

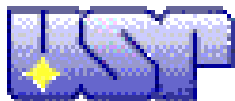
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Esalq
Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - LAN

LAN 685 - Tecnologia do Álcool



FIGURE 6.1. RapiDorr 444 Clarifier. (Dorr-Oliver)

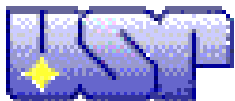
Prof. Antonio Sampaio Baptista



PURIFICAÇÃO DO CALDO PARA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL



- 1 Introdução
- 2 Aspectos tecnológicos
- 3 Peneiragem
- 4 Caleagem
- 5 Aquecimento
- 6 Decantação
- 7 Filtração
- 8 Concentração do caldo
- 9 Considerações finais



PURIFICAÇÃO DO CALDO



1. INTRODUÇÃO

Aspectos tecnológicos
da purificação

REMOÇÃO DAS
IMPUREZAS
(dissolvidas e suspensas)

- coagulação de colóides
- formação de precipitados insolúveis
- adsorção e arraste das impurezas
- redução da turbidez e da opalescência do caldo

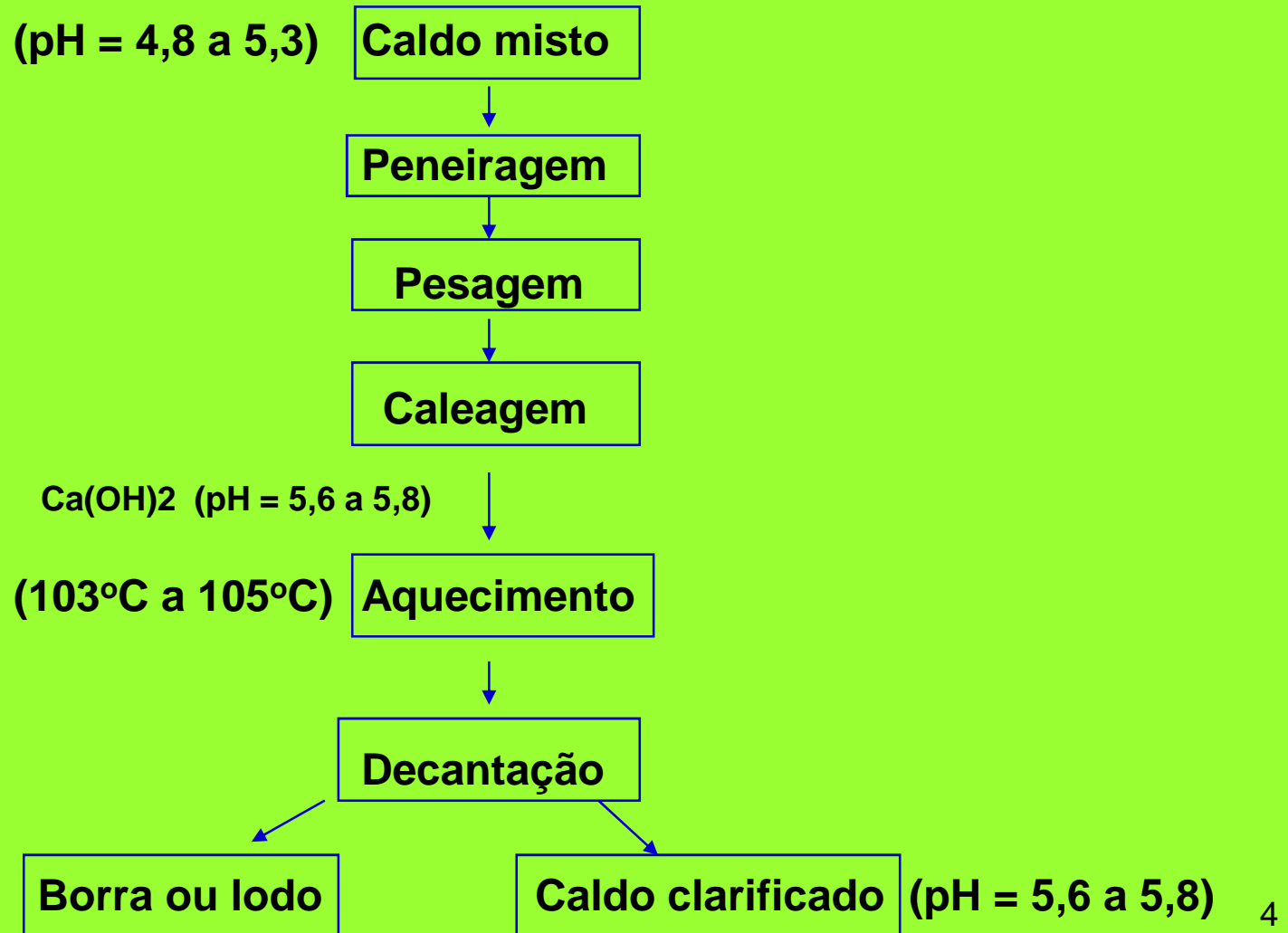
- **Procedimento de purificação do caldo deve ser diferente entre os processos de obtenção do álcool e do açúcar.**

Processos
de
Purificação
(princípios)

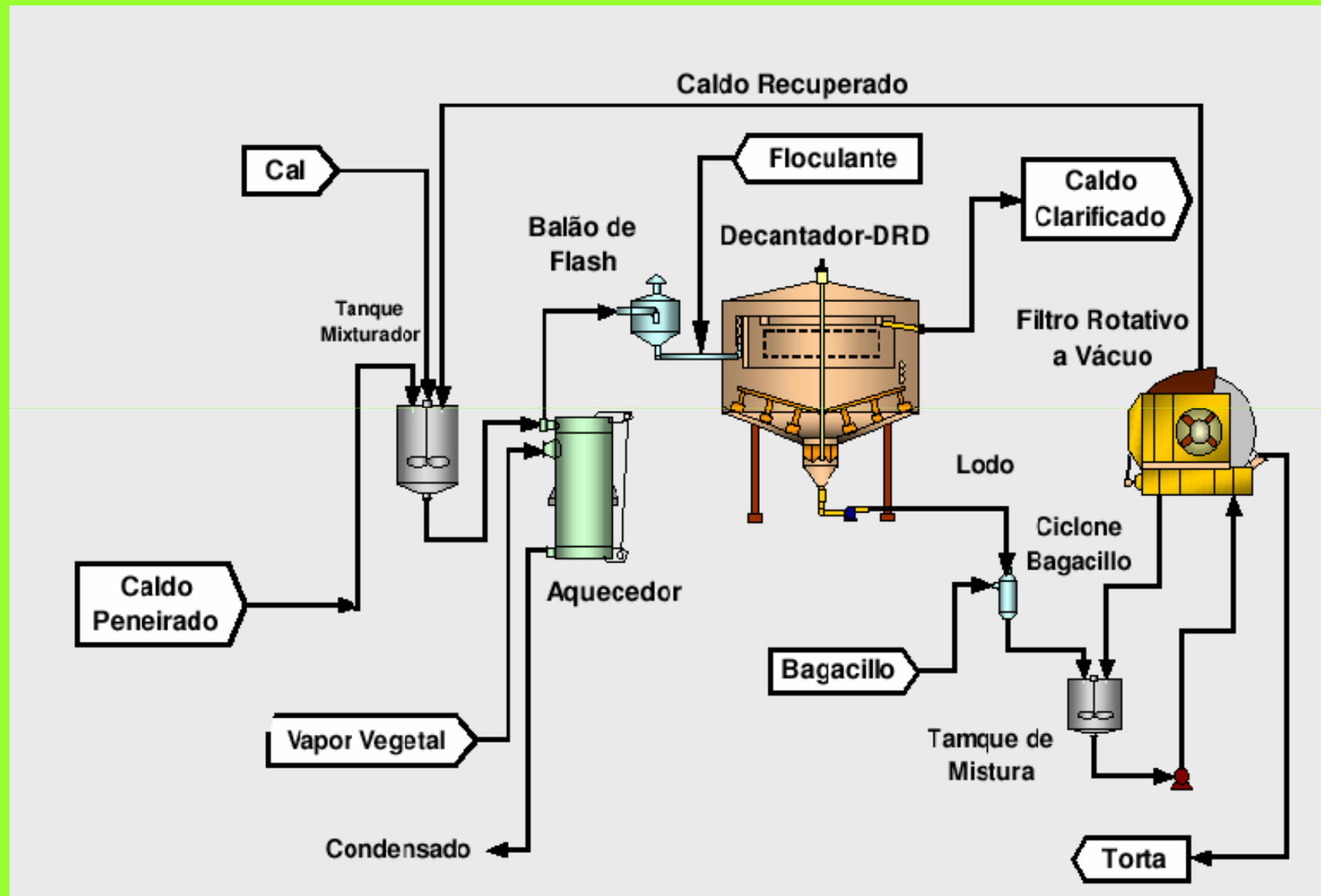
- a) mecânicos: peneiragem/ filtração
- b) químicos: mudança de reação do meio - caleagem
- c) físicos: efeito da temperatura e sedimentação

2 Aspectos tecnológicos

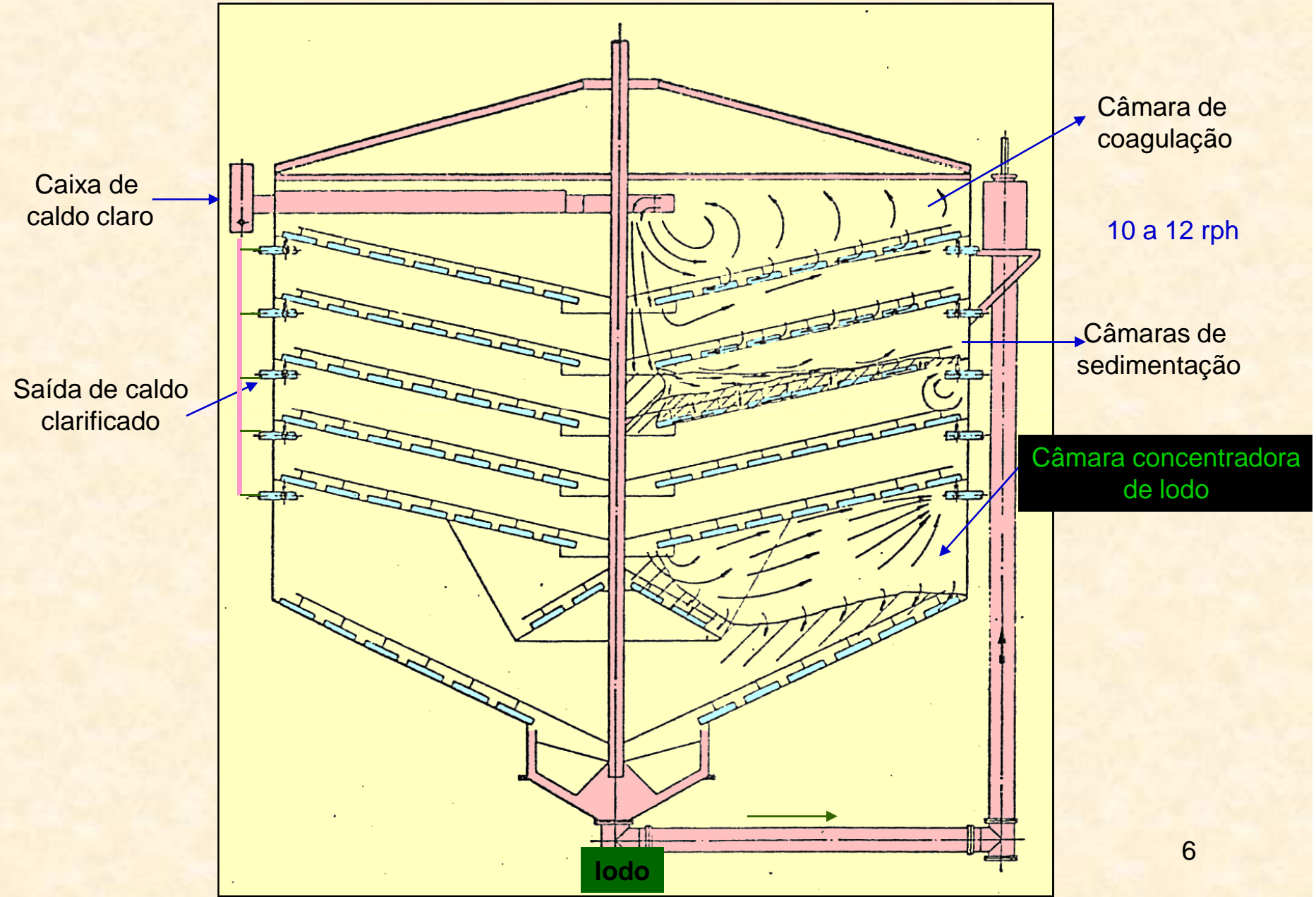
Esquemas Industriais de Clarificação



2 Aspectos tecnológicos



Funcionamento



✓ **Impurezas minerais em função da colheita mecanizada**

1) **Matéria estranha ou impurezas**

Tabela 8. Limites toleráveis de impurezas vegetais e minerais em função do tipo de colheita

Tipo de corte	Tipo de impureza	Percentagens
Manual	Impurezas vegetais (dependendo do horário de queima)	3 – 5 %
	Impurezas minerais	0,4 – 0,7 %
Mecanizado	Impurezas vegetais	4 – 6 %
	Impurezas minerais	0,8 – 1,5 %

(Fonte: CANA LIMPA, 2006).

Tudo tem solução.

Fique tranquilo.

Situação real

2) Colheita mecanizada - área sem sistematização e período chuvoso.

Média de impurezas minerais em uma usina do Estado de SP - 12 %!!!

O que fazer para clarificar o caldo, se o decantador trabalha com tempo de decantação, sem prejudicar as atividades que antecedem?

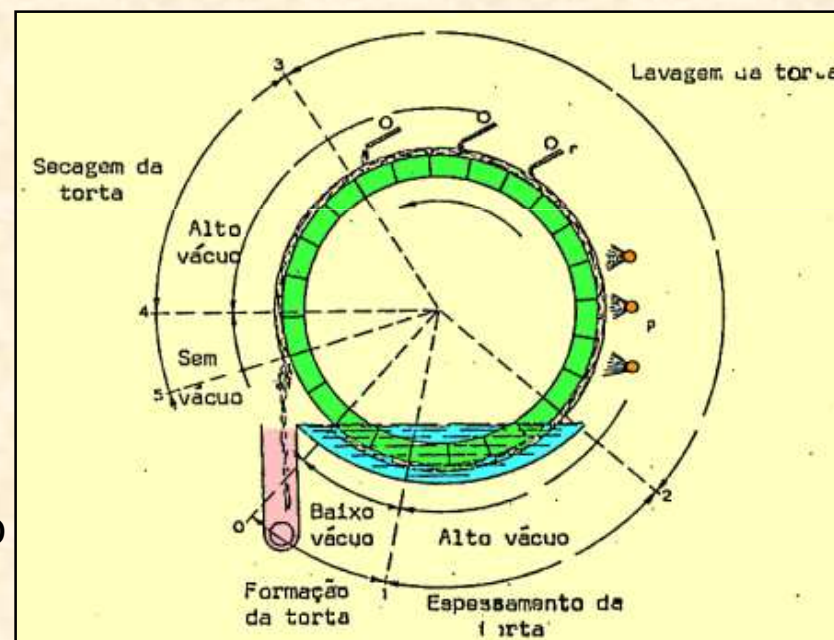
8. FILTRAÇÃO DAS BORRAS

- Objetivo → a operação de filtração visa recuperar o caldo arrastado com as borras ou lodo, o qual tem considerável teor de sacarose.

Filtração das borras → Filtro rotativo a vácuo
→ Prensa desaguadora

Eficiência da filtração:

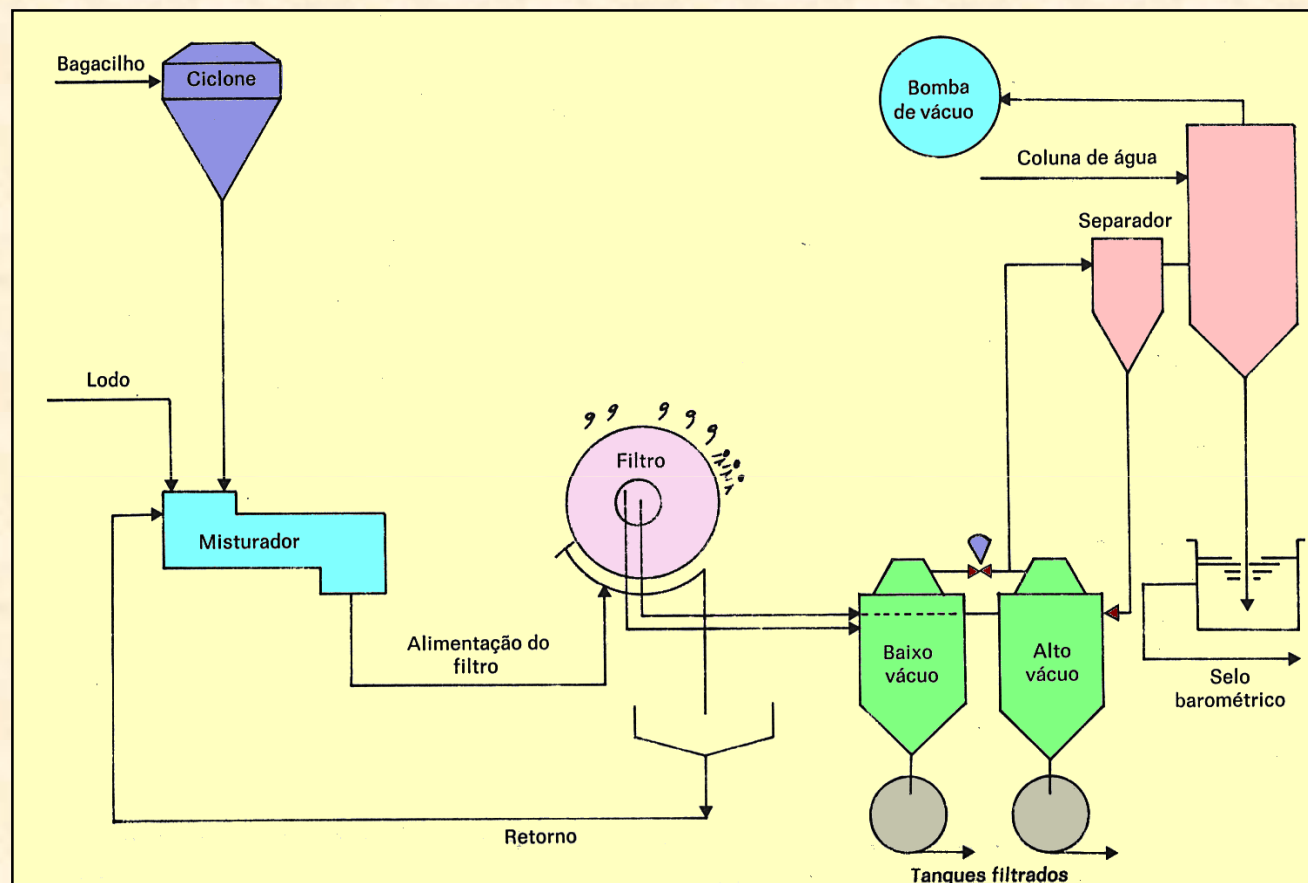
- qualidade do caldo
- concentração do caldo
- adição de leite de cal (pH 7,5 a 8,0)
- adição de bagacilho - (6 a 10 kg/TC)
- quantidade de água: 100 a 150 % peso da torta
- temperatura da água - 75 a 80 °C



Sistema de operação do filtro rotativo à vácuo

- vácuo para sucção { **Baixo - 10 a 25 cm Hg**
Alto - 20 a 50 cm Hg

Esquema do Filtro Rotativo a vácuo



Constituído: filtro rotativo, acessórios do filtro, misturador de lodo e instalação pneumática para transporte de bagacilho.

Superfície de filtração: **0,3 a 0,5m²/TCH**



Filtro rotativo



Descarregamento do lodo em filtro de 13" x 32"

2 Processos avançados de remoção de impurezas

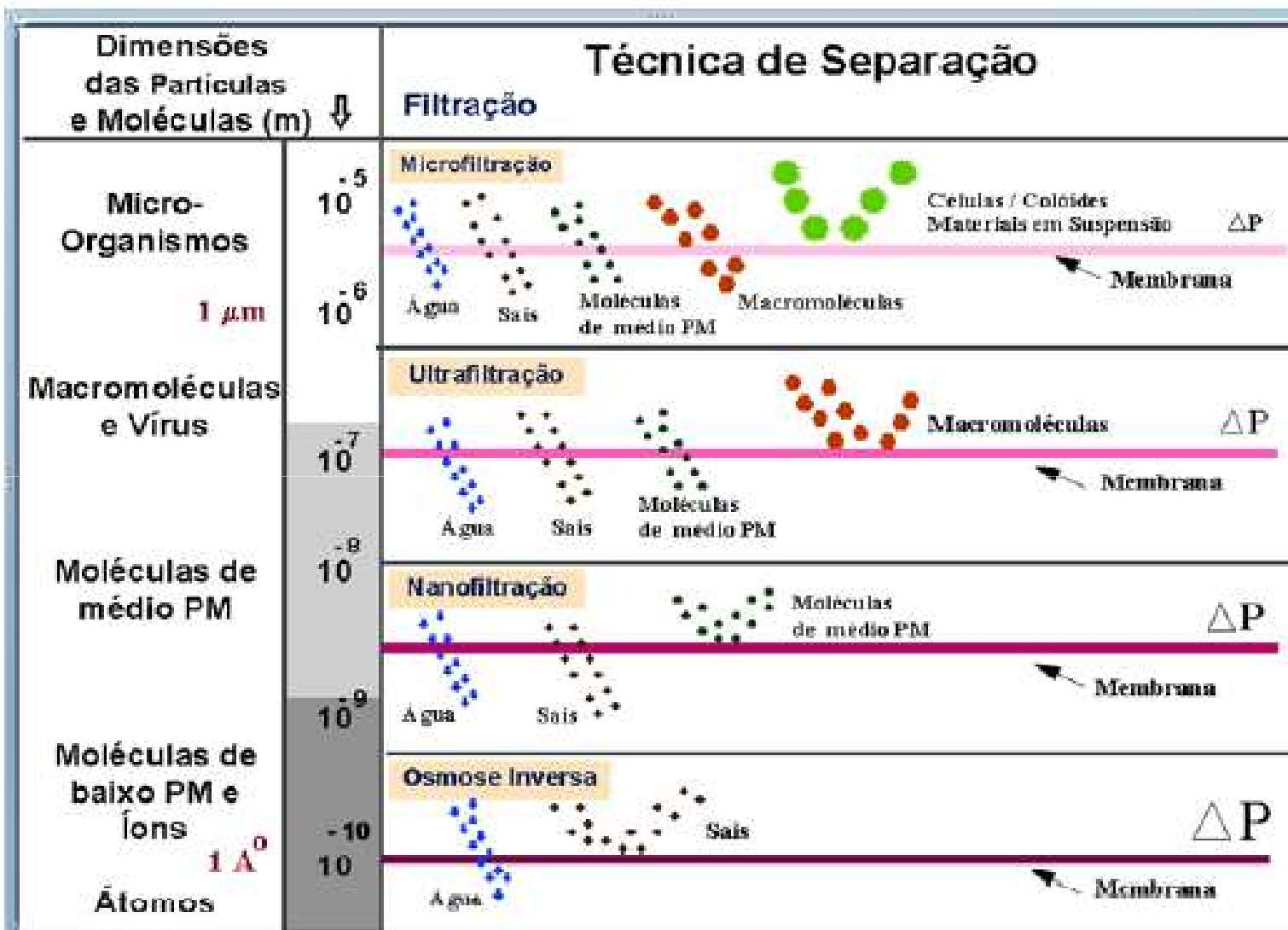


FIGURA 2.1 – FAIXA DE TAMANHO DAS PARTÍCULAS RETIDAS NOS PROCESSO DE SEPARAÇÃO.
 FONTE: HABERT *et al.* (2006).

Principais impurezas contidas no caldo de cana

- ✓ Do ponto de vista físico-químico o caldo é definido como uma solução que contém matéria em diversos graus de dispersão, desde partículas grosseiras até íons.

Tabela 1 - Classificação das partículas dispersas no caldo de cana

Dispersões	Diâmetro (μ)	% peso	Espécies
Grosseiras	> 1	2 - 5	Bagacilho, areia, pedregulho, gravetos, etc.
Coloidais	0,001 a 1	0,05 - 0,3	Ceras, gorduras, proteínas, colóides, corantes, amido, tanino, gomas e dextranas, resultantes do crescimento e da ação de microrganismos, etc.
Moléculas e Iônicas	< 0,001	8 - 21	Açúcares: sacarose, glicose e frutose; Sais inorgânicos: fosfato, sulfato de Ca, Mg, K, Na, etc. Ácidos orgânicos: ácido aconítico, oxálico, málico, etc. Substâncias coloidais.

2 Processos avançados de remoção de impurezas

TABELA 2.3 - ESPÉCIES RETIDAS NOS DIFERENTES PROCESSOS COM MEMBRANAS.

ESPÉCIE	Massa Molar (Da)	Tamanho (nm)	Processos Aplicáveis			
			MF	UF	NF	OI
Leveduras e fungos		$10^3 - 10^4$	X			
Células bacterianas		$300 - 10^4$	X	X		
Colóides		$300 - 10^3$	X	X		
Vírus		30 - 300	X	X		
Proteínas	$10^4 - 10^6$	2 - 10		X		
Polissacarídeos	$10^3 - 10^6$	2 - 10		X	X	
Enzimas	$10^3 - 10^6$	2 - 5			X	
Açúcares Simples	200 - 500	0,8 - 1,0			X	X
Orgânicos	100 - 500	0,4 - 0,8			X	X
Íons inorgânicos	10 - 100	0,2 - 0,4				X

FONTE: HABERT *et al.* (2006).

2 Processos avançados de remoção de impurezas

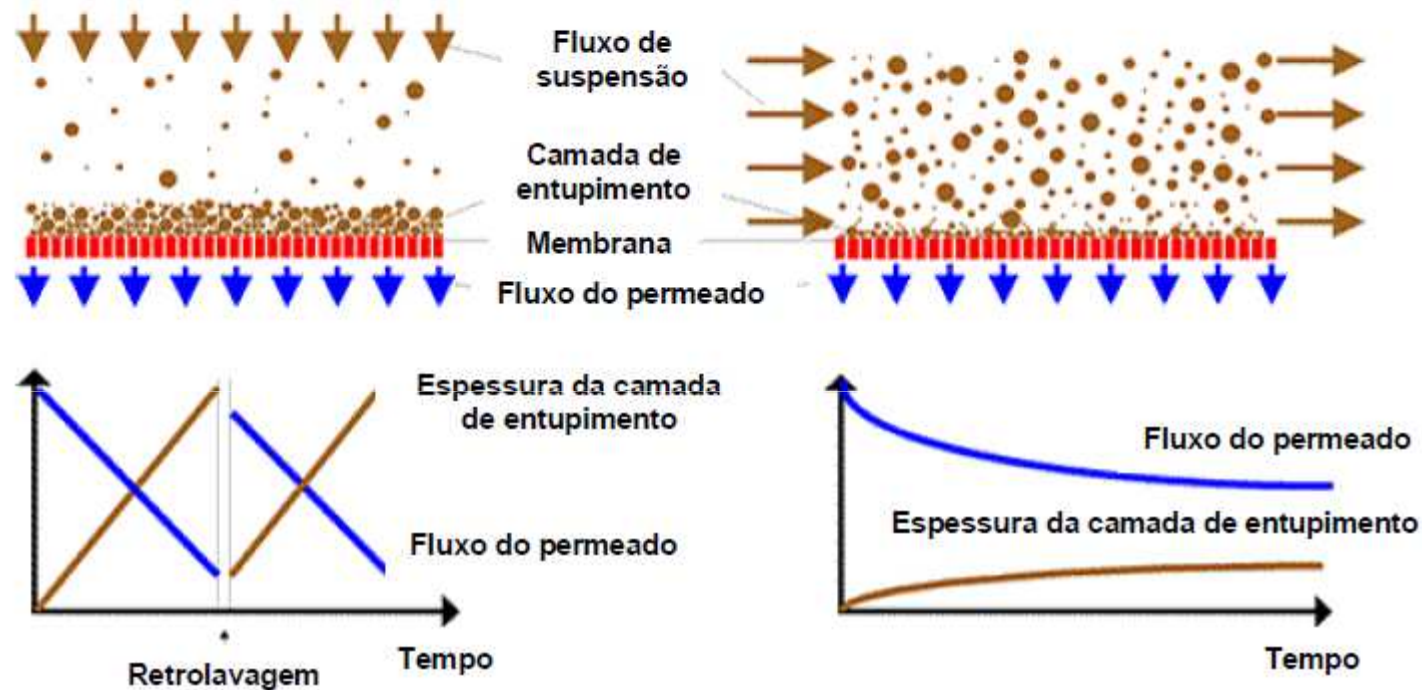


FIGURA 2.3 - COMPORTAMENTO DO FLUXO PARA OS MODOS DE OPERAÇÃO.
FONTE: U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (1998).

2 Processos avançados de remoção de impurezas



FIGURA 3.1 – MEMBRANA TUBULAR COM CANAIS ESTRELADOS.
FONTE: FAIREY INDUSTRIAL CERAMICS, 2008a.

2 Processos avançados de remoção de impurezas

TABELA 3.1 – VALORES UTILIZADOS NO DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.

Variável	-1	0	+1
Temperatura (°C)	50	60	70
Pressão (bar)	0,4	0,5	0,6

2 Processos avançados de remoção de impurezas



FIGURA 3.2 – UNIDADE EXPERIMENTAL DE MICROFILTRAÇÃO, EMULTEC – UFPR.

2 Processos avançados de remoção de impurezas



(A)

(B)

(C)

FIGURA 4.10 – AMOSTRAS DE CALDO DE CANA *IN NATURA* (A);
RETENTADO (B) E PERMEADO (C).

PREPARO DO MOSTO

9. Concentração do caldo

A concentração visa:

- ✓ Elevação do teor de açúcar total no mosto;
- ✓ Aumento do teor alcoólico do vinho;
- ✓ Garantir a continuidade do processo fermentativo em paradas de moagem.

PREPARO DO MOSTO

10 Resfriamento do Caldo

O resfriamento do caldo visa:

- ✓ Diminuir a temperatura do mosto;
- ✓ Aumentar o rendimento da fermentação;
- ✓ Ajustar a temperatura do caldo alimentando na dorna (28 a 30 °C);
- ✓ O caldo deve ser resfriado à temperaturas convenientes por um equipamento adicional antes da dorna de fermentação.

PURIFICAÇÃO DO CALDO

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ A purificação do caldo visa retirar o máximo de impurezas e preservar os nutrientes do caldo;
- ✓ A purificação do caldo é realizada por processos mecânicos, físicos e químicos;
- ✓ Os principais equipamentos envolvidos na purificação do caldo são: peneiras, aquecedores, decantadores e filtros a vácuo;
- ✓ O principal agente químico utilizado na purificação do caldo é a cal. Contudo, outros agentes químicos podem ser utilizados;

PURIFICAÇÃO DO CALDO

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ Com a clarificação do caldo tem-se menor desgastes de equipamentos e melhor operacionalidade na condução da fermentação;
- ✓ A purificação do caldo para álcool deve ser mais branda do que para o açúcar;
- ✓ Toda destilaria produtora de álcool deve purificar o caldo.

PURIFICAÇÃO DO CALDO

12 Referências

- DELGADO, A. ; CESAR, M.A.A. **Elementos de Tecnologia e Engenharia do açúcar de cana**. Piracicaba : Zanini,1990. 1061p.
- PAYNE, J.H. **Operações unitárias na produção de cana-de-açúcar**. São Paulo: NOBEL, 1989. 245p.
- RIBEIRO, C., BLUMER, S., HORII. **Fundamentos de tecnologia sucroalcooleira: tecnologia do açúcar**. Piracicaba: ESALQ/Depto de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, V.2, 1999. 66p.
- USHIMA, A.K., RIBEIRO, A.M.M., SOUZA, M.E.P., SANTOS N.F. **Conservação de energia na indústria do açúcar e do álcool**. São Paulo, IPT, 1990. 796p.