EFICIÊNCIA EM SECAGEM DE PRODUTOS EXTRUSADOS E REDUÇÃO DO CUSTO DE ENERGIA

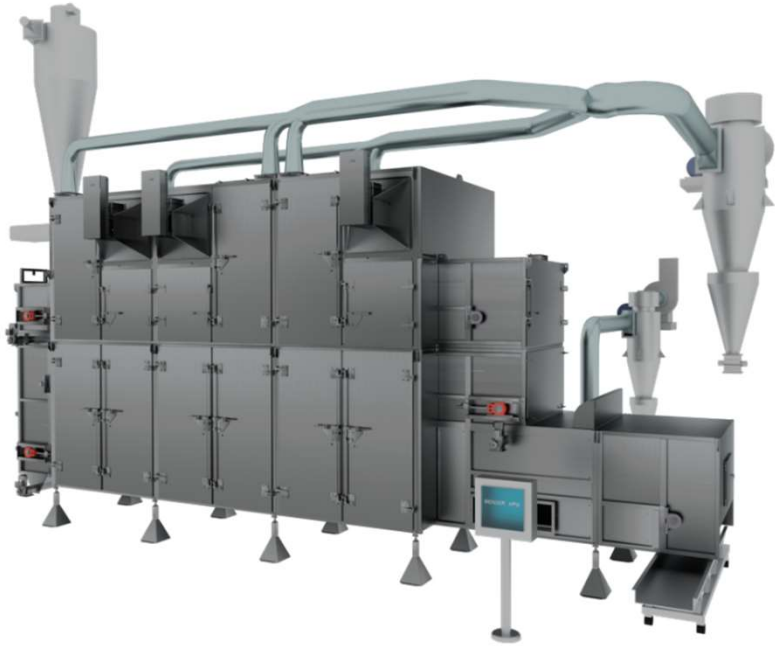
9º CONGRESSO CBNA PET.
CAMPINAS/SP – 21 A 23 DE OUTUBRO, 2020.

ANDERSON OLIVEIRA, ENG.
ANDERSONCOLIV@HOTMAIL.COM

PRODUCT APPLICATION MANAGER – PROCESS ENGINEER

EFICIÊNCIA EM SECAGEM DE PRODUTOS EXTRUSADOS E REDUÇÃO DO CUSTO DE ENERGIA

Source: Wenger Manufacturing, Inc.

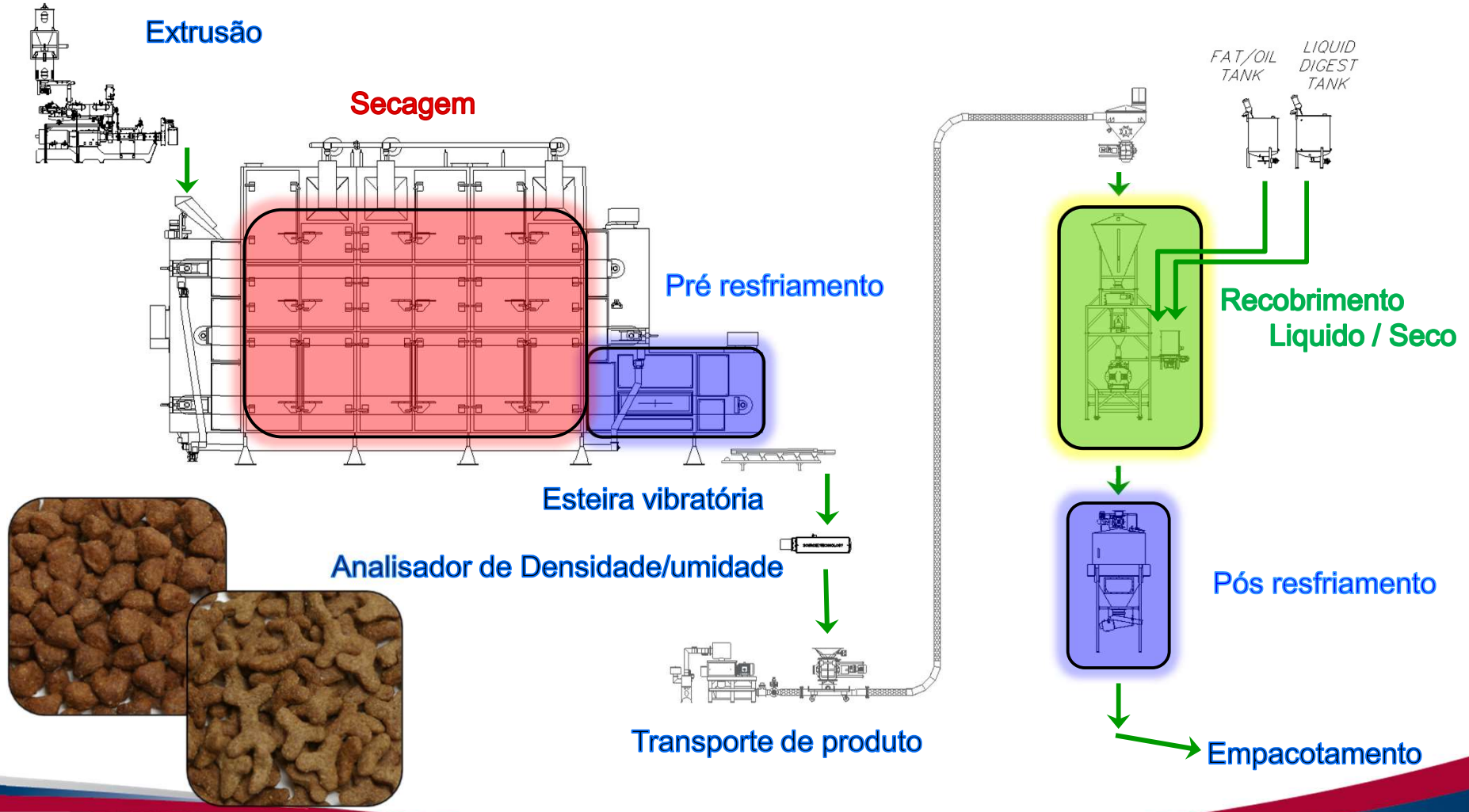




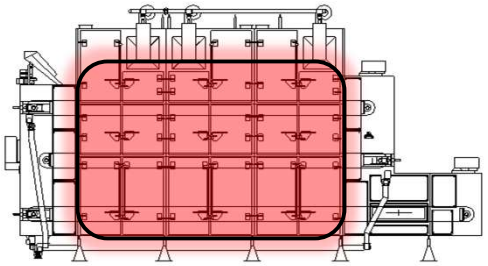
SUMÁRIO

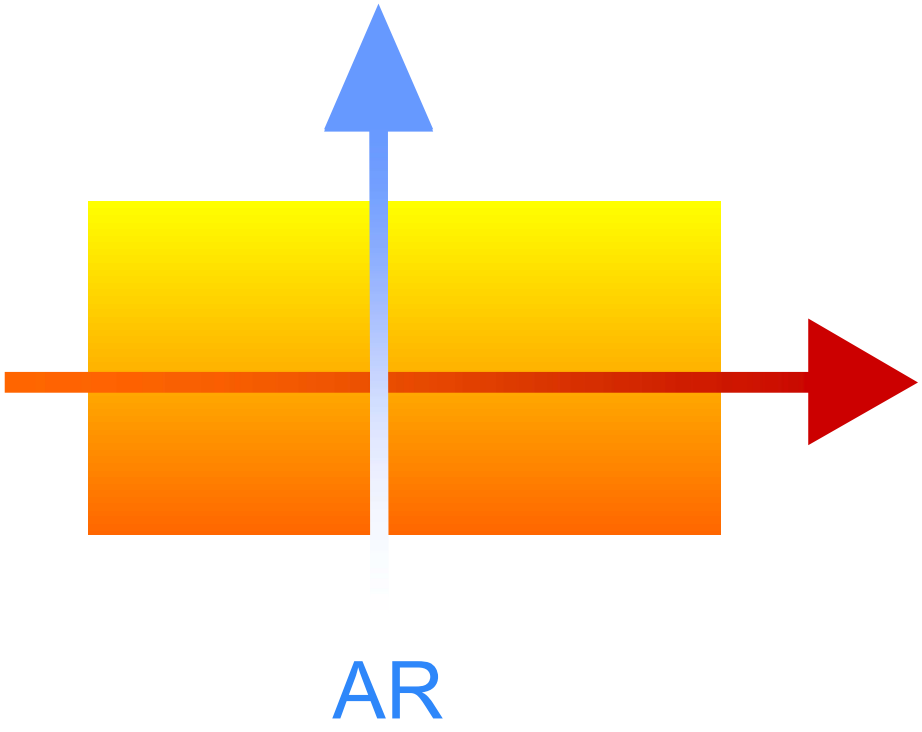
- DIAGRAMA DE PROCESSO;
- SECAGEM:
  - TEORIA;
  - VARIÁVEIS DE PROCESSO E SUAS CARACTERÍSTICAS;
  - ESTUDO DE CASO;
  - CONSIDERAÇÕES QUALITATIVAS.

DIAGRAMA DE PROCESSO – *Pet food*

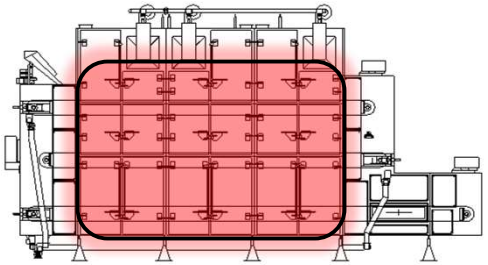


SECAGEM

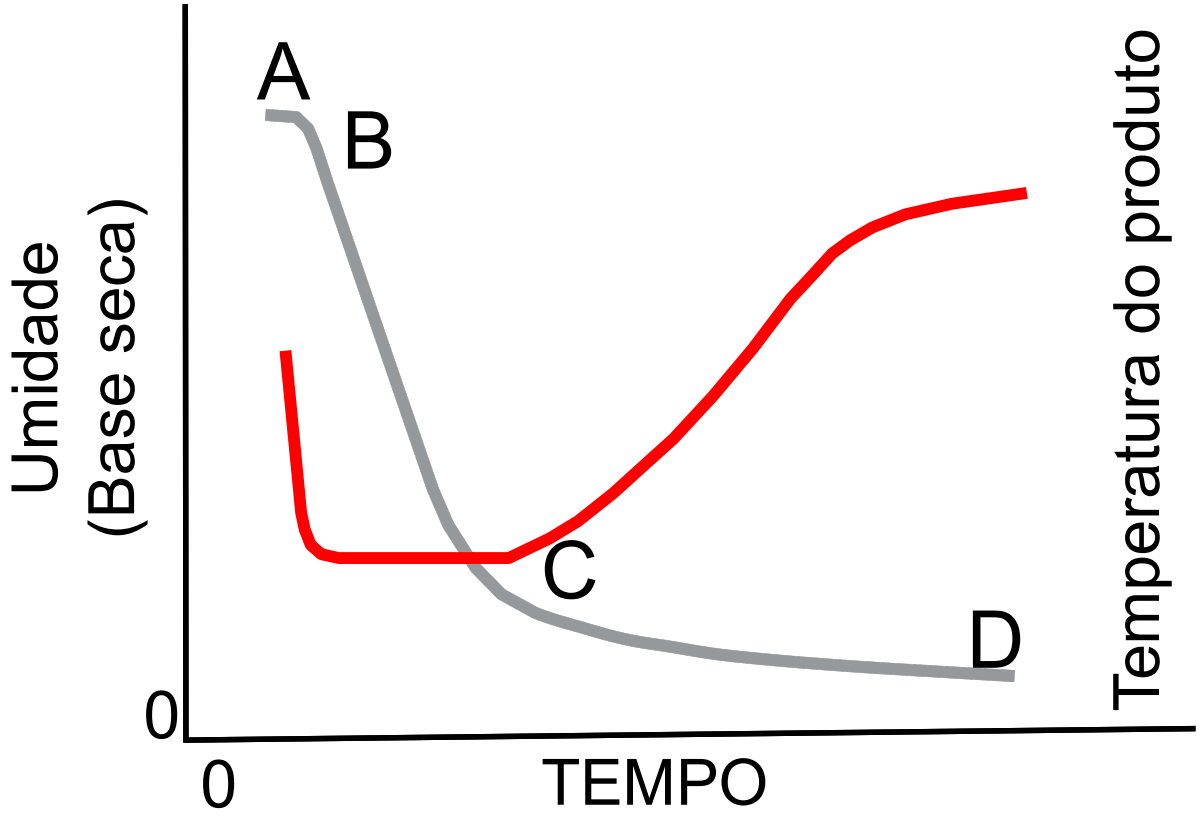




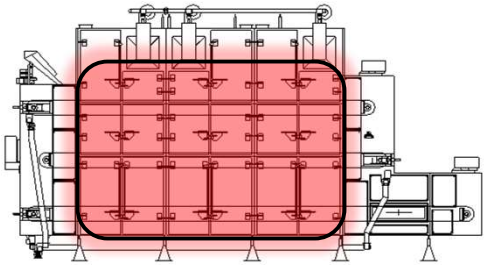
SECAGEM



Percentual de Umidade x Tempo

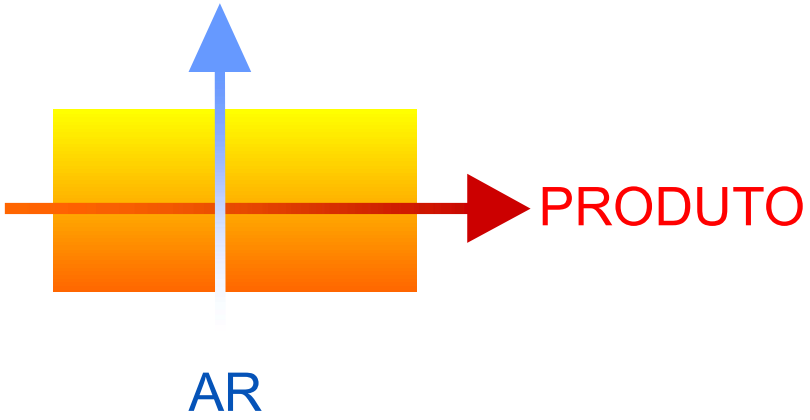


SECAGEM



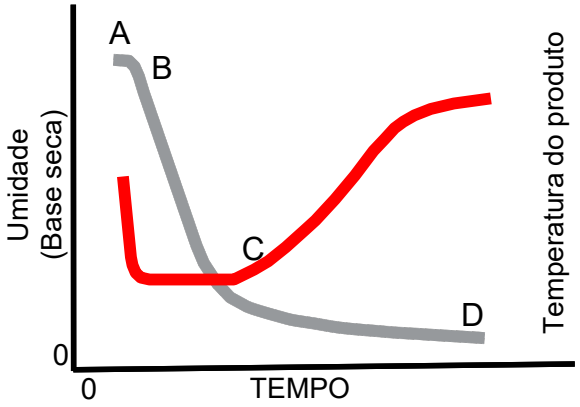
Efeitos no **Produto**

- Redução da umidade;
- temperatura do produto:
  1° Reduz;
  2° permanece constante;
  3° aumenta.

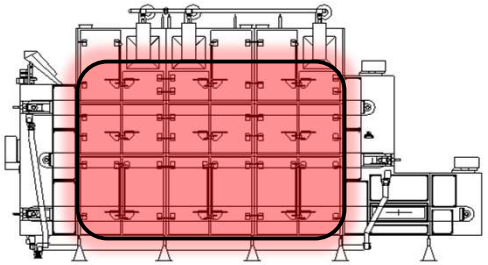


Efeitos no **Ar**

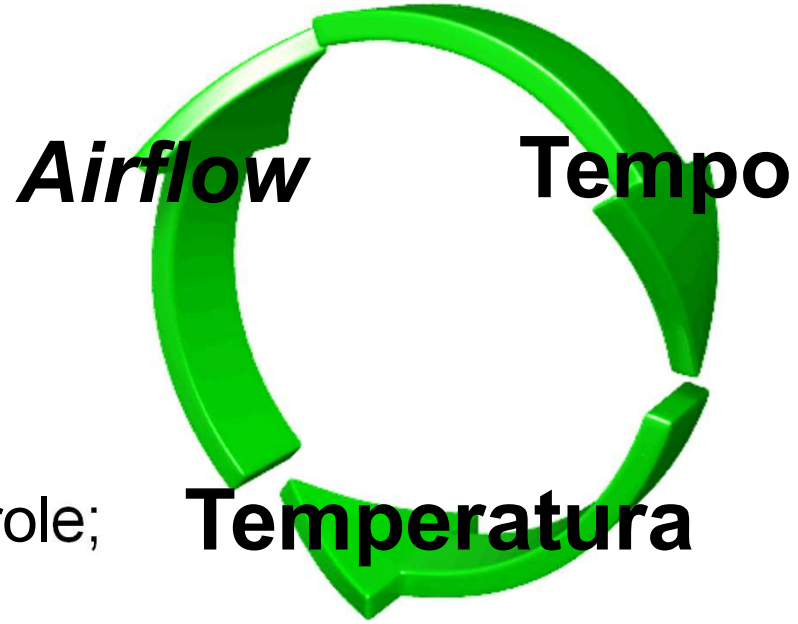
- Umidade do ar aumenta;
- temperatura do ar reduz.



SECAGEM

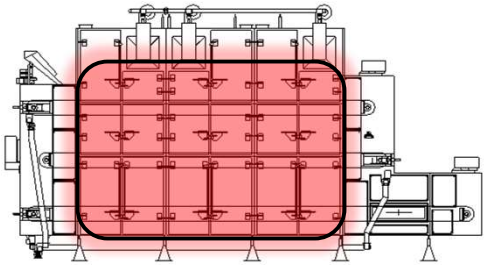


- Altura da camada;
- recirculação de ar;
- fontes de calor;
- balanceamento:
  - Exaustão de gases (Ar);
  - admissão de gases (Ar).
- adição de tecnologias de controle;
- nivelamento da camada.



SECAGEM

Tempo





Tempo de retenção controla a Altura da Camada:

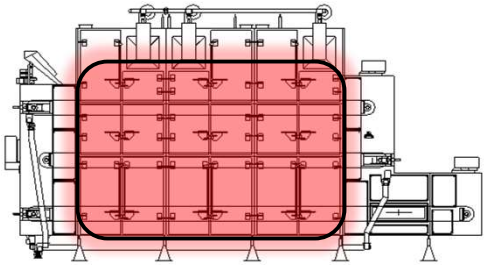
- Tempo curtos – reduz a altura da camada (rasa);
- Tempo longos – aumenta a altura da camada (profunda).

Ajuste do tempo de retenção:

A temperatura e o fluxo de ar precisam ser ajustados em conjunto para atingir os resultados desejados.

SECAGEM

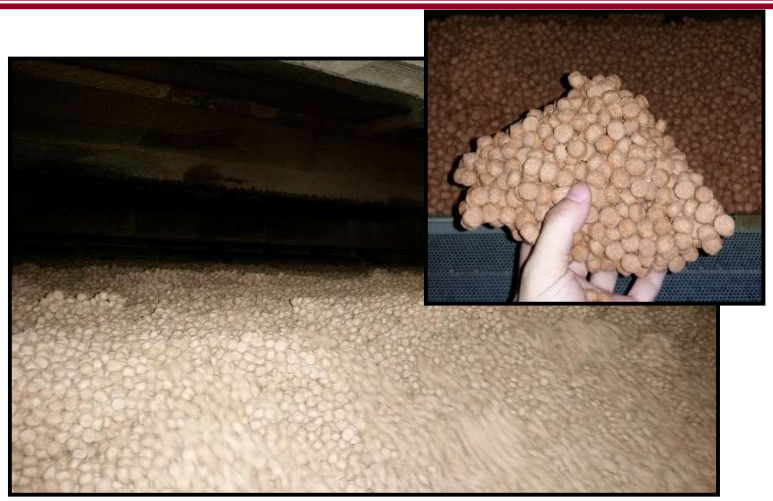
Tempo





Quando otimizado:

- Melhora eficiência:
  - Baixo consumo;
  - taxa de transferência;
- Processo uniforme;
- *shelf life* estendido.

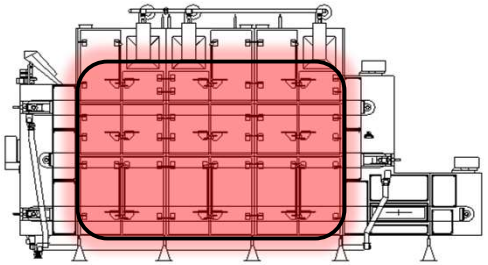


Quando não otimizado:

- Reduz a eficiência:
  - Alto consumo;
  - curto-circuito de ar.
- Processo desuniforme;
- borrachudo;
- *shelf life* reduzido.

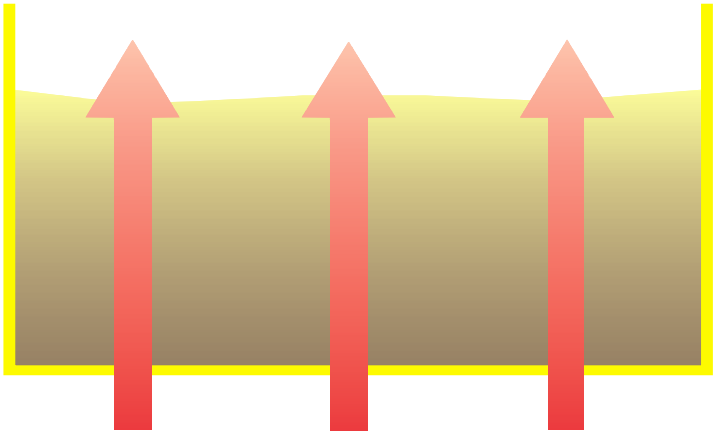
SECAGEM

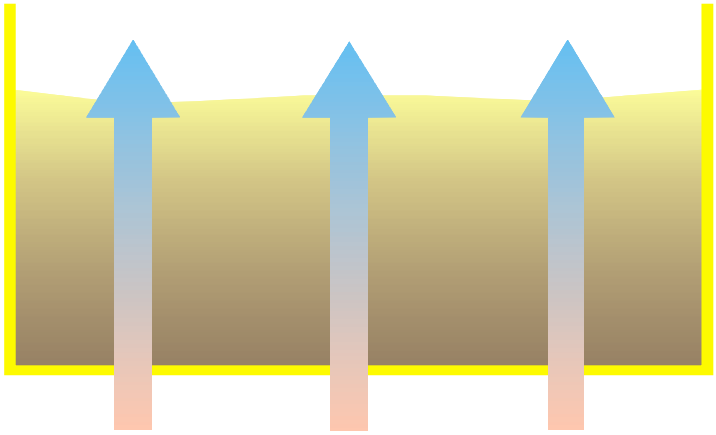
Temperatura



Considerado o **"AJUSTE FINO"** da umidade do produto

Definida conforme a característica do produto



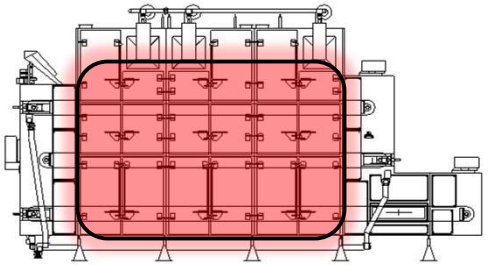


Temperaturas altas:
- Produto queimado;
- quebradiço;
- superfície endurecida.

Temperaturas baixas:
- Produto não seca;
- borrachudo;
- validade curta.

SECAGEM

Temperatura



Capacidade de rentenção de **água**

(99% ASR)

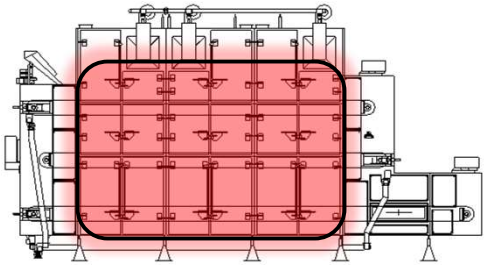
Temperatura	Umidade do ar (g H_20 / kg dry air)
20° C / 68° F	14.6
25° C / 77° F	20.0
40° C / 104° F	50.9
50° C / 122° F	94.9
60° C / 140° F	177.0
80° C / 176° F	616.1
90° C / 194° F	1401.6

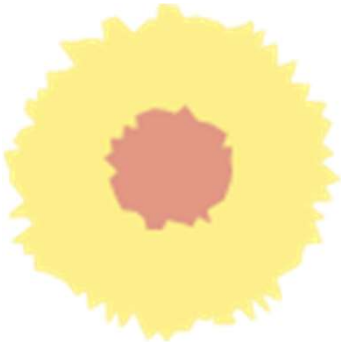
Ar 90° C tem **96X** maior capacidade de retenção que o ar 20° C

ASR – *Adiabatic Saturation Ratio*

SECAGEM

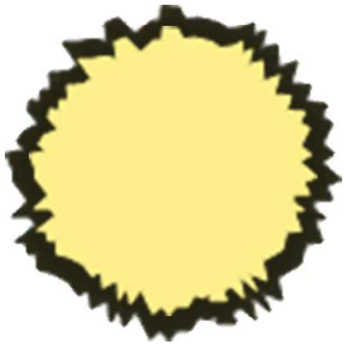
Temperatura





Produto com o interior úmido

Produto uniforme



Superfície queimada

Temperaturas otimizadas:

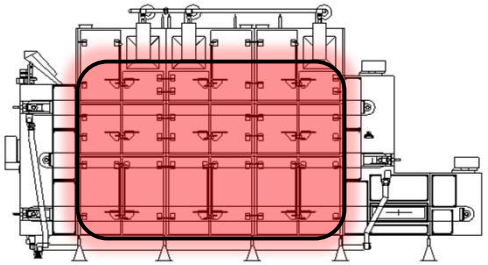
- Melhora eficiência:
  - Baixo consumo.
- Processo uniforme;
- *shelf life* estendido.

Temperaturas não otimizadas:

- Reduz a eficiência:
  - Alto consumo;
  - curto-circuito de ar.
- Processo desuniforme;,
- tostado x borrachudo;
- *shelf life* reduzido.

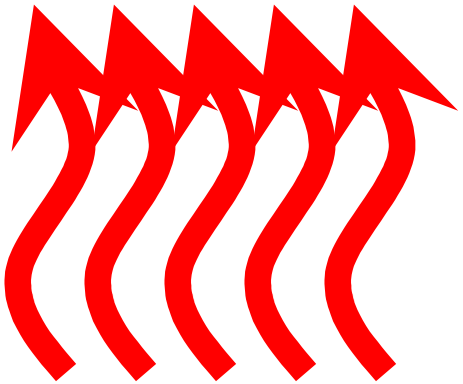
SECAGEM

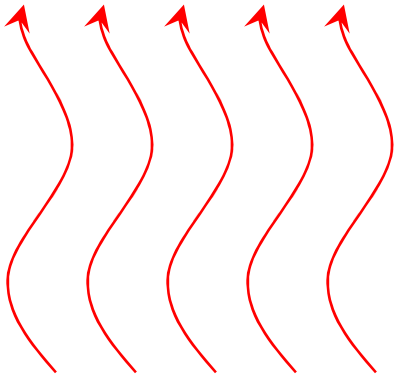
Fluxo de ar



"Última variável que devemos alterar"

Variável mais importante – Ar de processo



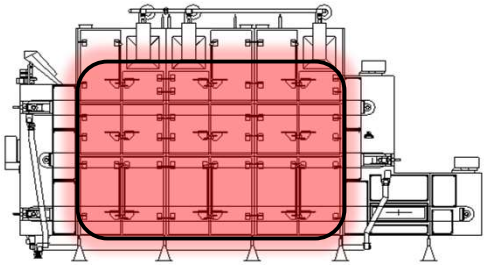


Velocidades elevadas:
- "Pipocamento" do produto;
- curto-circuito de ar;
- produto desuniforme.

Velocidades baixas:
- Empelotamento;
- produto desuniforme;
- úmido.

SECAGEM

Fluxo de ar







Velocidades otimizadas:

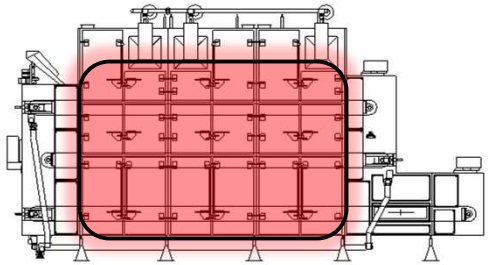
- Melhora eficiência;
- processo uniforme;
- *shelf life* estendido.

Velocidades não otimizadas:

- Reduz a eficiência;
    - desperdício de energia;
- processo desuniforme;
- crescimento microbiano;
- *shelf life* reduzido.

SECAGEM

Espalhador



Variável mais subestimada!

O nivelamento afeta diretamente o ***Airflow***!

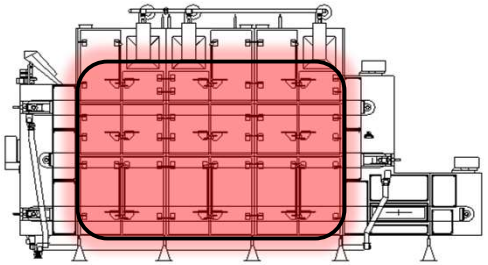


Resultados do nivelamento desuniforme:

- Variação na umidade do produto final;
- acúmulo de finos (produtos de baixa densidade).

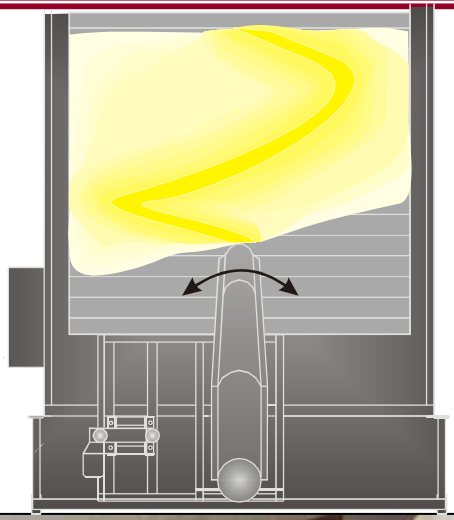
SECAGEM

Espalhador





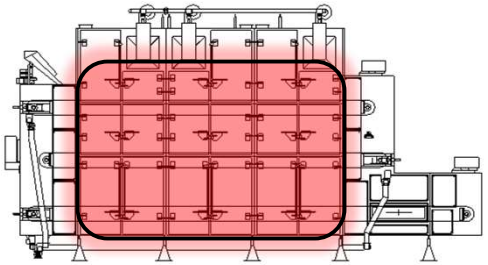






SECAGEM

Espalhador



Uniforme		
8.18%	8.85%	8.10%
8.37%	8.00%	8.84%

Avg. 8.39%



Acúmulo no centro		
5.84%	9.74%	4.84%
4.79%	10.05%	4.07%

Avg. 6.55%



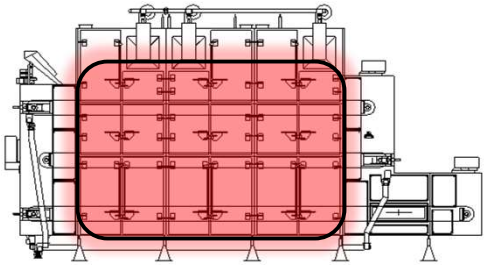
Acúmulo nas laterais		
10.15%	5.46%	8.75%
9.10%	4.59%	9.72%

Avg. 7.96%



SECAGEM

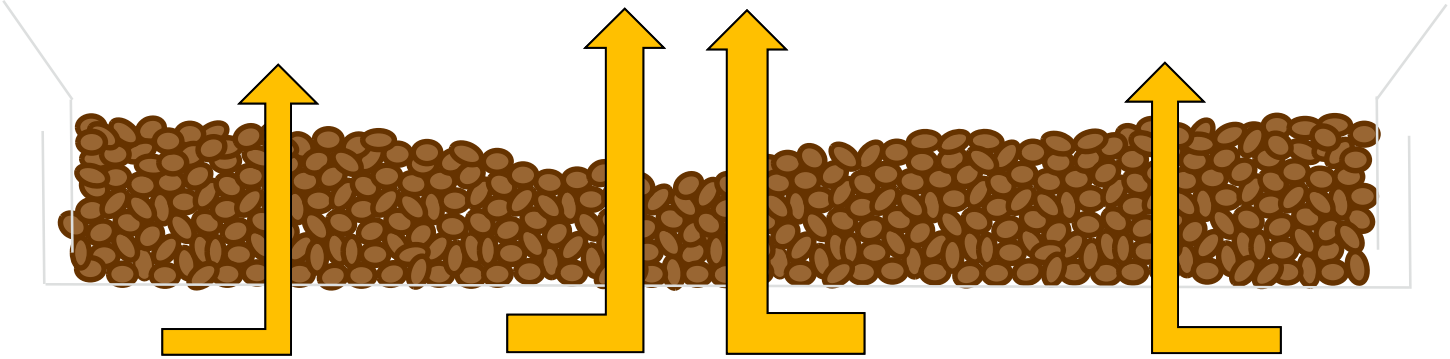
Espalhador



Acúmulo nas laterais		
10.15%	5.46%	8.75%
9.10%	4.59%	9.72%

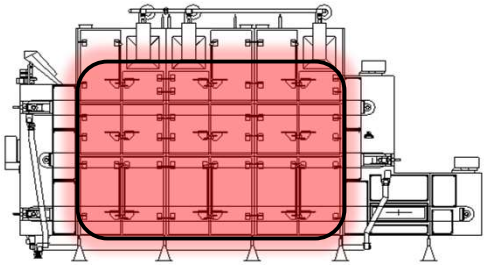
Avg. 7.96%





SECAGEM

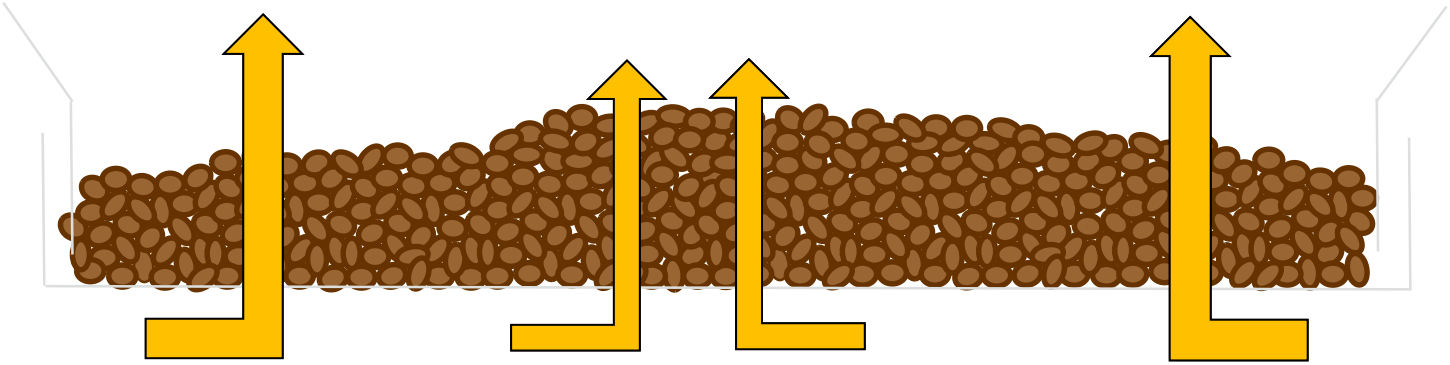
Espalhador



Acúmulo no centro		
5.84%	9.74%	4.84%
4.79%	10.05%	4.07%

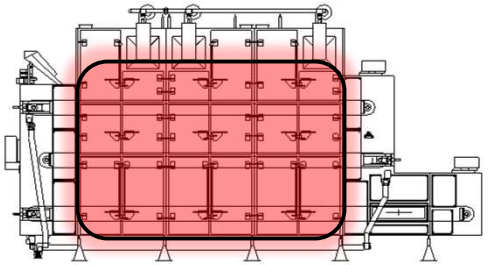
Avg. 6.55%





SECAGEM

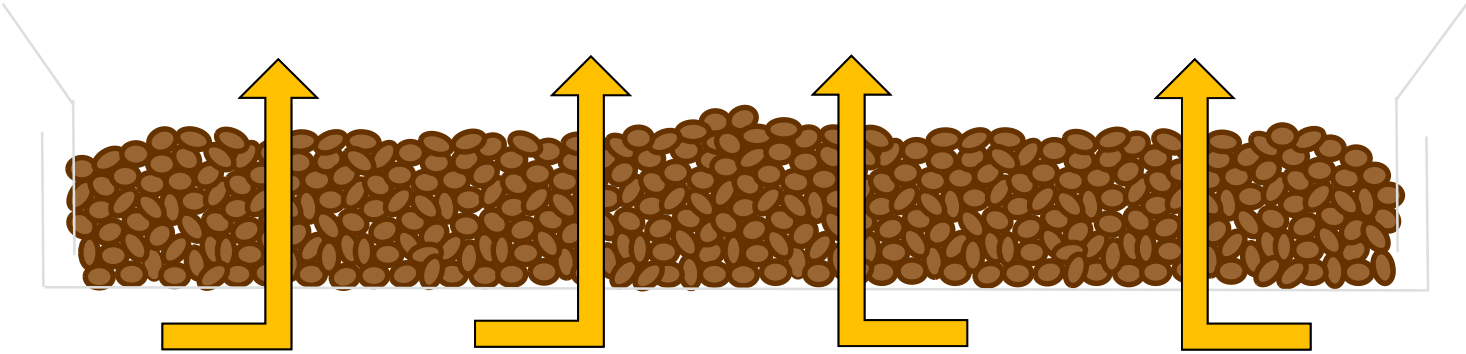
Espalhador



Uniforme		
8.18%	8.85%	8.10%
8.37%	8.00%	8.84%

Avg. 8.39%

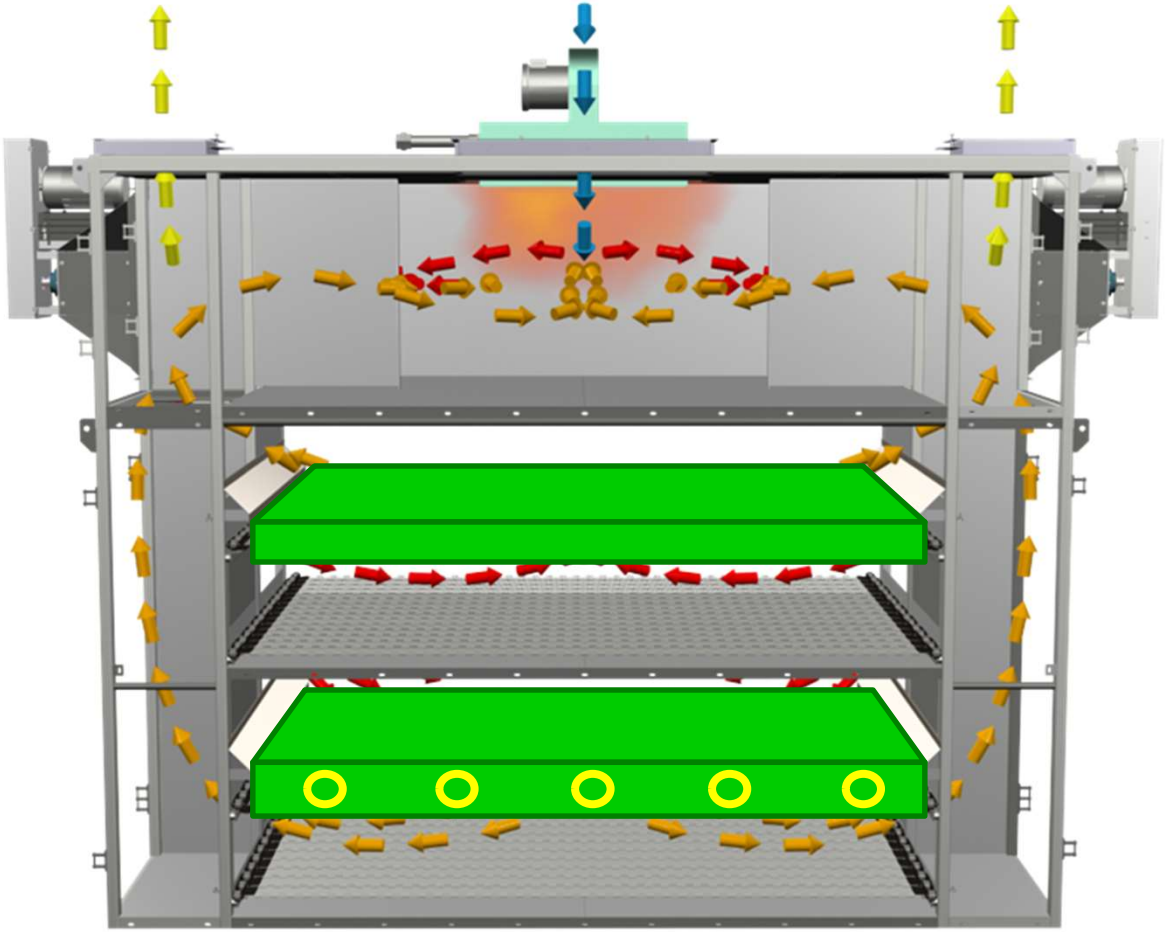




SECAGEM

Estudo de Caso





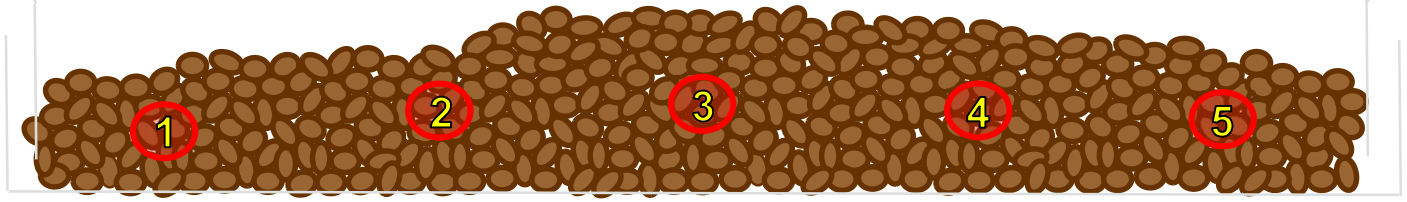
SECAGEM

Estudo de Caso



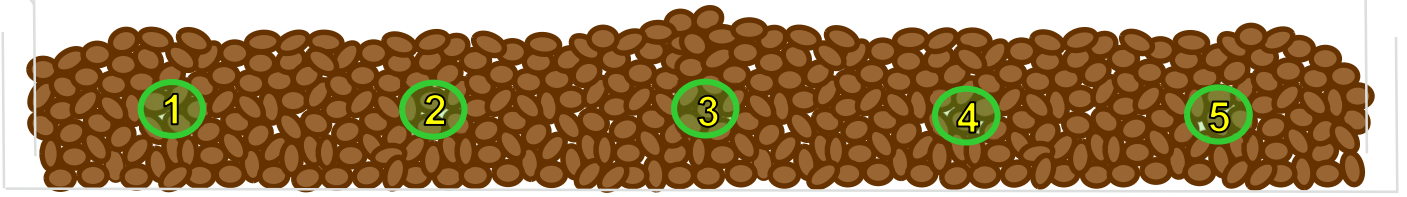
Média – 7.40%

1 4.20% 2 6.60% 3 10.70% 4 8.30% 5 7.10%



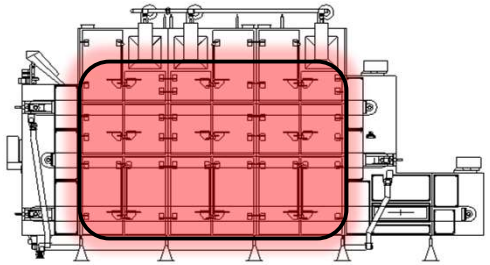
Média – 9.40%

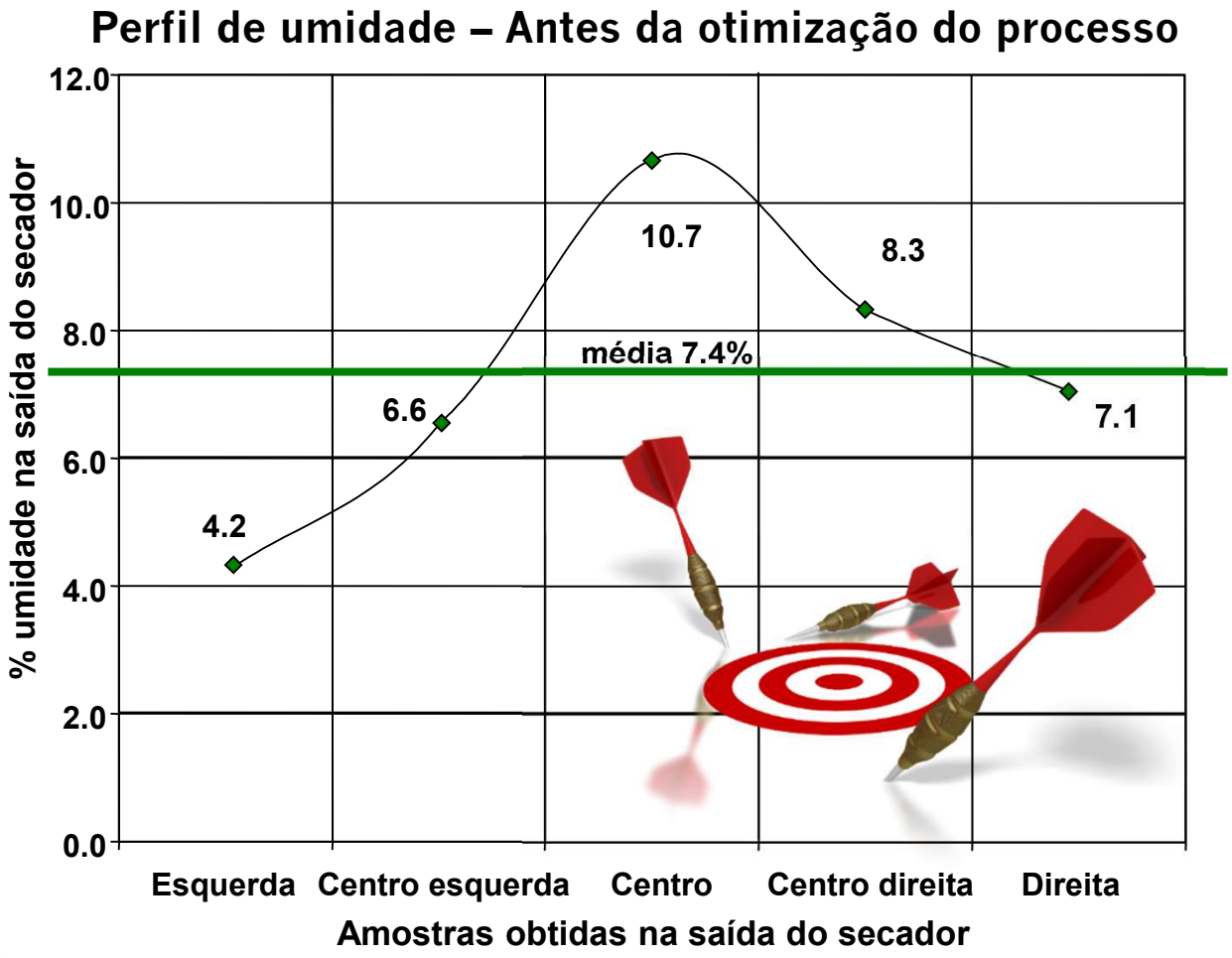
1 9.00% 2 9.50% 3 9.90% 4 9.50% 5 9.10%



SECAGEM

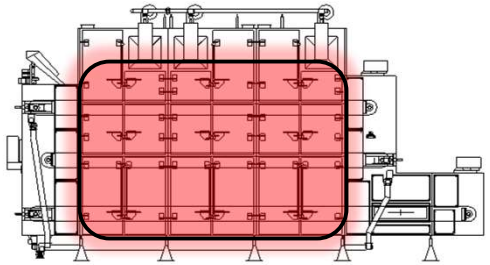
Estudo de Caso



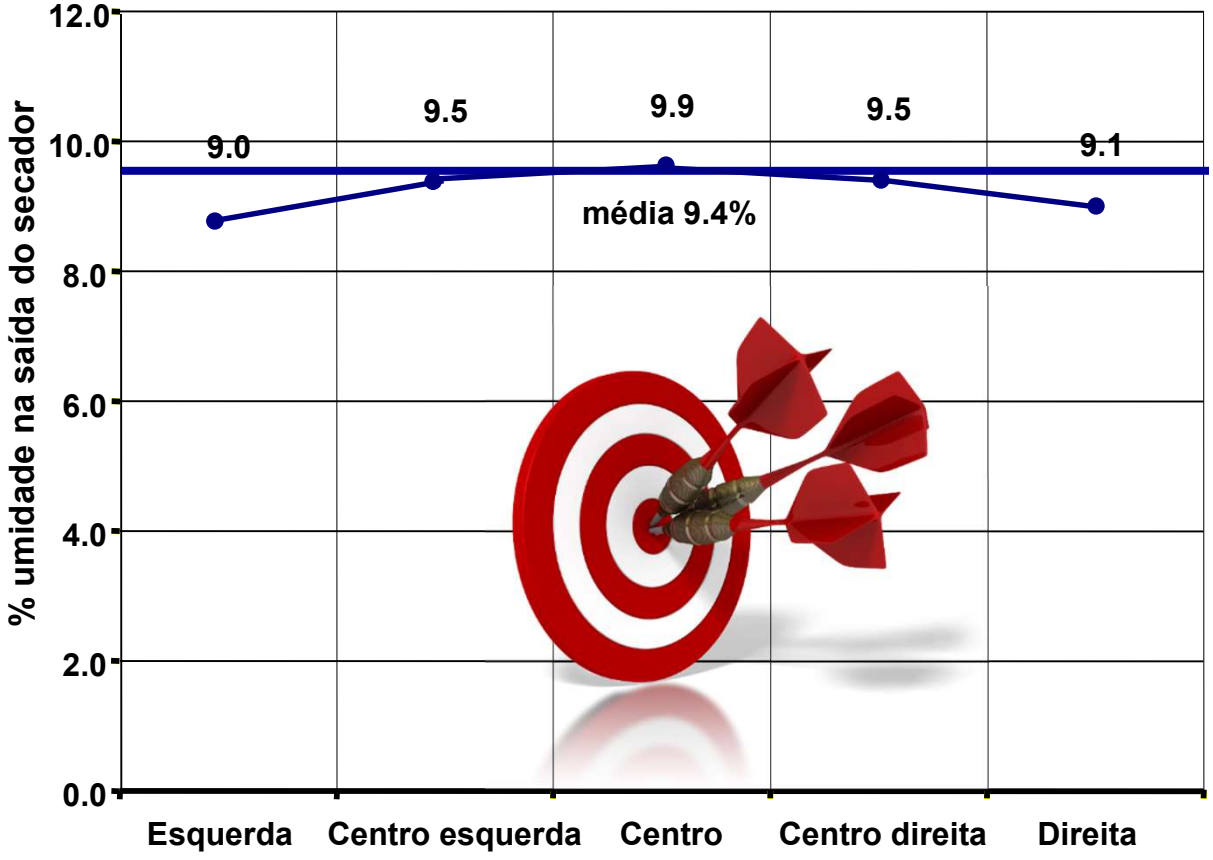


SECAGEM

Estudo de Caso

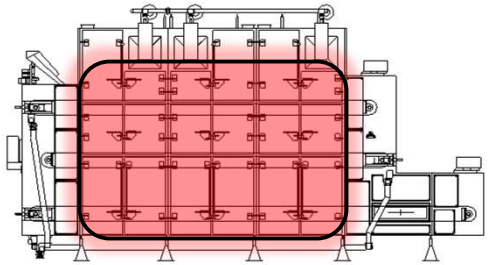


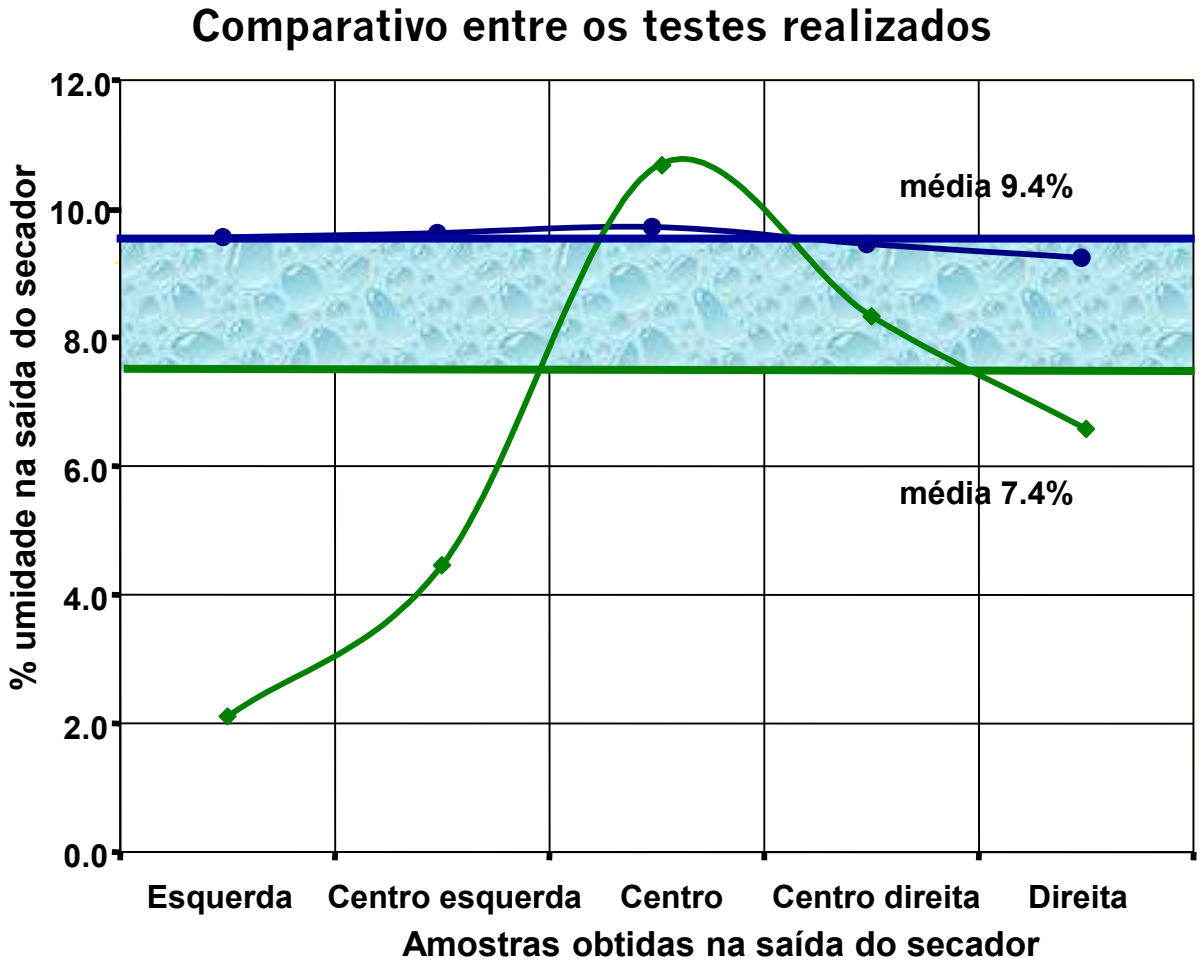
Perfil de umidade – Após a otimização do processo



SECAGEM

Estudo de Caso





SECAGEM

Estudo de Caso - ROI



Percentuais de umidade no processo

Informações do produto	**Produção horária à 10.0% de umidade**	**10000**	**kg / h**
	Umidade da matéria prima	**10.0**	**% mc**
	Matéria seca na mistura	**9000**	**kg / h**
	Água na mistura	**100**	**kg / h**
Umidade antes da intervenção	**Umidade na saída do secador**	**7.4**	**% mc**
	Produção final	**9719**	**kg / h**
Umidade após a intervenção	**Umidade média na saída do secador**	**9.4**	**% mc**
	Produção final	**9934**	**kg / h**
Incremento em venda (redução de perdas)	**Água retida no produto**	**215**	**kg / h**
	Valor do produto final	**1.50**	**R$ / kg**
	Ganho no Produto final	**322.50**	**R$ / h**

SECAGEM

Estudo de Caso- ROI



Redução de Perdas Energéticas

Água retida no produto		215	kg / h
Energia para remover 1 kg H_2O	x	700	kcal / kg
Redução no consumo de energia		150500	kcal / h
Custo da energia	x	$7,82^{-5}$	R$ / kcal**
Ganho de energia		**11,78**	**R$ / h**

** assumindo R$0.90 como custo do gás natural por m^3

SECAGEM

SECAGEM - ROI



Redução de perdas total

Ganho no produto final	322,50	R$ / h
Ganho de energia	11,78	R$ / h
Ganho total por hora	334,28	R$ / h
Média de operação (h/dia)	18	h / dia
Média de operação (dias/ano)	250	dias / ano

R$ 1.504.260,^{50} / ano

SECAGEM

Parâmetros de Controle



Umidade (%MC) vs. Atividade de água (a_w)

Percentual de umidade – (0% MC - 100% MC)

quantidade de água existente no produto, base úmida/seca.

(determina o valor nutricional, sabor e crocância)

Atividade de água – (0.0 a_w – 1.0 a_w)

potencial energético da água presente no produto final.

(controle microbiano / mofo e bolor)

SECAGEM

Parâmetros de Controle



Atividade de água (a_w)

Limite de crescimento – Todo microrganismos possuí um nível de atividade de água onde ele não poderá crescer.

a_w limite	Microrganismo
0.91	Bactérias Gram-Negativas;
0.86	bactérias Gram-Positivas;
0.88	leveduras (limite prático);
0.80	produção de microtoxinas;
0.70	mofo (limite prático);
0.62	levedura osmofílicas;
0.61	bolores xerofílicos;
0.60	limite de crescimento.



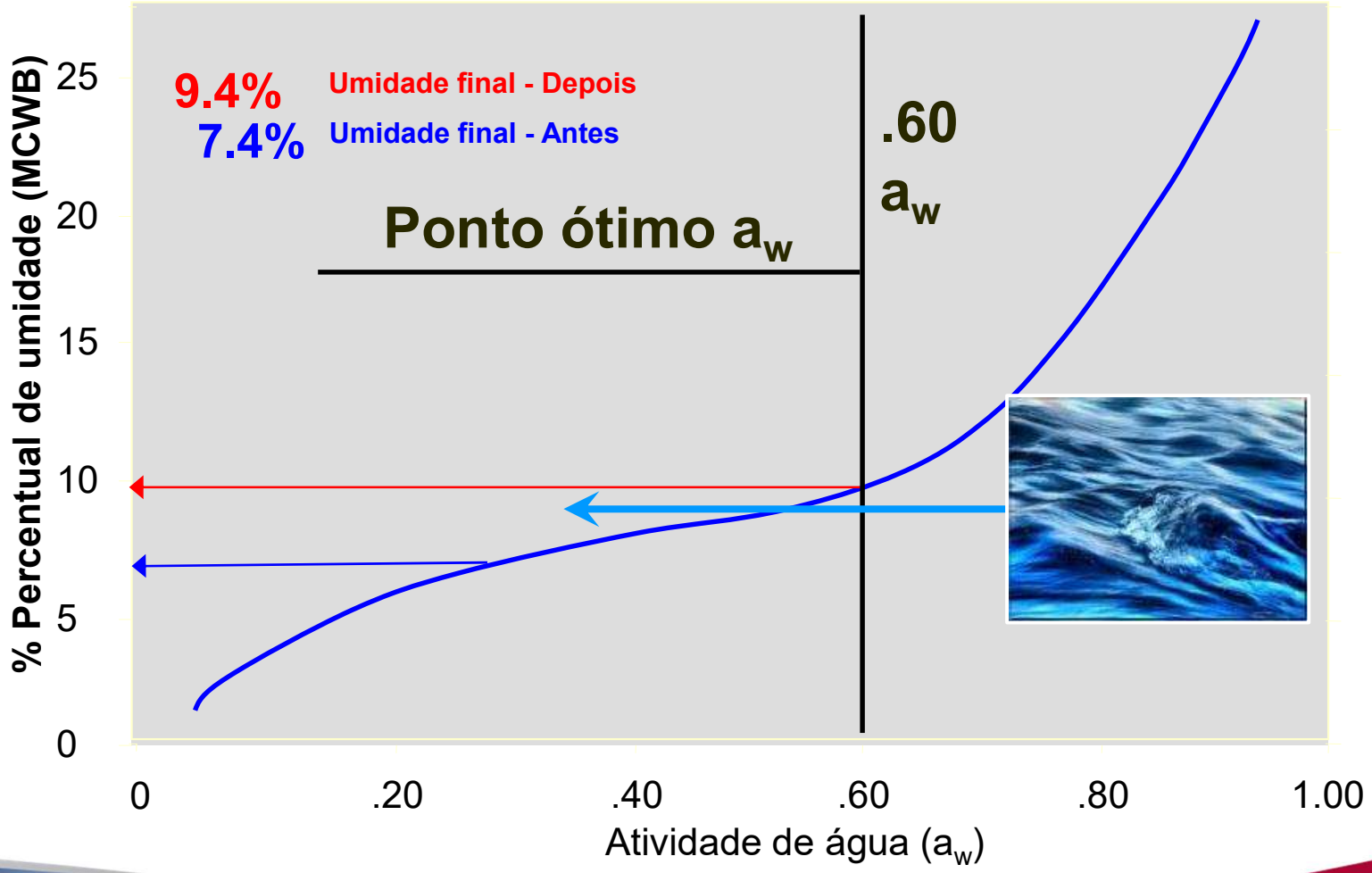


DECAGON DEVICES

SECAGEM

Parâmetros de Controle





Perguntas?



Obrigado