

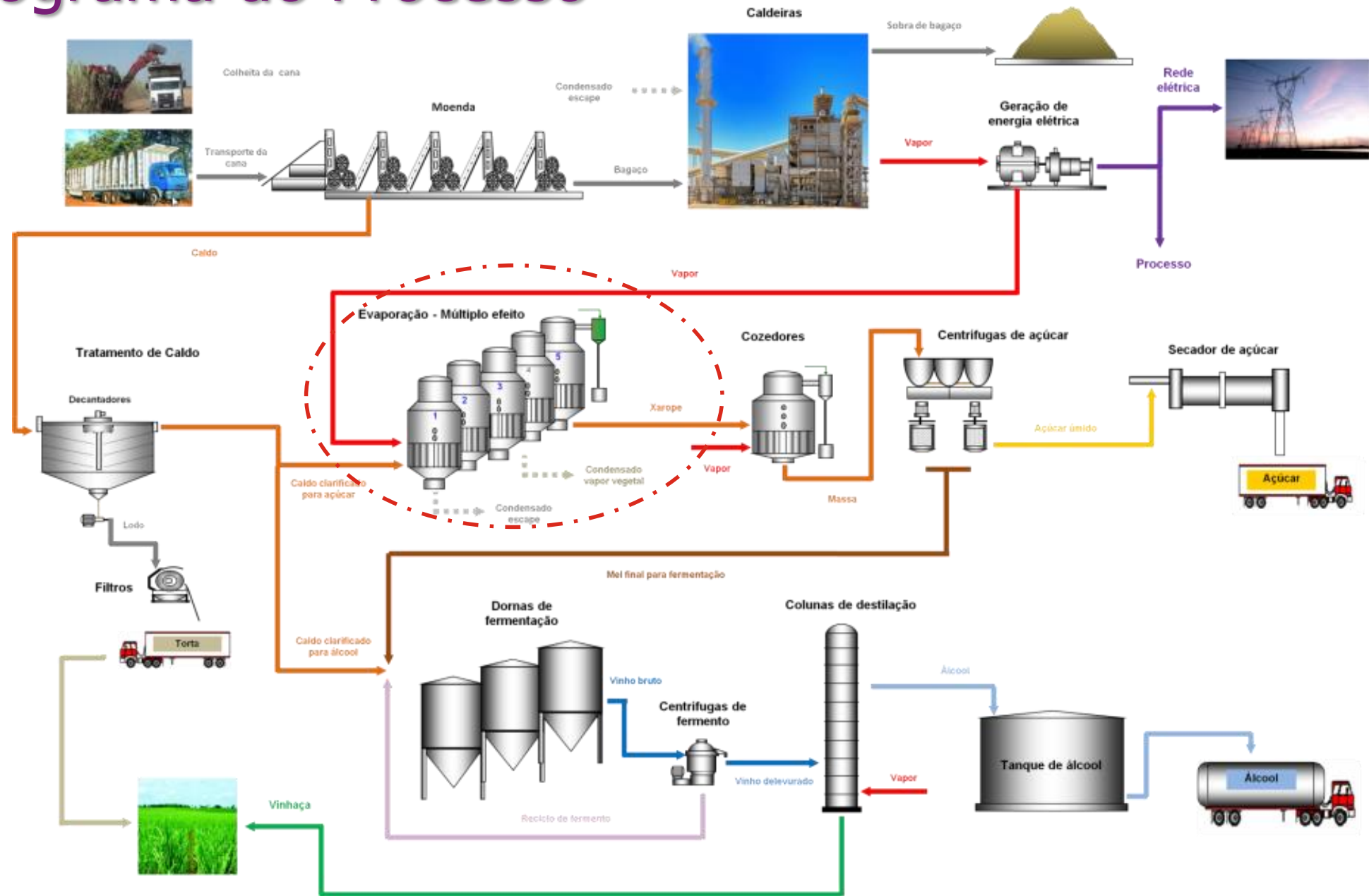
**23° SBA  
EVAPORAÇÃO**

**raízen**

*REDEFININDO O  
FUTURO DA  
energia*

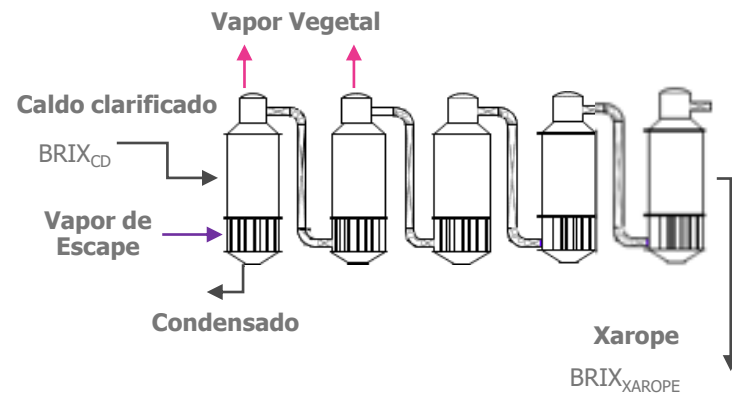
**23/10/2024  
Sergio Norcia**

# Fluxograma do Processo



# Evaporação

- ✓ **Concentração** do Caldo;
- ✓ Geração de **vapor vegetal** para demais processos (destilaria, cozimento, aquecimento do caldo) e efeitos seguintes.
- ✓ Retorno de **condensado** para caldeira.
- ✓ Obter um **xarope** com brix alto sem o aparecimento de cristais de sacarose;

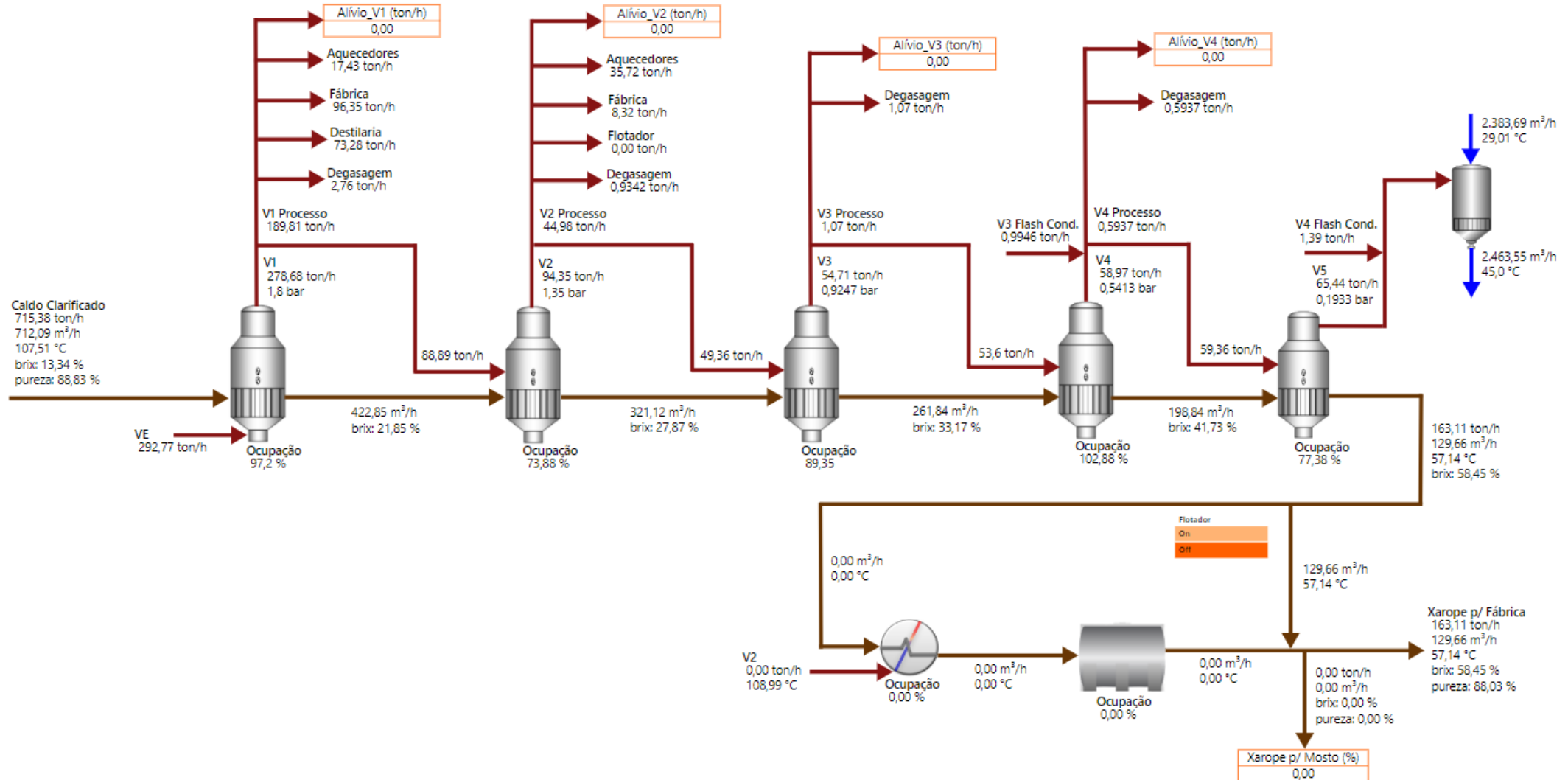


I. Caldo Clarificado = **Xarope** + **Água Evaporada**

II. Caldo Clarificado \* Brix<sub>CD</sub> = **Xarope** \* Brix<sub>XAROPE</sub>

# Evaporação | Princípios

ÁREA 3 - EVAPORAÇÃO



# Evaporação | Princípios

- Elevação do ponto de ebulição
  - Concentração
  - Pressão hidrostática
- 1kg VE evapora 1 kg V1
- Rillieux
- Sangrias
- Coeficiente de troca térmica / taxa de evaporação
- Incondensáveis

# Evaporação | Equipamentos

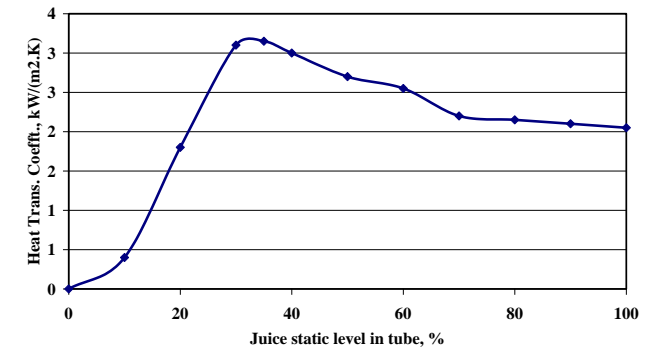
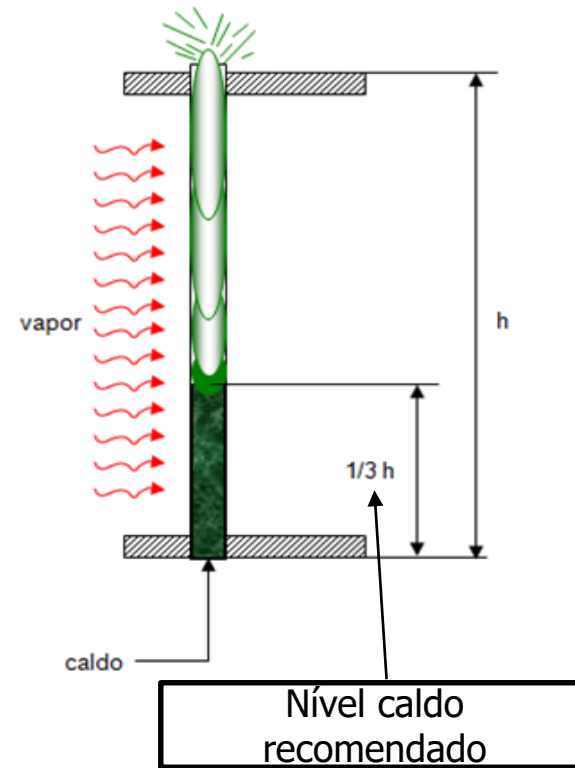
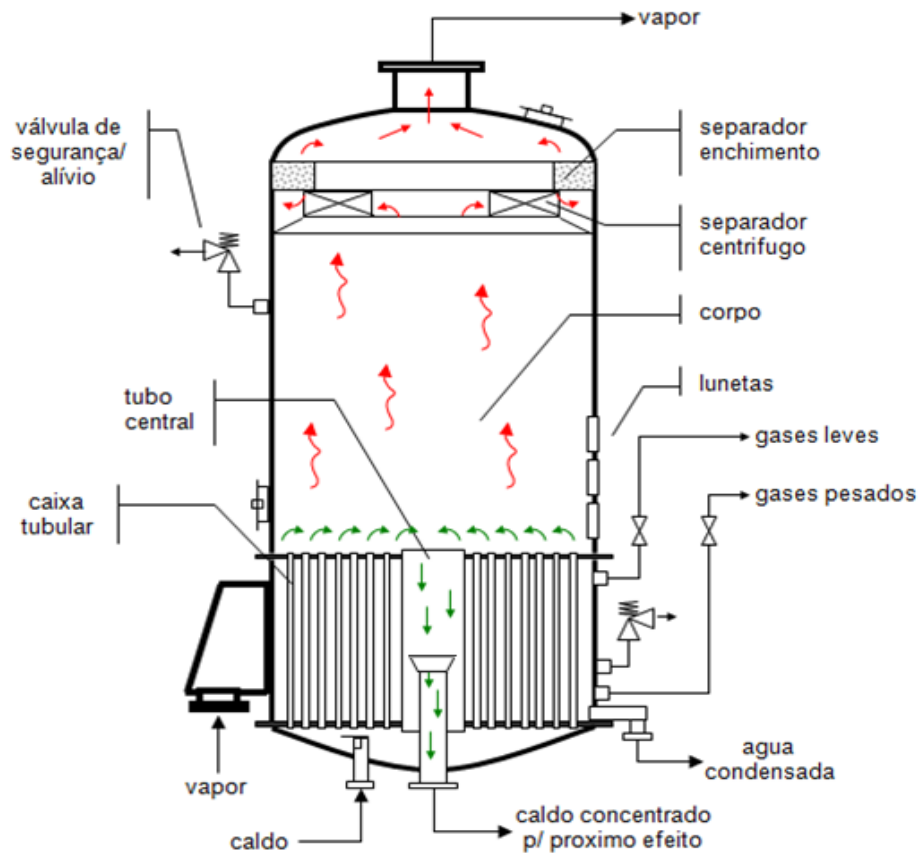
**Robert**

**Falling Film**

**Reboiler**

# Evaporação | Equipamentos

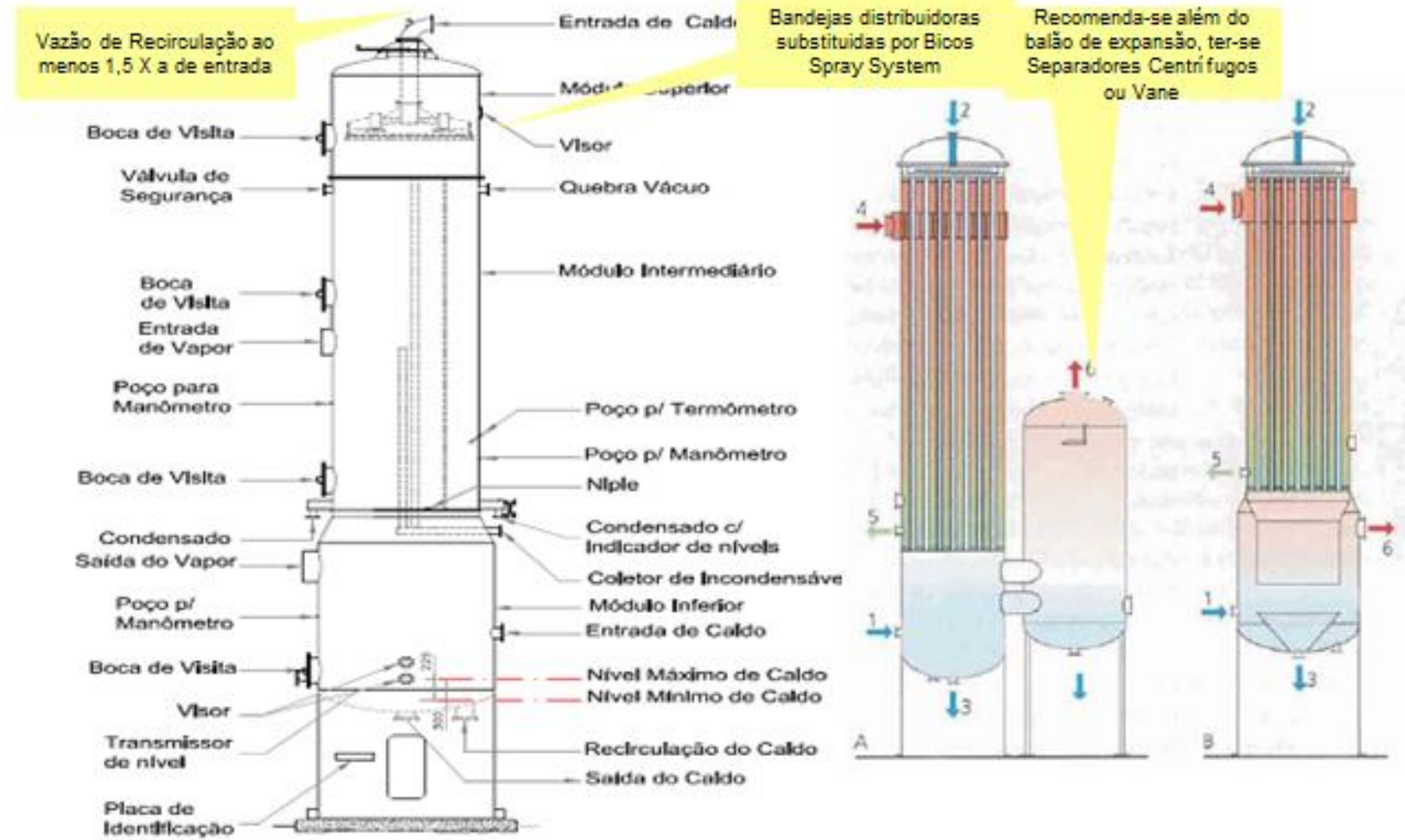
## MODELO ROBERT



P.Wright

# Evaporação | Equipamentos

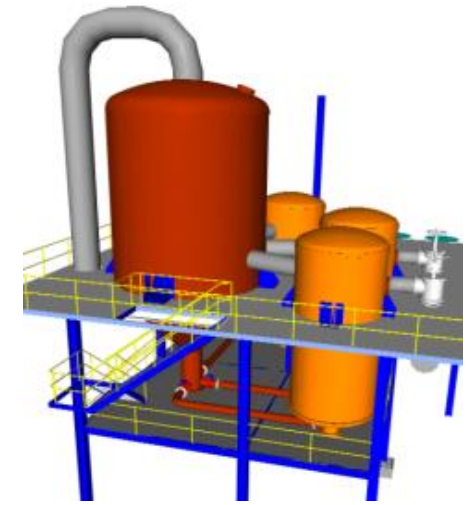
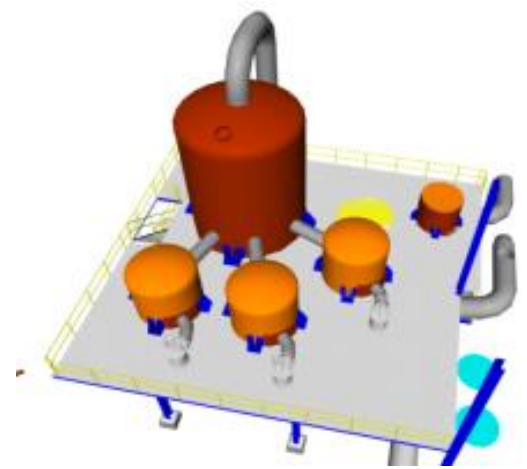
## MODELO "FALLING FILM"





# Evaporação | Equipamentos

## MODELO "REBOILER"



# Evaporação | Operação

## Monitoramento

### XAROPE

- pH – min. 6,0
- °Brix – 60 a 68 (Recomendado 65)
- Queda de pureza – máx. 0,5 p.p. em relação ao caldo clarificado

### VAPOR / CONDENSADO

- Pressão Escape – 1,2 a 1,5 kgf/cm<sup>2</sup>
- Temperatura Escape – 127 a 132°C (Entrada Pré)
- Pressão V1 – 0,6 a 0,8 kgf/cm<sup>2</sup>

### ÚLTIMO EFEITO

- Pressão de vácuo: - 23 a 25 inHg
- Temperatura corpo: máx. 65°C

### ÁGUA MULTIJATO

- Temperatura entrada – máx. 35°C
- Temperatura Saída – máx. 50°C
- Perda de ART – Arraste vapor

# Evaporação | Operação

## Troubleshooting

- **Temperatura alta do vapor de escape**
  - Aumento da inversão da sacarose e degradação de açúcar;
  - Desvio de mix e aumento da perda indeterminada
- **Taxa de evaporação baixa**
  - Maior incrustação nos efeitos (equipamentos sujos)
  - Consequencia -> brix baixo do xarope, redução da vazão de caldo, perda indeterminada
  - Menor geração de V1 (impacto nos demais setores)
  - Brix baixo;
  - Menor produção de vapor;
  - Oscilação de vapor, maior perda na destilaria;
  - Menor eficiência do aquecimento;
  - Tempo alto de cozimento, perdas indeterminadas, acidez do mel final, prejuízos para levedura.
- **pH Xarope → 5,9 – 6,5**
  - Aumento da perda indeterminada por inversão.
- **Brix do Xarope → 60 – 68 °**
  - Maior tempo de cozimento, diminuindo produção;
  - Aumento dos níveis na fábrica: risco de redução de moagem;
  - Maior consumo de vapor da planta
- **Pressão de Vácuo 5º Efeito → 22 – 25 pol Hg**
  - Brix baixo;
  - Aumento do tempo de cozimento, diminuindo produção de açúcar.
- **Nível dos Evaporadores**
  - Arraste de açúcar nas bolhas de vapor, perda no multijato.

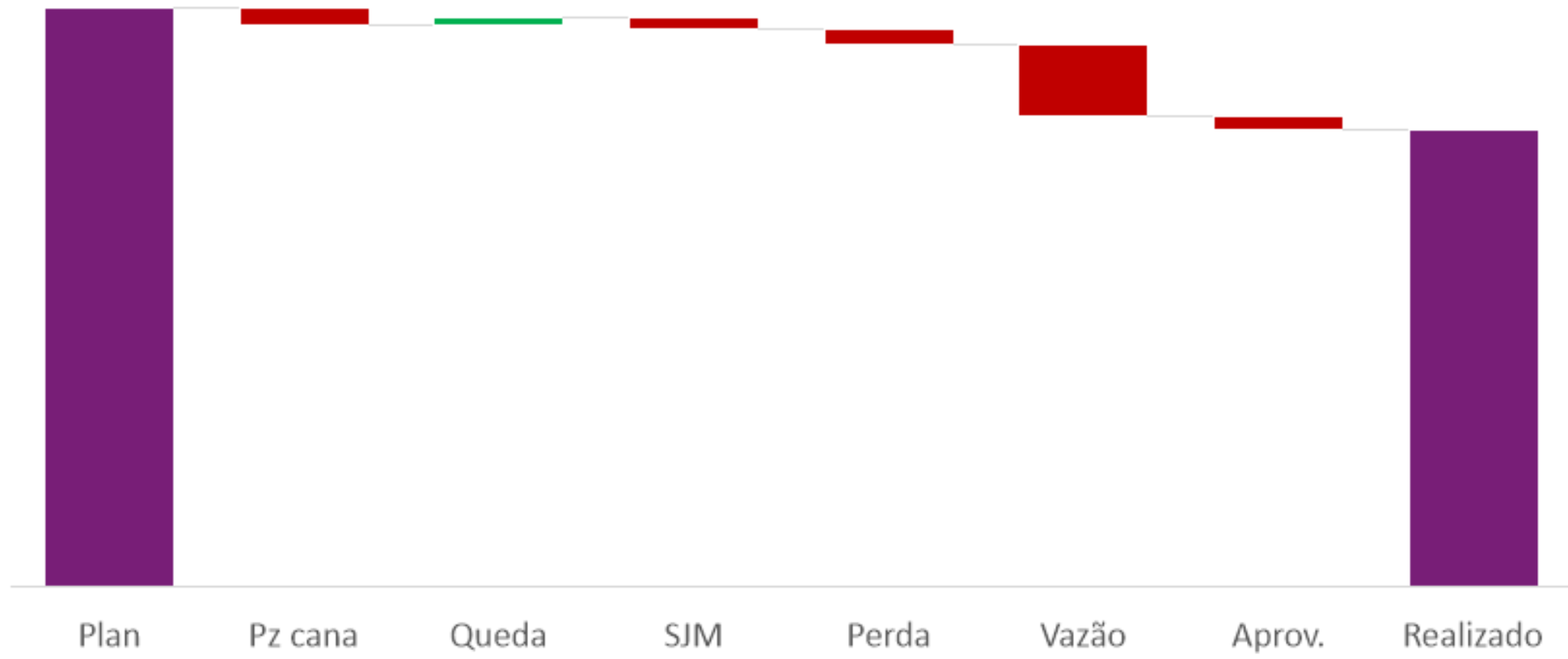
# Evaporação | Operação

## Troubleshooting

- **Brix do Xarope → 60 a 68 °**
  - ✓ Checar pressão de escape :1,2 a 1,5 kgf/cm<sup>2</sup>
  - ✓ Oscilação na alimentação do caldo;
  - ✓ Verificar campanha de limpeza e incrustação;
  - ✓ Pressão do último efeito;
  - ✓ Evitar adição de água no clarificado;
  - ✓ Checar manobras das válvulas multivias e suas vedações;
    - ✓ Checar a extração de condensado e incondensáveis nas calandras para não prender a caixa;
    - ✓ Níveis das caixas;
    - ✓ Teste hidrostático.
- **Altura do nível e funcionamento dos separadores**
  - ✓ Verificar visualmente;
  - ✓ Verificar retorno do separador de arraste.

# Evaporação

Aderência produção açúcar



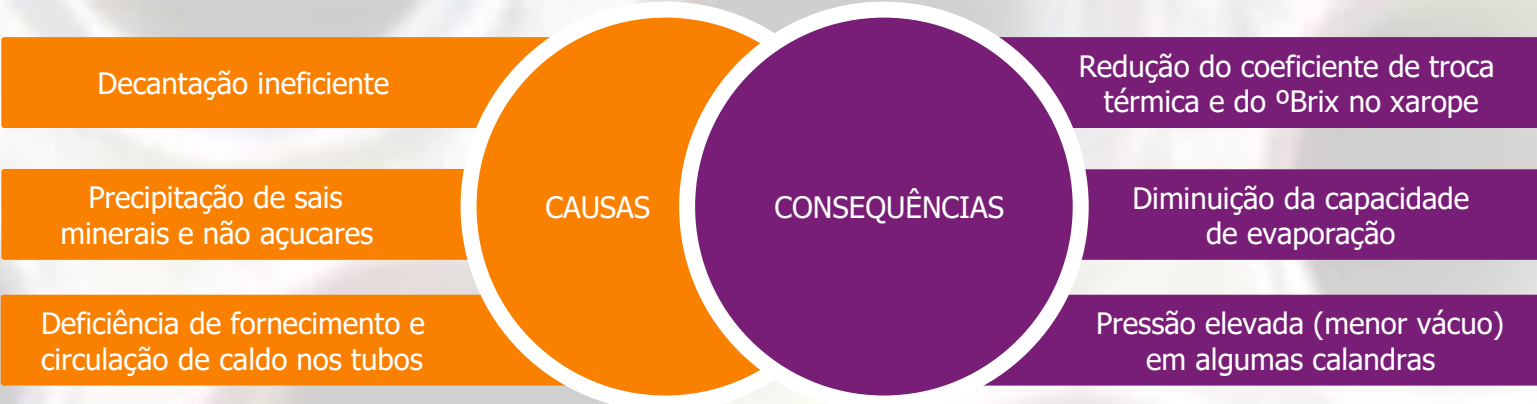


# Evaporação | Incrustação

## Aderência produção açúcar



raízen		UNIDADE																												EVAPORAÇÃO															
		CONTROLE LIMPEZA DOS EVAPORADORES - MUN																																											
		Agosto																																											
		T	O	Q	S	D	S	T	Q	O	S	D	S	T	Q	O	S	D	S	T	Q	O	S	D	S	T	Q	O	S	D	S	T	Q	O											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31													
P#1	Status	OP	P	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	P	L	P	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP											
	Vapor calandra	VE	VE		VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE												
	Dias de campanha	3	4	4	5	0	1	2	0	1	2	2	0	0	1	0	1	2	3	0	0	0	0	1																					
P#2	Status	OP	P	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	P	P	L	OP	OP	L	OP	OP	OP	P	P	L	OP	OP	P	P	L	OP	OP	P	P	L	OP											
	Vapor calandra	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE											
	Dias de campanha	0	1	1	2	3	0	1	2	0	1	1	0	1	2	0	1	2	3	3	3	0	1																						
P#3	Status	OP	P	L	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	L	P	P	OP	OP	OP	L	OP	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP										
	Vapor calandra	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE	VE										
	Dias de campanha	4	5	5	0	1	2	3	4	5	6	0	0	0	1	2	3	4	0	1	1	1	1	2																					
Calda1	Status	OP	L	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	P	P	P	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	L	P	P	OP	OP	L	P	P	OP	OP	L	P	P	OP											
	Vapor calandra	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1											
	Dias de campanha	13	14	0	1	2	3	4	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7											
Calda2	Status	OP	L	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	P	P	P	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	L	P	P	OP	OP	L	P	P	OP	OP	L	P	P	OP											
	Vapor calandra	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2											
	Dias de campanha	13	14	0	1	2	3	4	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7											
Calda3-A	Status	OP	P	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	L	P	P	P	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	P	P	OP	OP	P	P	OP	OP	L	P	P	OP	OP											
	Vapor calandra	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3											
	Dias de campanha	11	12	12	13	14	15	16	17	18	0	0	0	0	1	2	3	4	5	6	6	6	6	7																					
Calda3-B	Status	OP	P	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	L	P	P	P	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	P	P	OP	OP	L	P	P	OP	OP	L	P	P	OP											
	Vapor calandra	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3	V3											
	Dias de campanha	11	12	12	13	14	15	16	17	18	0	0	0	0	1	2	3	4	5	6	6	6	6	7																					
Calda4-A	Status	OP	P	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	P	P	P	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP											
	Vapor calandra	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4											
	Dias de campanha	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	14	14	14	14	15	16	17	0	1	2	2	2	2	3																				
Calda4-B	Status	OP	P	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	P	P	P	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP	OP	L	OP											
	Vapor calandra	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4	V4											
	Dias de campanha	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	14	14	14	14	15	16	17	0	1	2	2	2	3																					
LEGENDA:		L	EM LIMPEZA										P	PARADO										PL	PARADO LIMPO										OP	EM OPERAÇÃO									



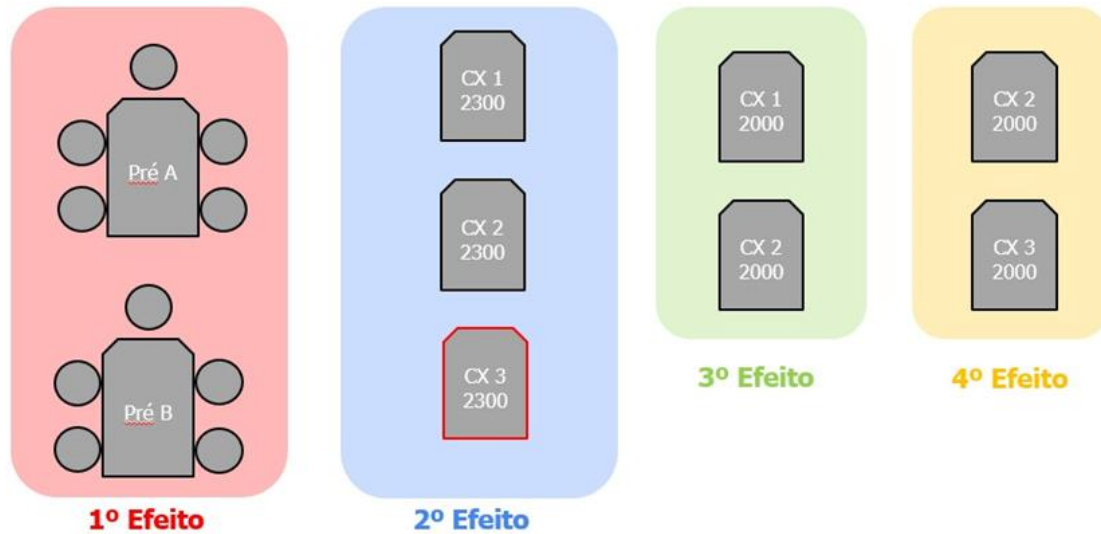
# Evaporação | Eficiência energética

- Número de efeitos de evaporação
- Condição purgadores
- Pré aquecimento de caldo
- Aproveitamento flash condensados vegetais
- Retorno de condensado x contaminações

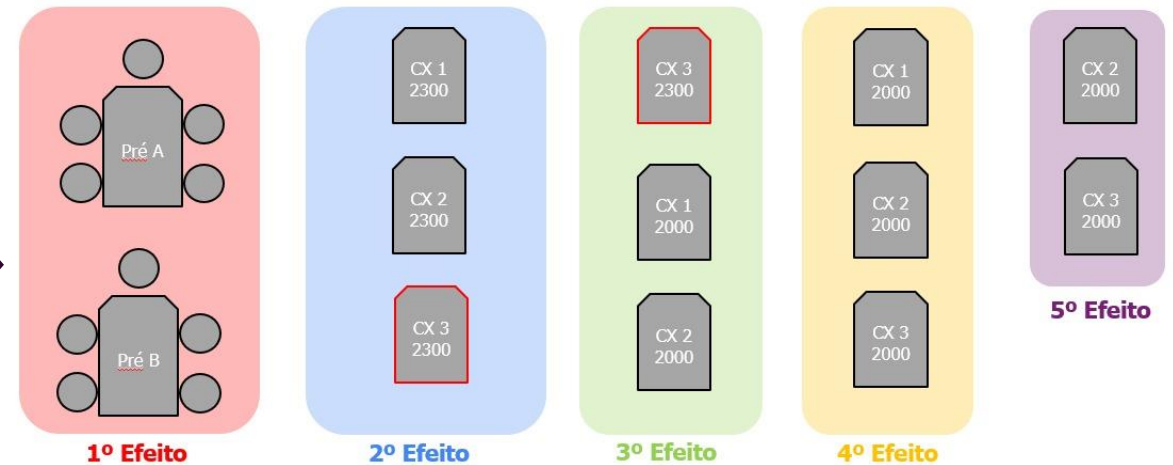


# Evaporação | Caso 1

## 4 Efeitos



## 5 Efeitos



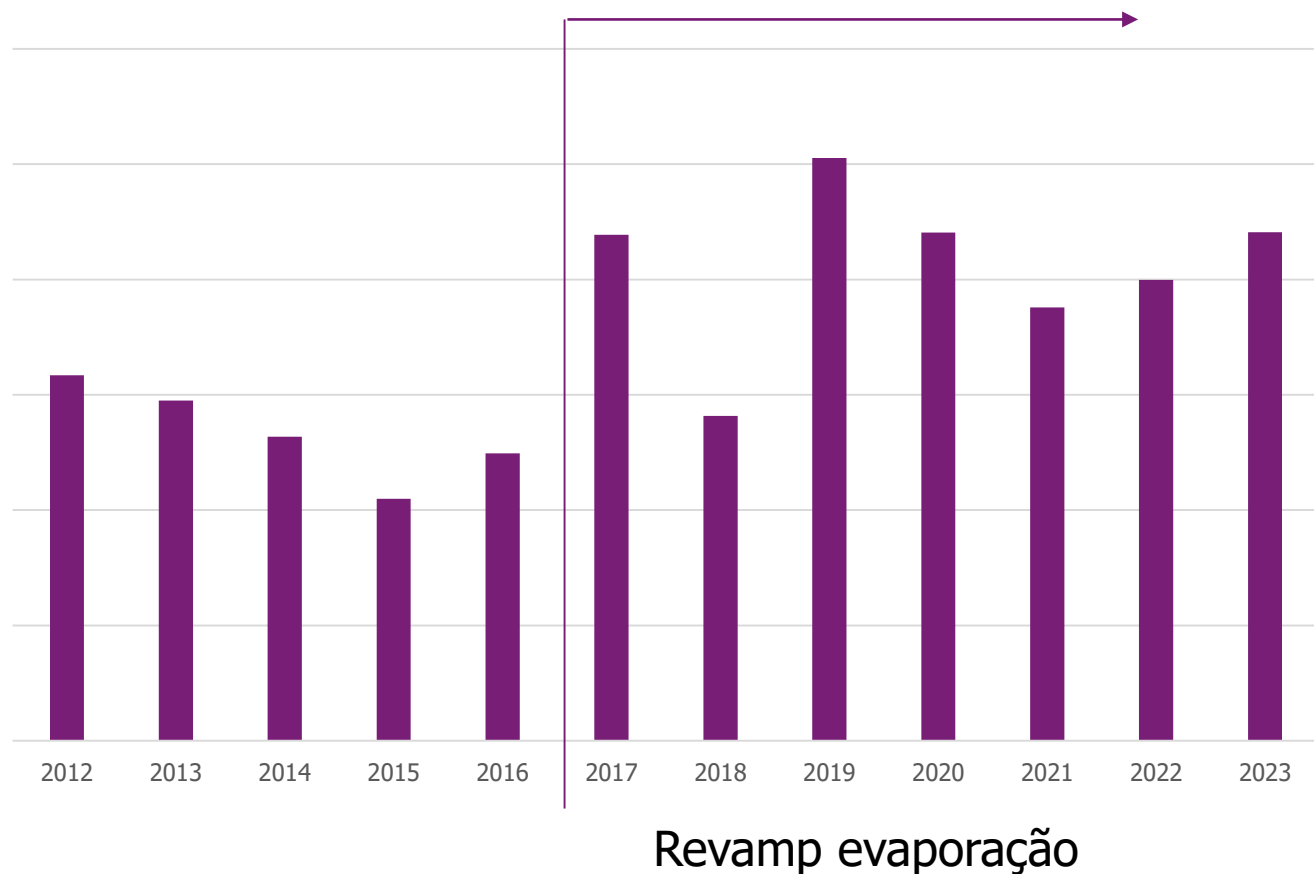
Flexibilizar caixa de 2ºEfeito para 3ºEfeito. Desta forma, possibilitando operação da evaporação em 5 efeitos de maneira contínua, reduzindo consumo de vapor

**+10kton bagaço**



# Evaporação | Caso 2

## Produção específica de açúcar



- Redistribuição caixas de evaporação
- Novas linhas de 3/4/5 efeitos

**+12% açúcar**

# Evaporação | Conclusão

## Princípios

- Elevação do ponto de ebulição
- 1kg VE evapora 1 kg V1
- Rillieux
- Sangrias
- Coeficiente de troca térmica / taxa de evaporação
- Incondensáveis

## Operação

- Temperatura do vapor de escape
- Taxa de evaporação baixa  
pH Xarope → 5,9 – 6,5  
Brix do Xarope → 60 – 68 °
- Pressão de Vácuo 5°  
Efeito → 22 – 25 pol Hg  
Nível dos Evaporadores

## Eficiência energética

- Número de efeitos de evaporação
- Condição purgadores
- Pré aquecimento de caldo
- Aproveitamento flash condensados vegetais
- Retorno de condensado x contaminações

**raízen**  
energia que mobiliza