meio Ambiente



**Universidade Federal de Fluminense**

## SECAGEM DE GRÃOS E QUALIDADE

***Prof. Ednilton Tavares de Andrade***  
*Engenheiro Agrícola e de Segurança do Trabalho*  
*D.Sc. Engenharia Agrícola*  
*Prof. Titular, UFLA*

**Niterói - 07/06/2019**



### Porque secar?

- permite antecipar a colheita;
- permite a armazenagem por período mais longos;
- o poder germinativo é mantido por longos períodos;
- impede o desenvolvimento de microorganismos e insetos;
- minimiza a perda do produto no campo.

### PROCESSO DE SECAGEM

- a) se  $P_g > P_{ar}$ : ocorrerá secagem do produto;  
se  $P_g < P_{ar}$ : ocorrerá umedecimento do produto;  
se  $P_g = P_{ar}$ : ocorrerá o equilíbrio higroscópico.

b) a velocidade da absorção de água pelo grão é muito mais lenta do que a dessorção, ocorrendo o fenômeno de histerese entre a curva de secagem e reumidecimento do produto conforme ilustrado na Figura 2.

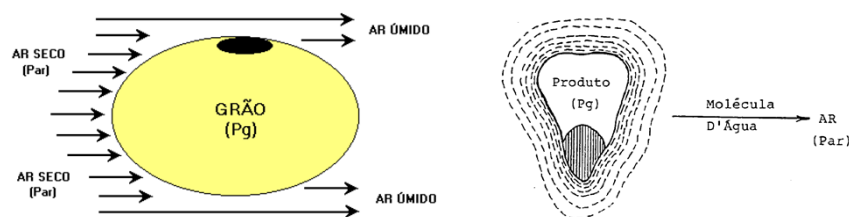
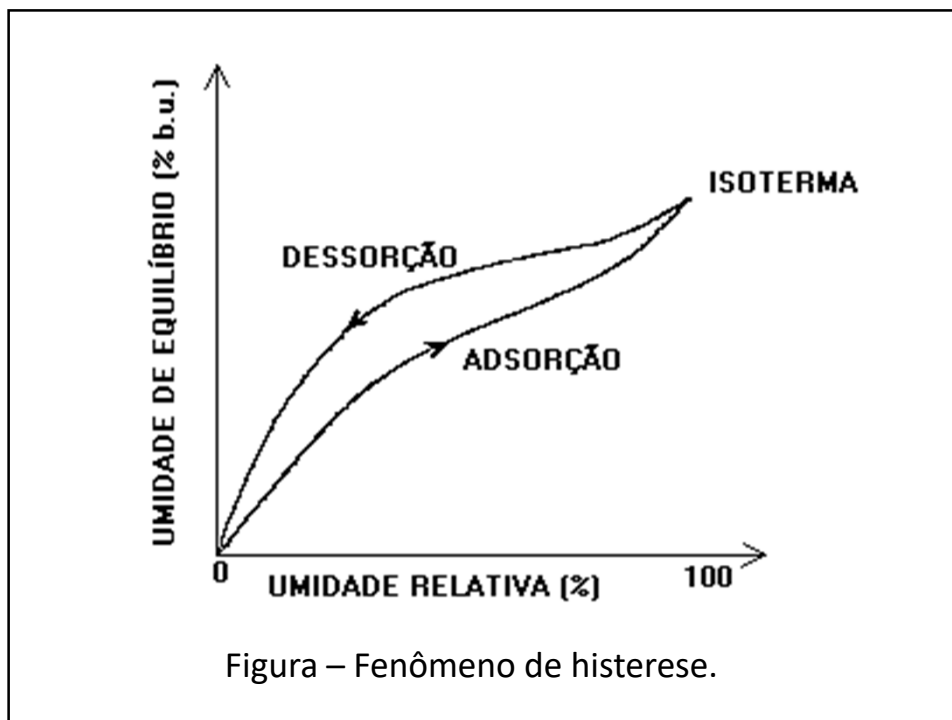


Figura 1 – Esquema de movimentação de água durante a secagem.



**a) Período de razão constante**

quando o produto estiver completamente úmido no início da secagem, a água escoou na fase líquida sob um gradiente hidráulico.

**b) Primeiro período de razão decrescente**

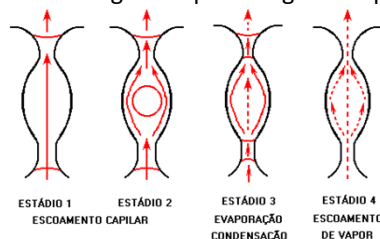
à medida que a secagem prossegue, o teor de umidade decresce e a água na fase líquida faz a ligação entre as partículas sólidas (produto), formando as pontes líquidas. Um escoamento de água na fase de vapor pode ocorrer simultaneamente.

**c) Segundo período de razão decrescente**

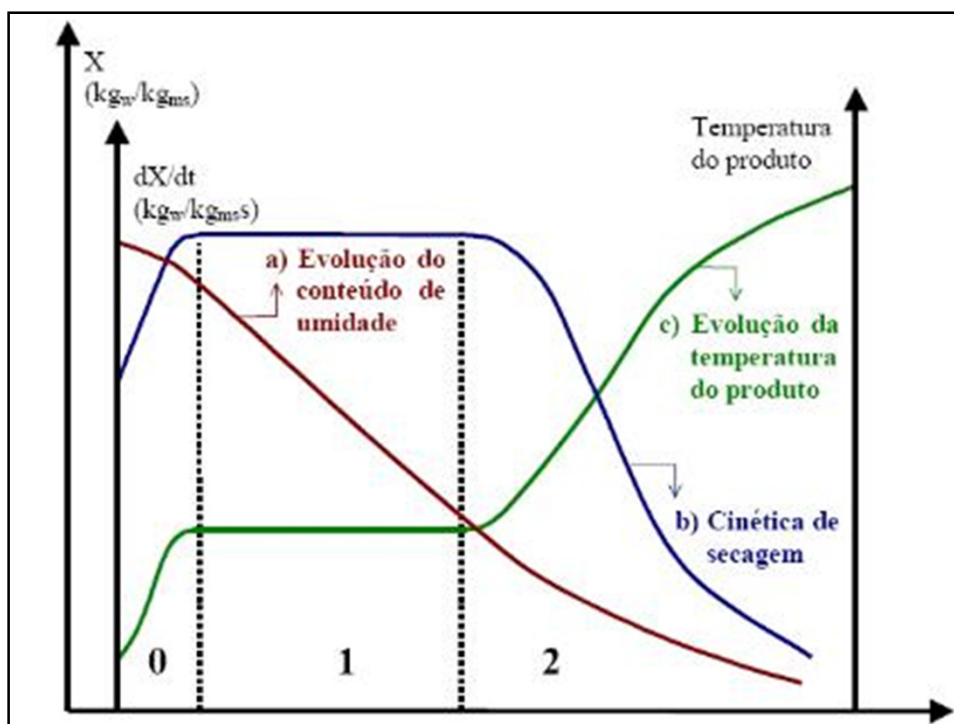
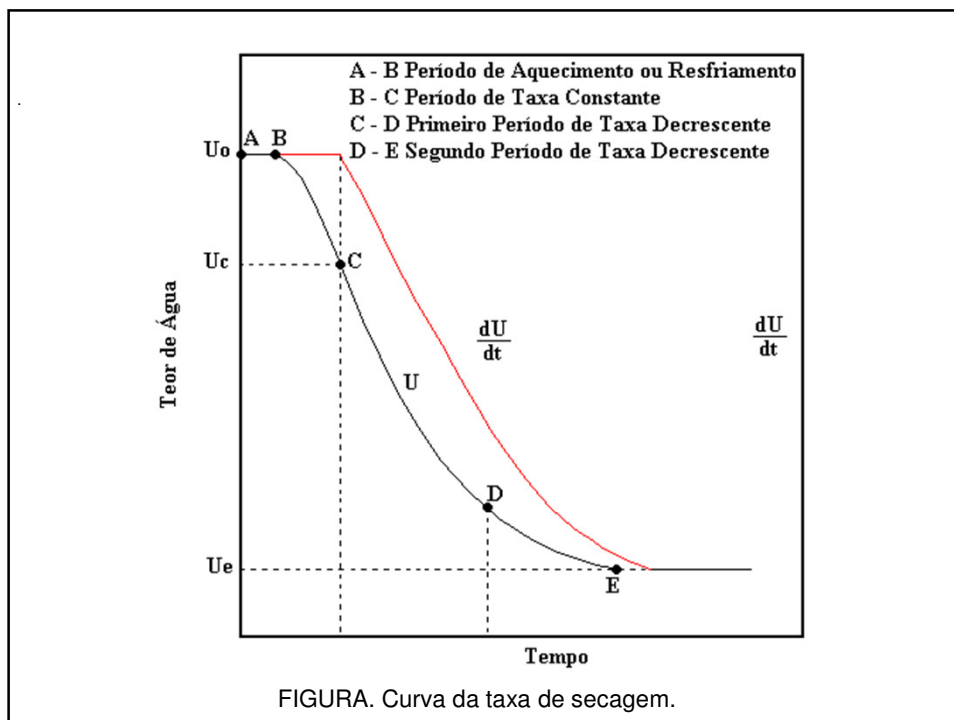
a água existente nos gargalos dos poros pode migrar, arrastando-se ao longo das paredes capilares ou evaporando e condensando, sucessivamente, entre as pontes líquidas.

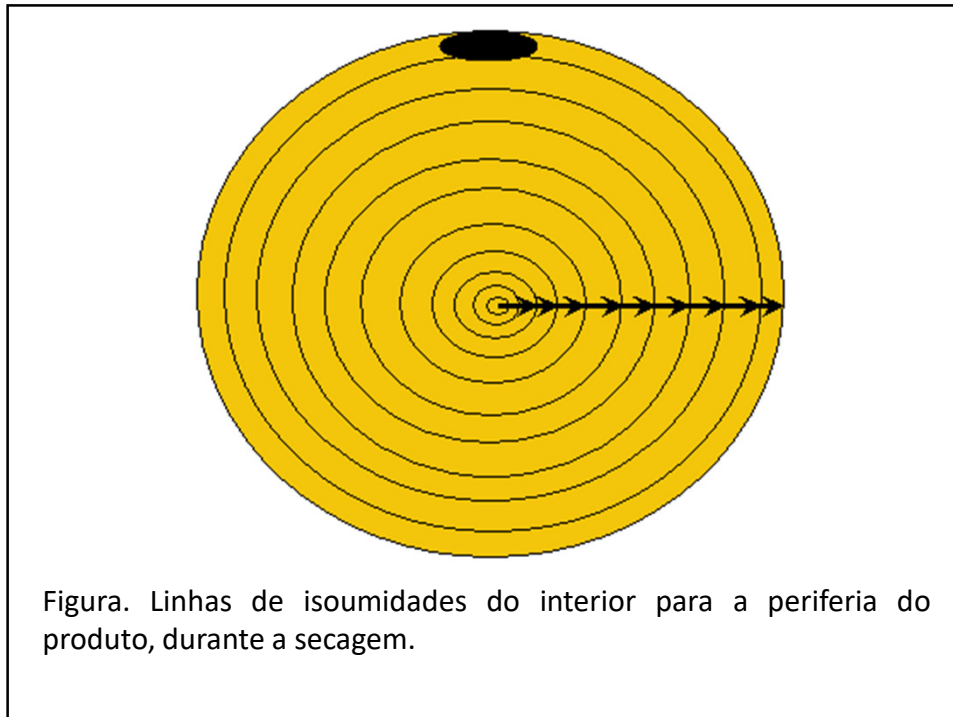
**d) Terceiro período de razão decrescente**

a secagem ocorre no interior do produto. O teor de umidade de equilíbrio é atingido quando a quantidade de água evaporada iguala a quantidade condensada.



**Movimento da água durante a secagem de um material poroso**



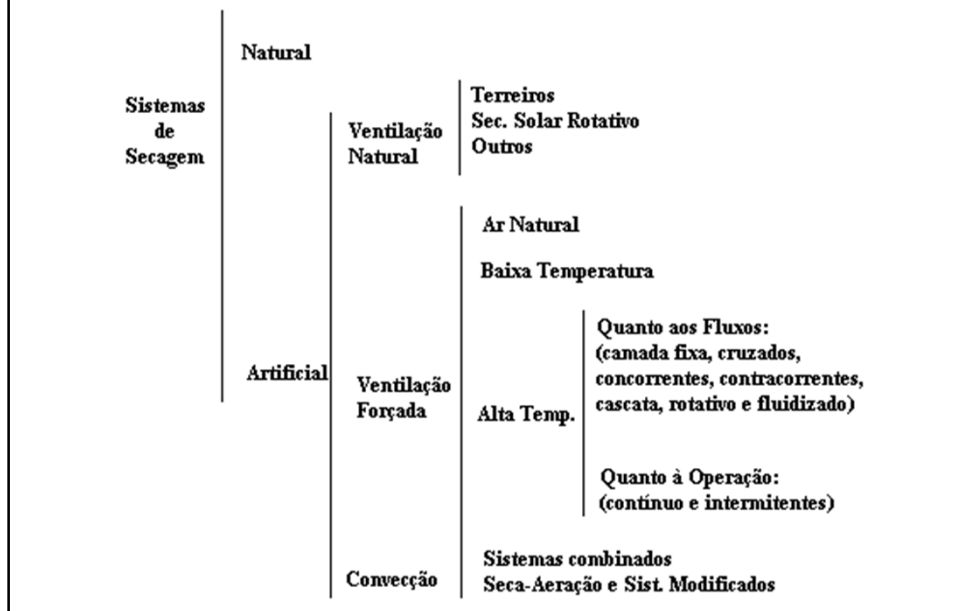


A operação de secagem exige um nível educacional do operador. O sistema exige um treinamento do operador e conhecimento das características técnicas do equipamento.

Os parâmetros que influenciam a taxa de secagem são:

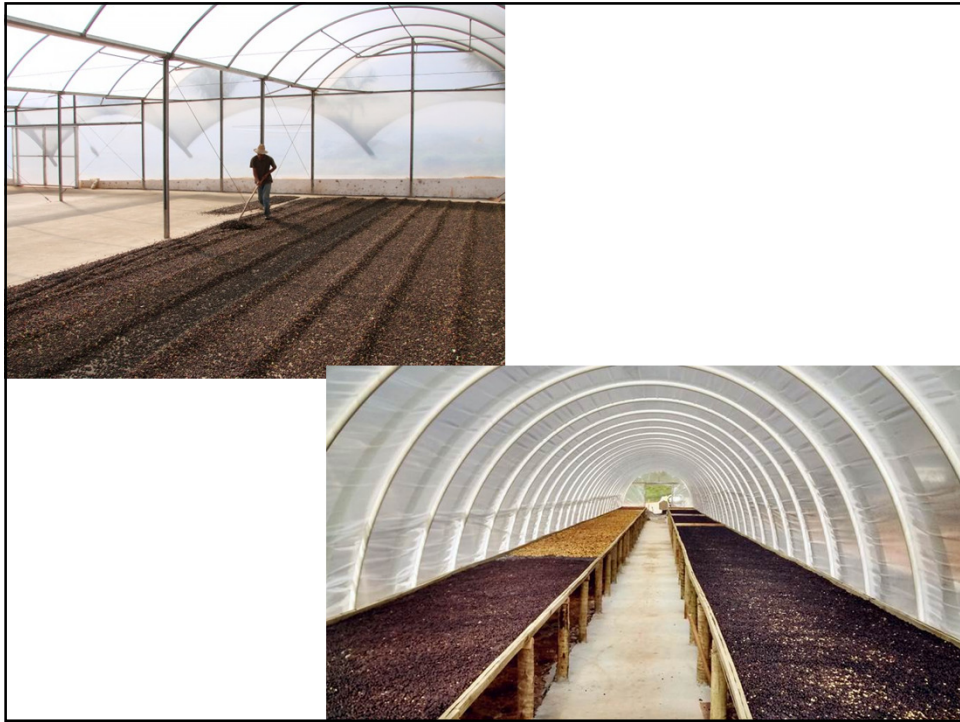
- a temperatura e umidade relativa do ar ambiente;
- temperatura e fluxo de ar de secagem;
- umidade inicial e histórico do produto;
- fluxo do produto no secador, dentre outros.

A classificação dos métodos de secagem adotada neste estudo será descrito conforme a apresentação abaixo.



### **Secagem em Terreiros**

- Terreiro de terra
- Terreiros de concreto
- Terreiros de lama asfáltica
- Terreiro suspenso
- Estufa
- Terreiro secador
- Manejo tradicional do terreiro**



**Secagem com altas temperaturas**

No Brasil, os secadores mecânicos mais comuns usados para grãos são de grande porte, com capacidade variada (300 t/h), predominando secadores contínuos e intermitentes. Em pequenas propriedades, são encontrados também os secadores de leito fixo.

**Secadores Horizontais**

**Secadores Verticais**

**Secador de camada fixa**

**Secagem com uso de coletor solar**

**Secagem em baixas temperaturas**

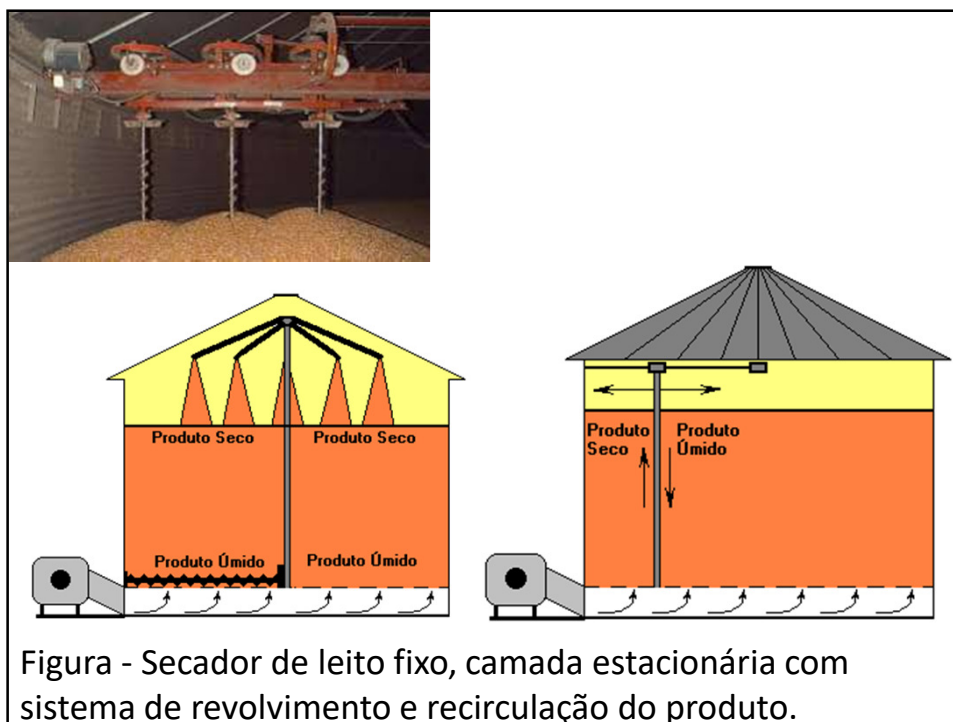
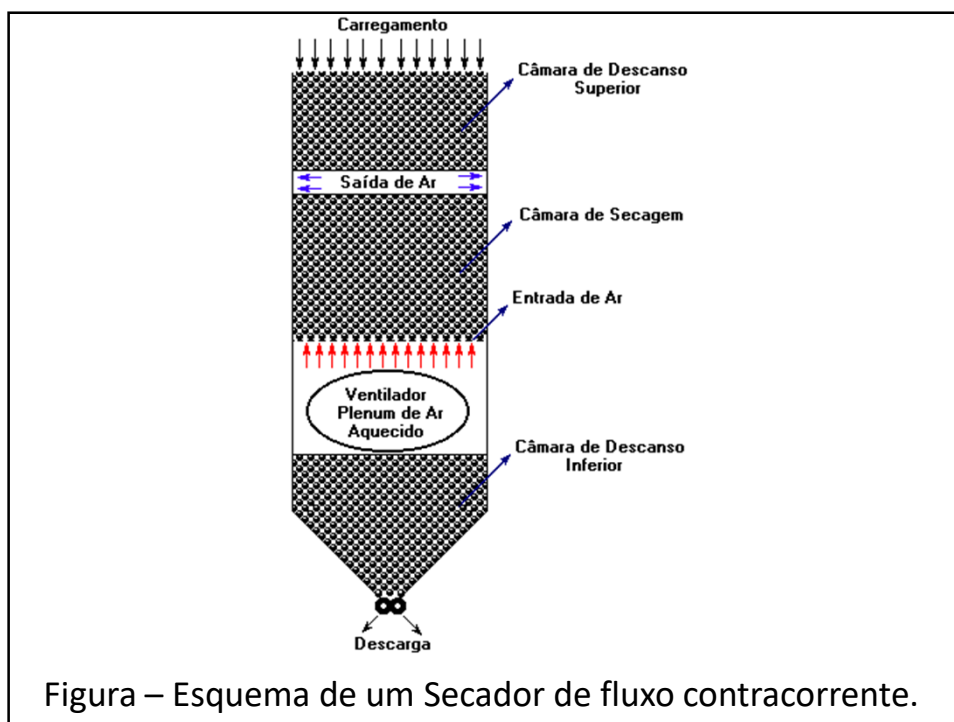
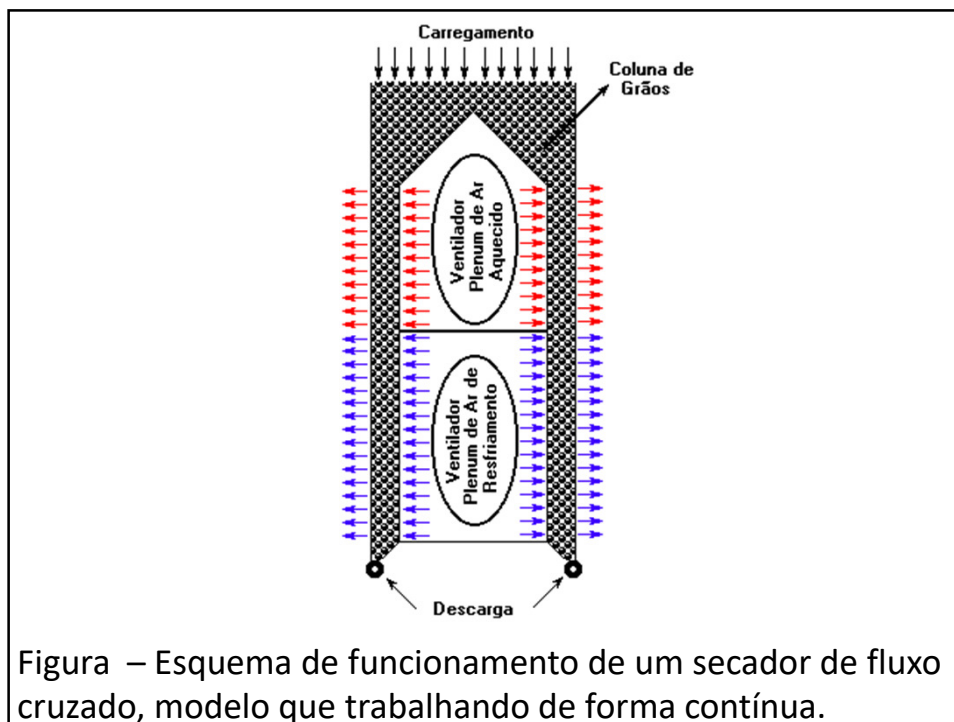
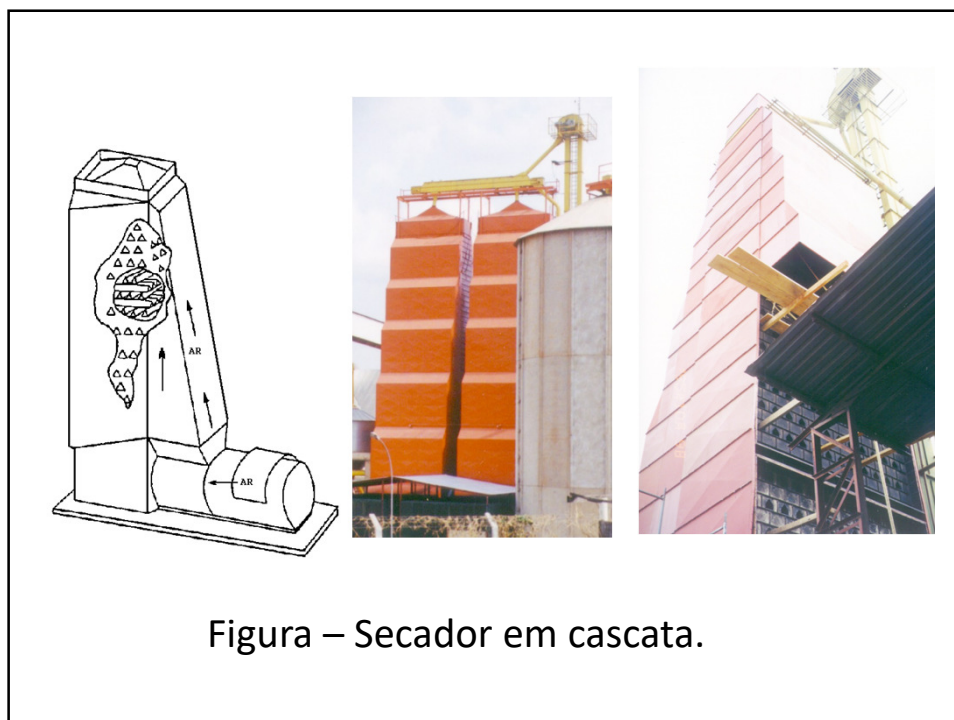
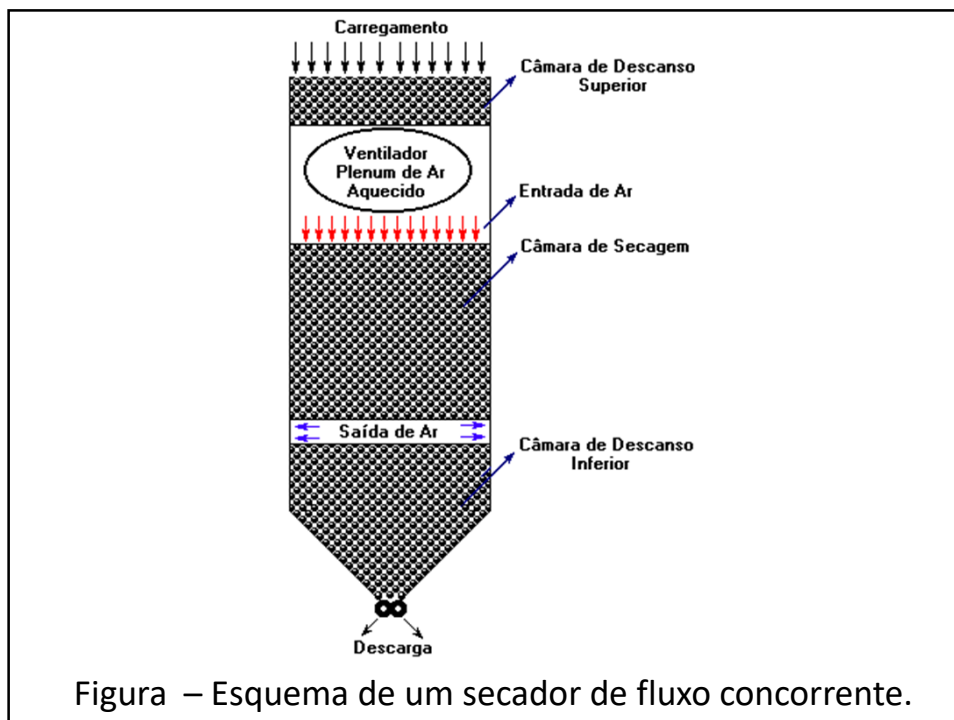


Figura - Secador de leito fixo, camada estacionária com sistema de revolvimento e recirculação do produto.







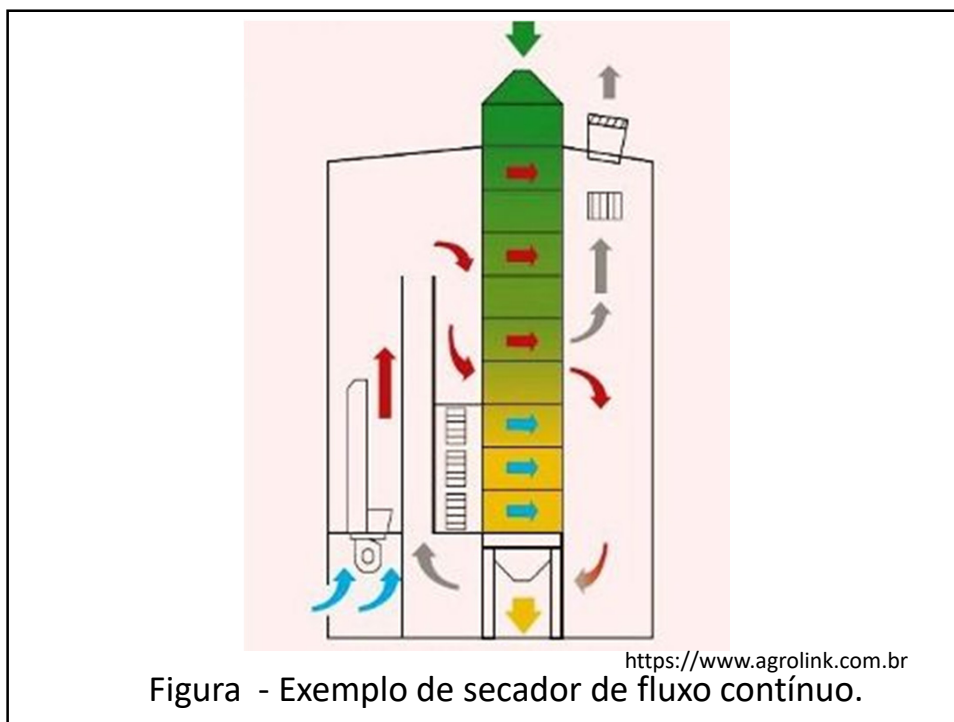
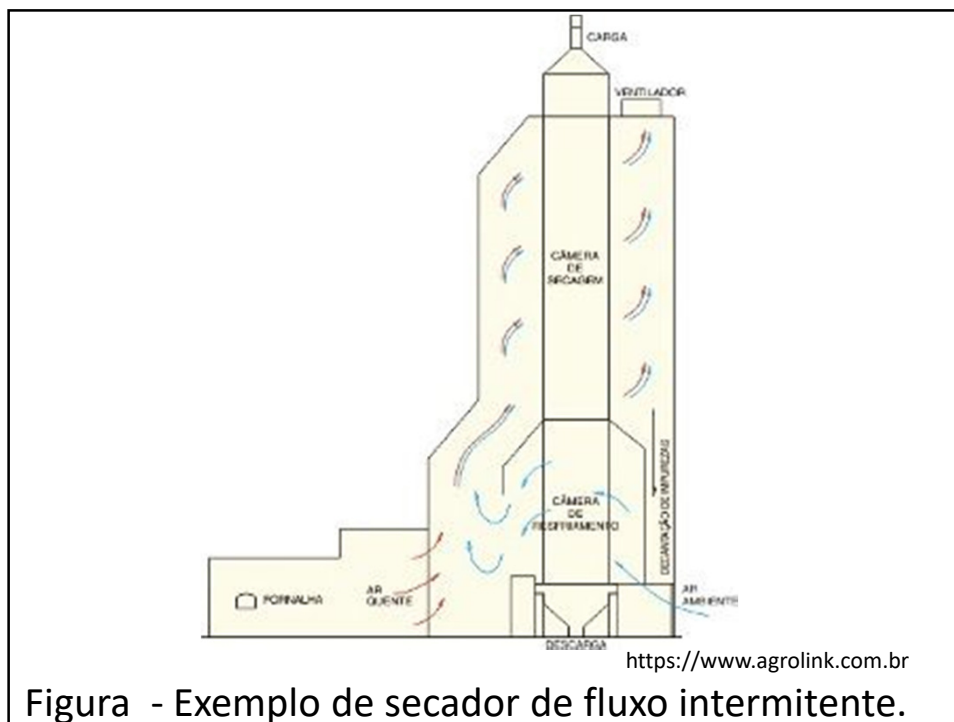


Figura - Exemplo de secador de fluxo contínuo.



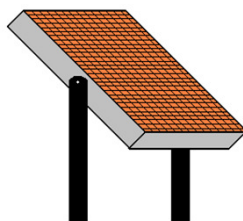
**SECAGEM NATURAL**

**SECAGEM ARTIFICIAL**

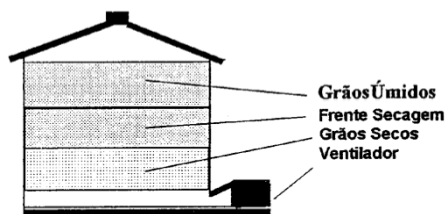
Ventilação natural

Secagem em terreiro:

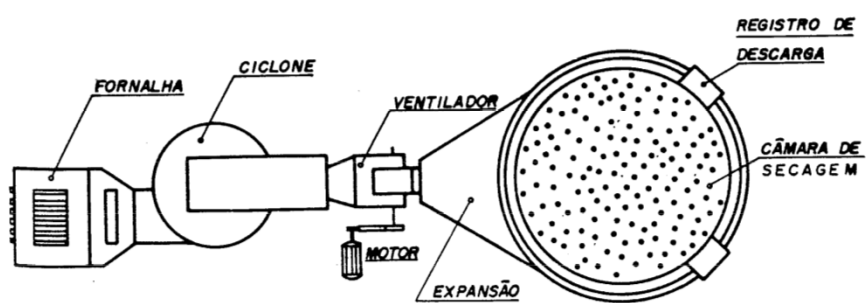
Secador solar rotativo:



### Ventilação Forçada



Formação da frente de secagem com as três faixas de teor de água em um silo secador a baixa temperatura



#### **Novos desenvolvimentos em secagem**

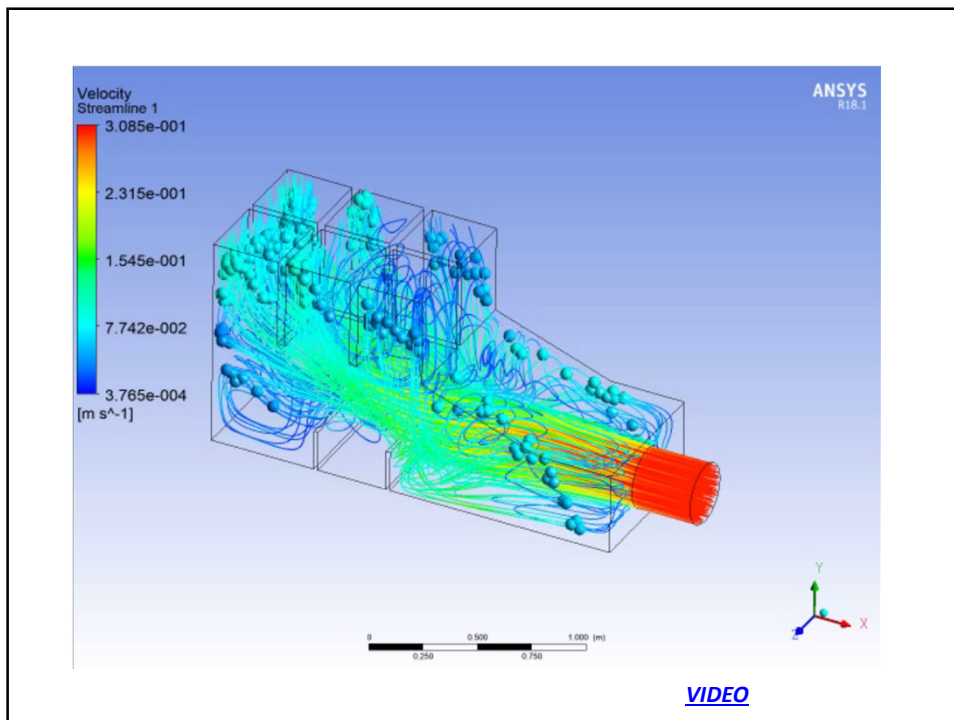
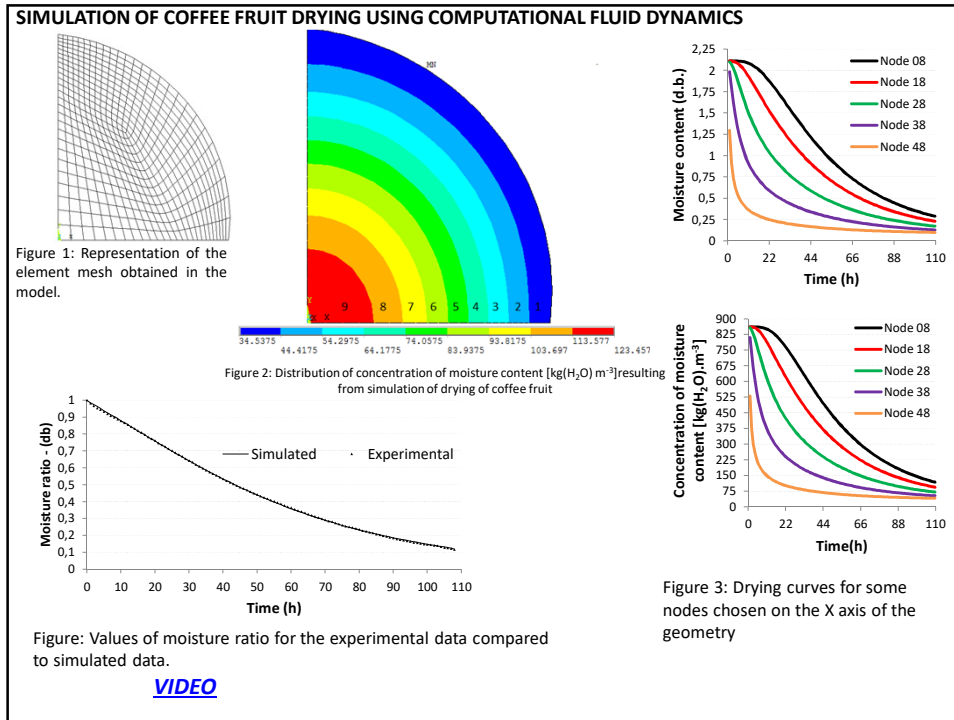
Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de reduzir o tempo de secagem, manter a qualidade do produto secado e reduzir o consumo de energia, bem como baratear os equipamentos de secagem. Neste horizonte é possível vislumbrar algumas novas possibilidades de desenhos de equipamentos e protótipos em desenvolvimento. Ferramentas matemáticas para simulação da secagem e otimização do processo tem sido usados com relevante frequência.

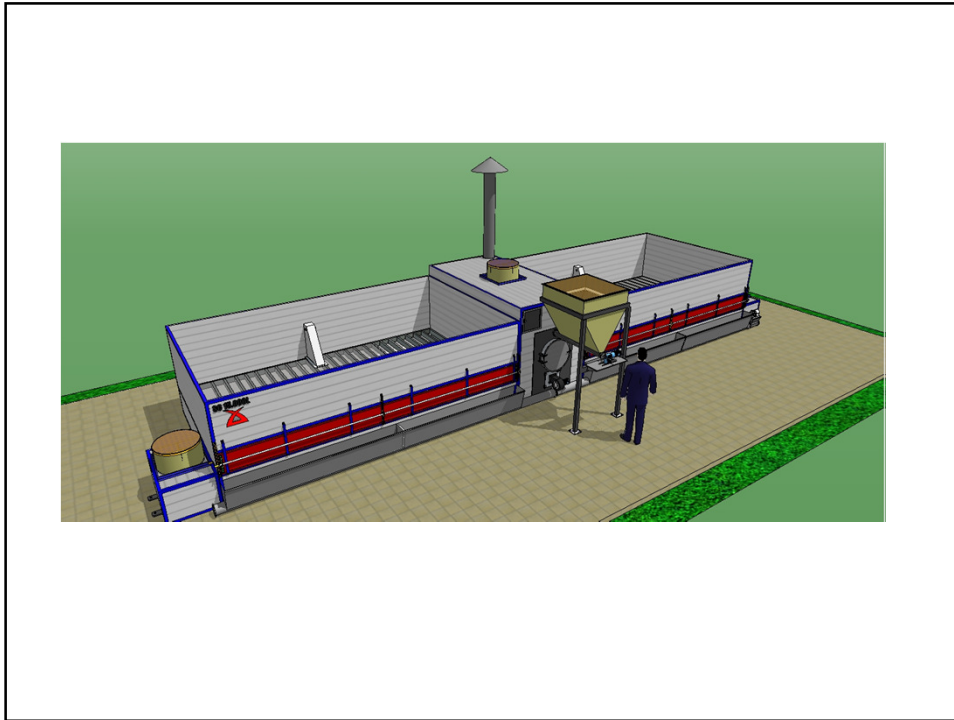
O grande desafio que se impõe num horizonte curto de tempo é fazer com que o produto secado nos diversos tipos de secadores relatados anteriormente propicie um produto de qualidade. Novas tecnologias comprovadas cientificamente são normalmente bem aceitas pelo mercado consumidor e produtores.

O uso de técnicas de aquecimento do ar com fornalhas eficientes, bem como, o uso de energia renovável, como por exemplo energia solar para aquecimento do ar e acumulação de energia elétrica por meio de placas fotovoltaicas são desafios para o futuro.

Novos desenhos de secadores e formas de manejo do processo de secagem tem sido disponibilizados no mercado, porém, ainda é necessário ajustes e estudos quanto a qualidade, a eficiência e as vantagens divulgadas comercialmente.

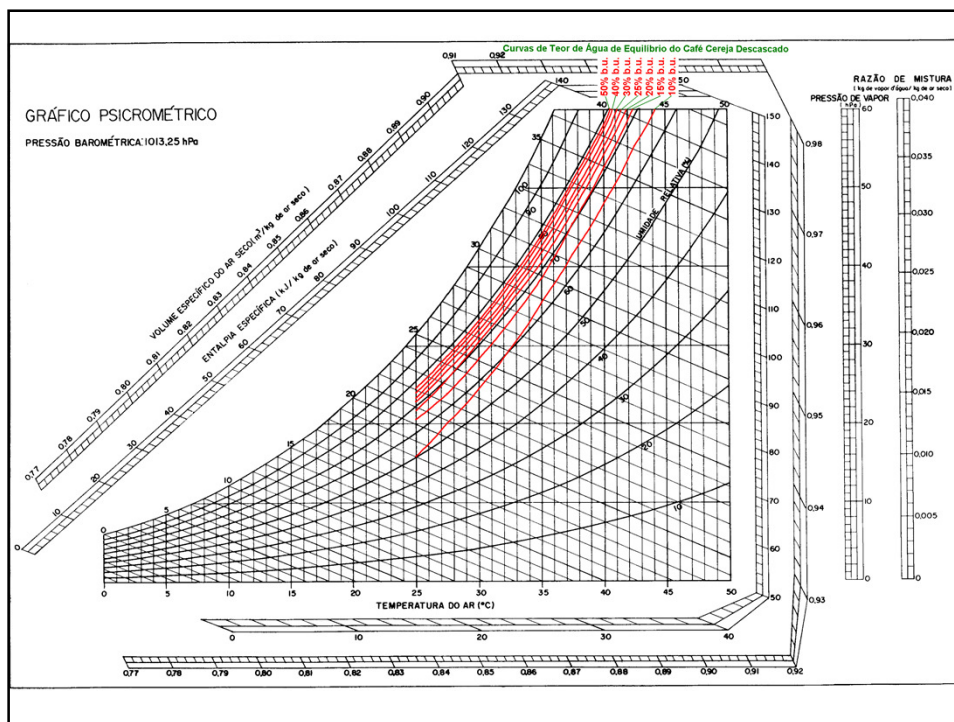
A secagem é a mais importante etapa da pós-colheita do produto agrícola, visto o tempo em que ela é processada. Qualquer falha ou desleixo nessa etapa pode comprometer substancialmente o retorno financeiro de uma safra. O conhecimento das técnicas de processamento e secagem poderá contribuir para a obtenção de um produto de qualidade superior e principalmente um bom valor de mercado.

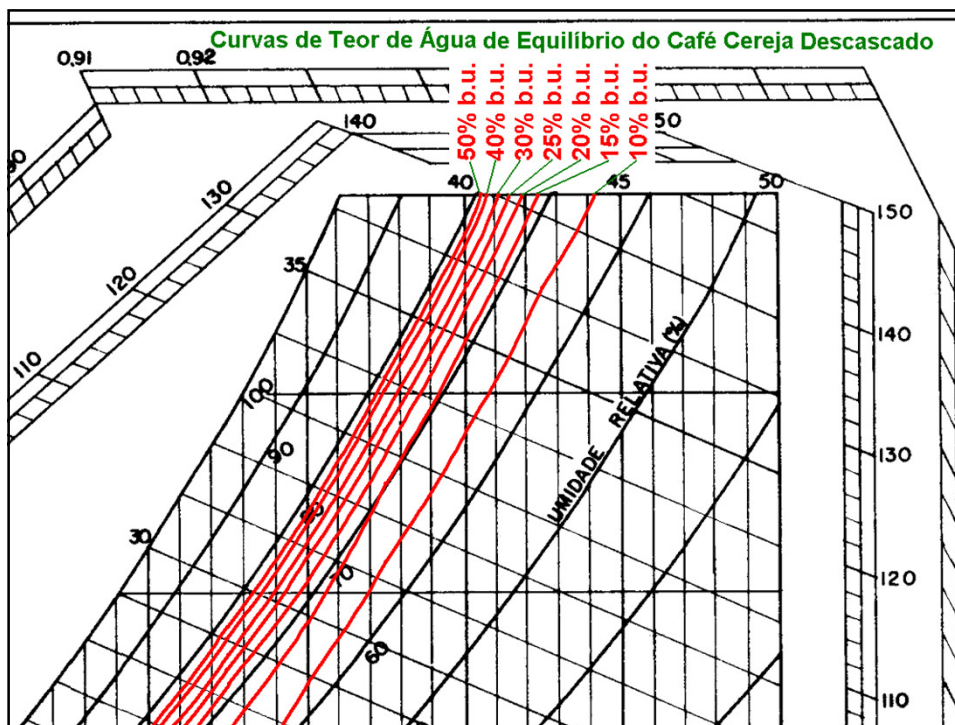






- **Porque desenvolver um novo produto?**
- **Visão de mercado**
- **Knowhow / knowledge**
- **Proposta e Projeto**
- **Construção**
- **Teste**
- **Pós-projeto**
- **Entrega**

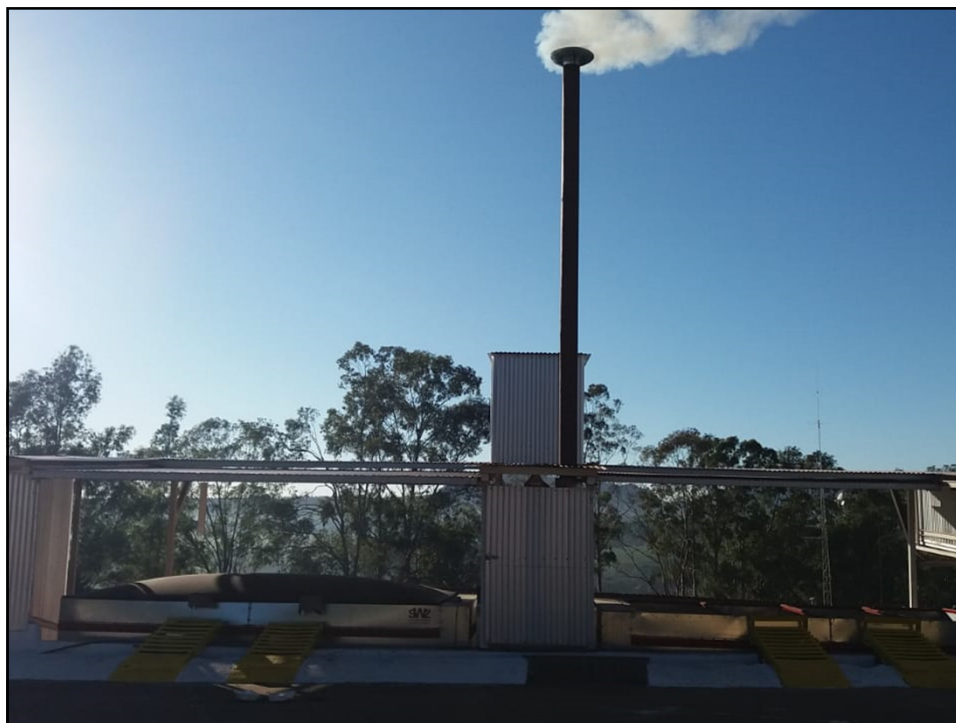


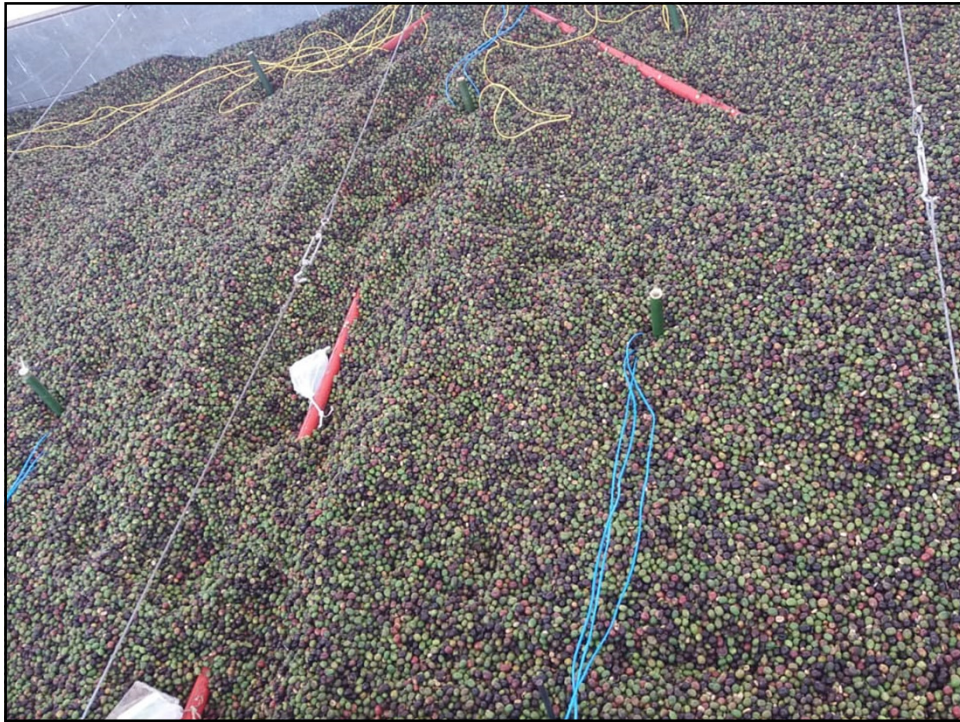


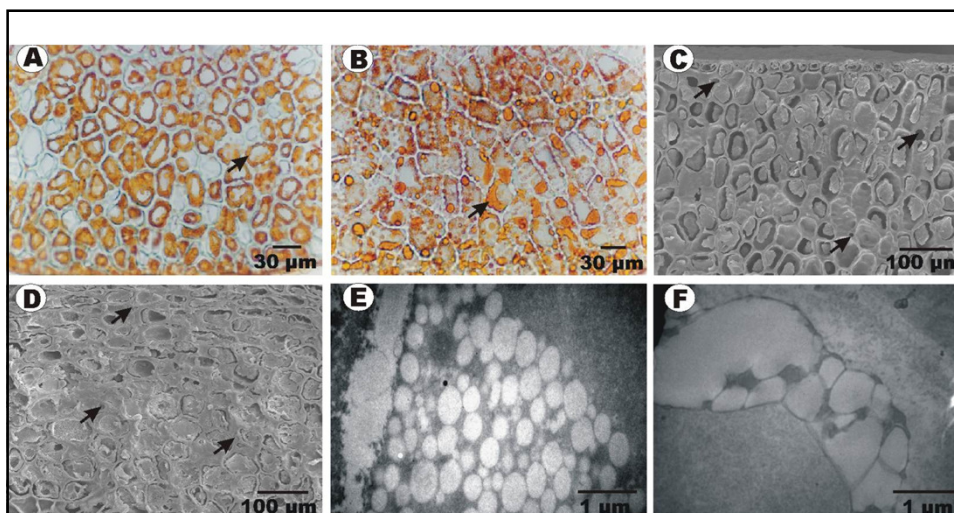












Borem, Reinato e Andrade, 2008

Figura. efeitos da temperatura de secagem na integridade do endosperma do café.



CONTATOS:

**Prof. Ednilton Tavares de Andrade, D. Sc., UFLA**

Área: Engenharia de Processos

Departamento de Engenharia Agrícola

UFLA - LAVRAS - MG

Tel. (0xx35) 3829-4598

ou

(0xx35) 3829-1481

[ednilton@ufla.br](mailto:ednilton@ufla.br)

[edniltontavares@gmail.com](mailto:edniltontavares@gmail.com)

