

Produção de Açúcar



Processos
Químicos
Industriais II

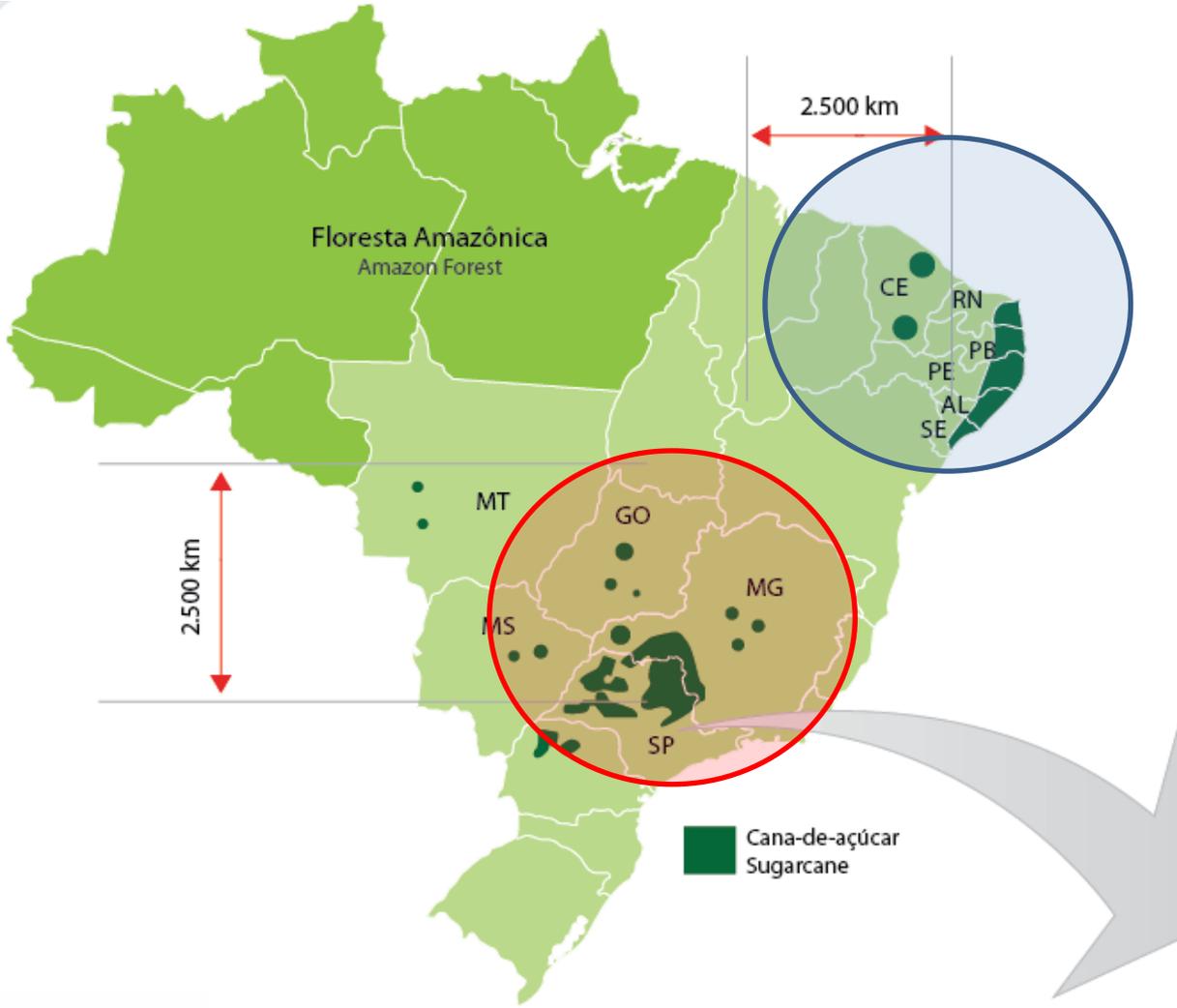


Energia Brasil

Moagem de cana de açúcar da safra 2013/2014 acumulada até 01/06/2013 somou aproximadamente 105 milhões de toneladas. Ainda de acordo com os mesmos dados, o total acumulado da moagem resultou na produção, até 1º de junho de 2013, de aproximadamente 4,9 milhões de toneladas de açúcar e 4,5 bilhões de litros de etanol.



Cana no Brasil



REGIÃO NORTE – NORDESTE
15% da produção de cana-de-açúcar

REGIÃO CENTRO-SUL
85% da produção de cana-de-açúcar

Cana-de-açúcar

Bagaço

Caldo



Fibra

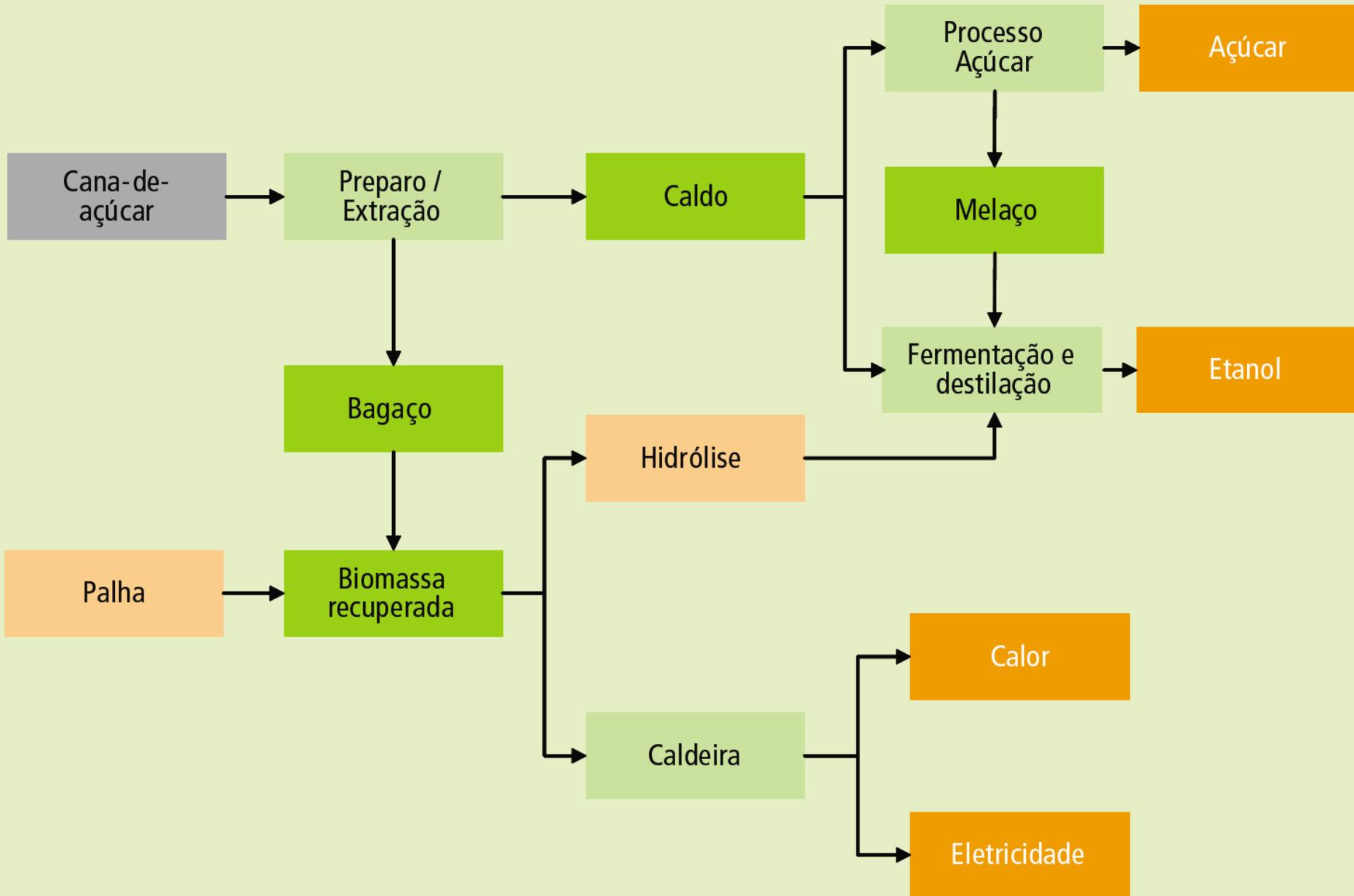
Celulose
Hemicelulose
Lignina

Solúveis

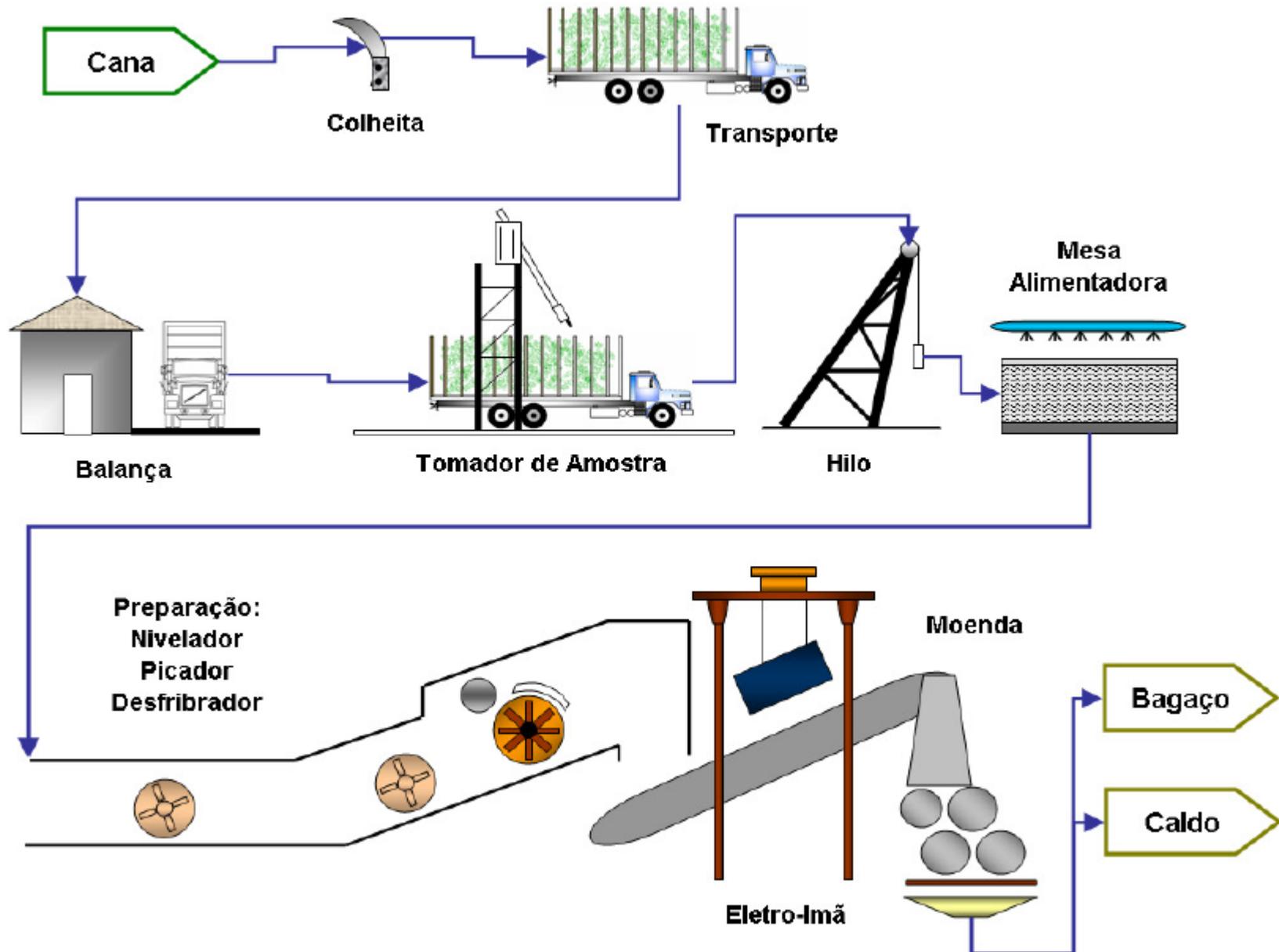
Sacarose
Glicose
Frutose
Sais
Nitrogenados (aminoácidos)
Outros



Cadeia de cana-de-açúcar



Recepção, preparo e extração do mosto



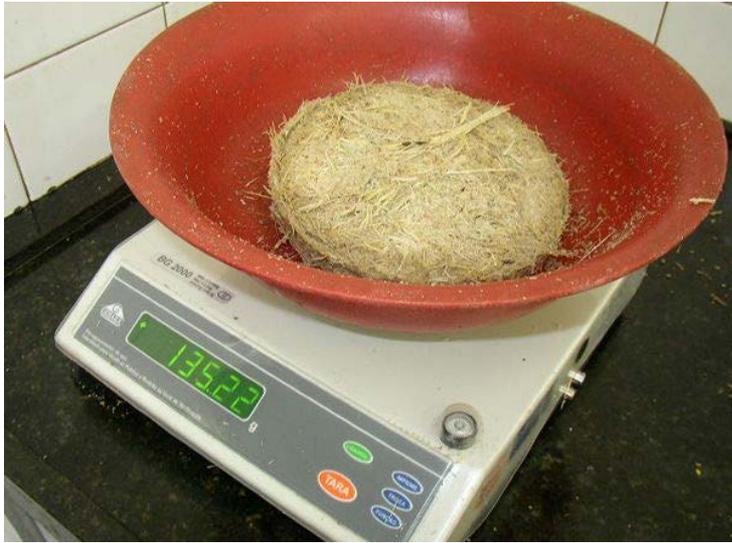
Amostragem cana-de-açúcar

- Após a pesagem, as amostras são retiradas através de uma sonda podendo ser oblíqua ou horizontal e enviadas para o laboratório
- São determinados os teores de fibra, pol, Brix, e através desta análise é efetuado o pagamento da cana pelo teor de ATR









Qualidade da matéria prima

- a. Distorção na avaliação da matéria-prima;
- b. Redução da capacidade de moagem;
- c. Desgaste de equipamentos;
- d. Redução do poder calorífico do bagaço;
- e. Redução da produção do açúcar e álcool

Indicadores	Valores recomendados
POL	>14
Pureza (POL/Brix)	>85%
ATR (sacarose, glicose, frutose)	>15% maior possível
AR (glicose, frutose)	<0,8 %
Fibra	11 a 13 %
Tempo de queima/corte	< que 35 horas para cana com corte manual
Terra na cana (minerais)	<5 kg/t cana
Contaminação da cana	<5,0 x 10 ⁵ bastonetes/ ml no caldo
Teor de álcool no caldo da cana	<0,6 % ou <0,4% Brix
Acidez sulfúrica	<0,80
Dextrana	<500 ppm/Brix
Amido da cana	<500 ppm/Brix
Broca da cana	< 1,0%
Índice de Honig-Bogstra	>0,25
Palhiço na cana	< 5,0%
Ácido aconítico	<1.500 ppm/Brix

Pol: sacarose aparente
 Pureza: (Pol/Brix) x100

Os principais fatores relacionados à qualidade da cana-de-açúcar são POL (sacarose aparente), pureza, ATR (açúcares redutores totais) na cana, teor de açúcares redutores, percentagem de fibra e tempo de queima e corte

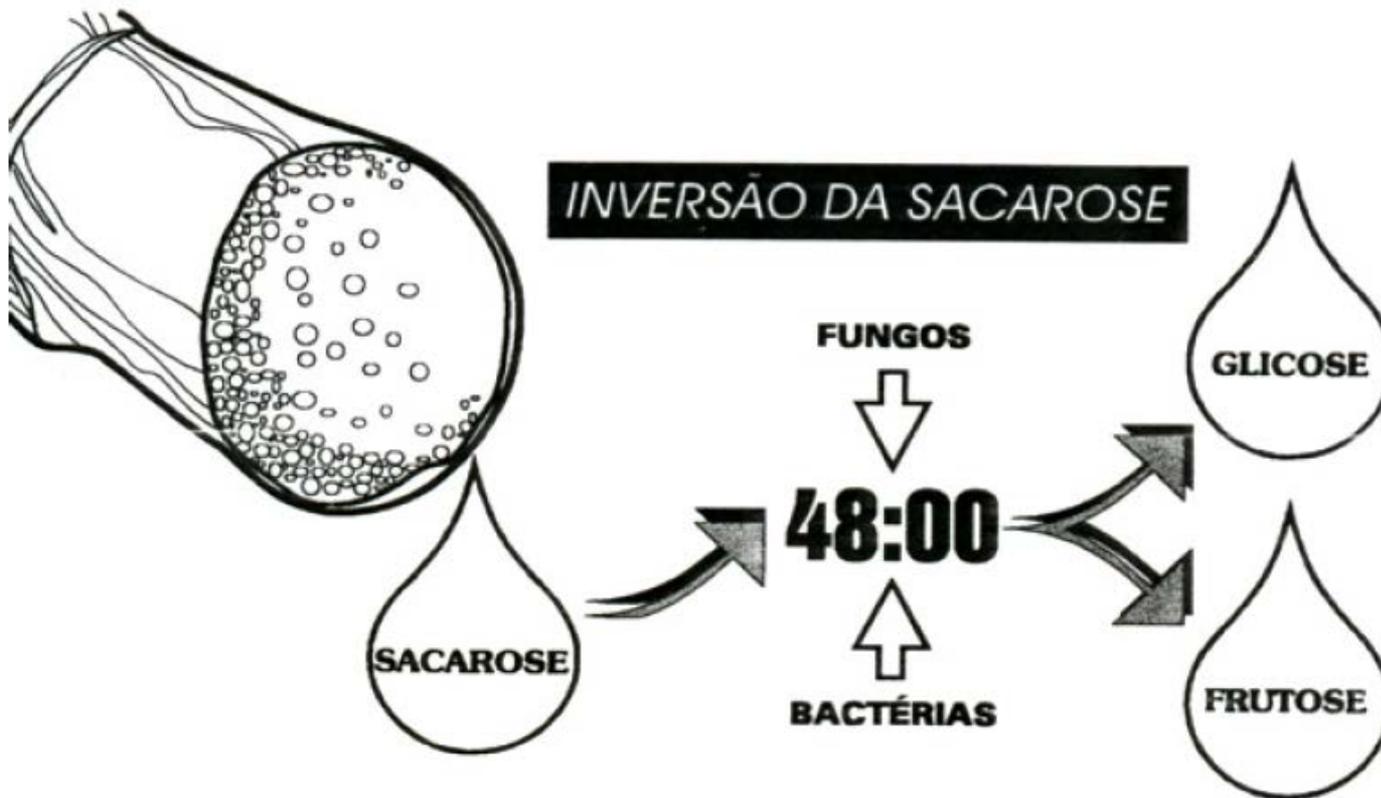


Figura 3: Inversão da sacarose em glicose e frutose. Fonte: (Moendas..., 2002)



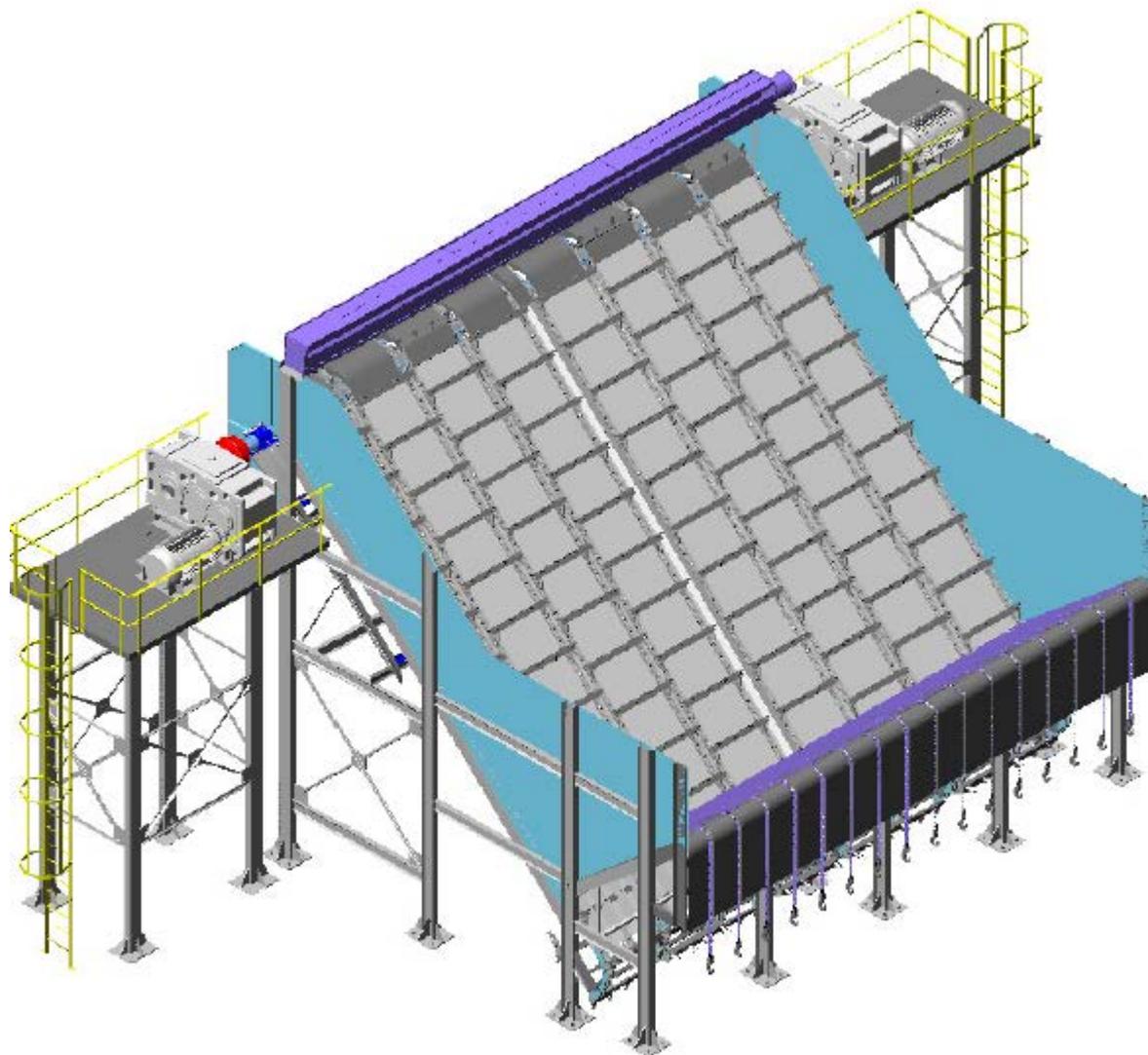


Figura 10: Esquema de uma mesa alimentadora inclinada a 45°.

Picador, desfibrador, espalhador

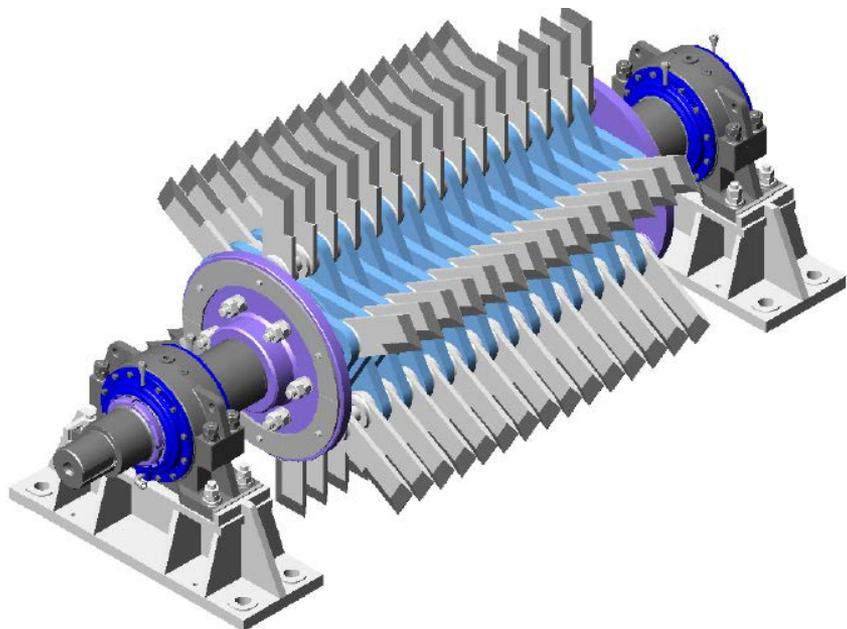


Figura 12: Esquema de um nivelador/picador de lâminas oscilantes (DEDINI, 2007)

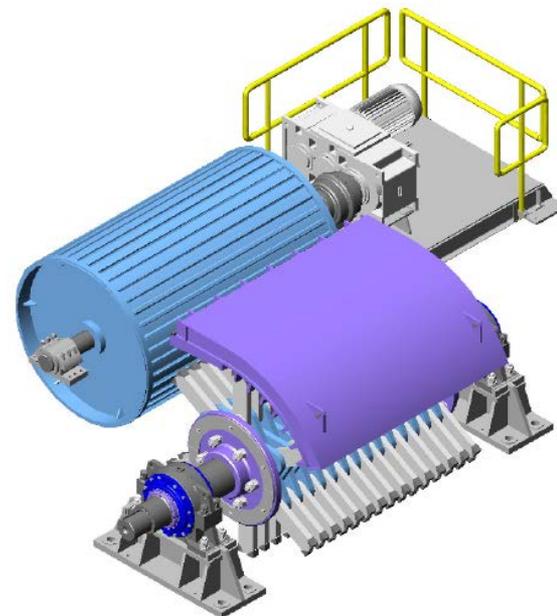


Figura 13: Esquema de um desfibrador, tambor alimentador e placa desfibradora (DEDINI, 2007).

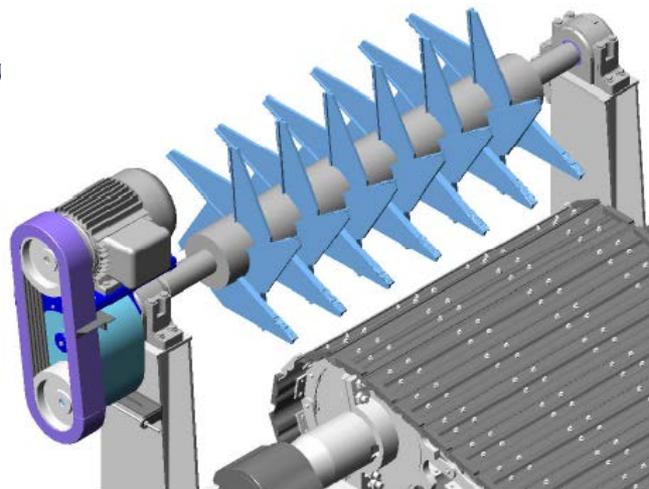
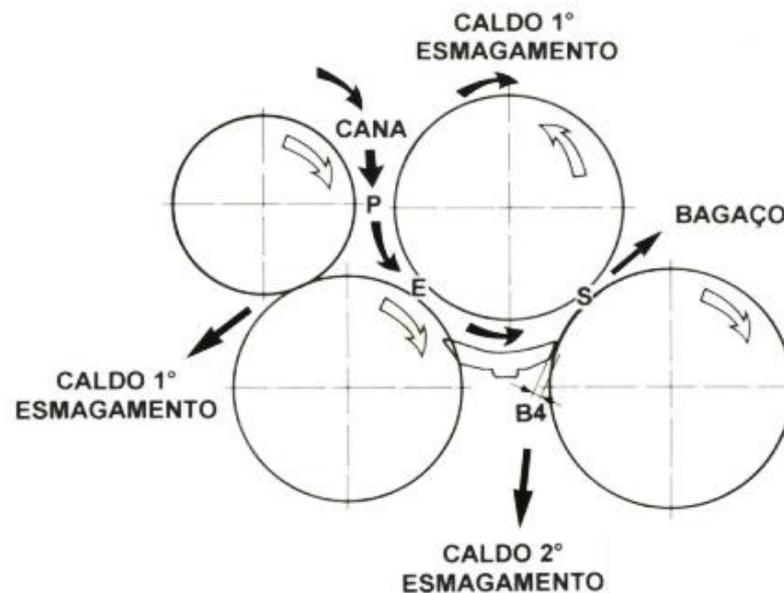


Figura 14: Esquema de um espalhador. (DEDINI, 2007).

Extração do caldo

- Extrair caldo por sucessivos esmagamentos da camada de cana preparada mediante ternos de moendas (castelo), - cilindros com ranhuras.



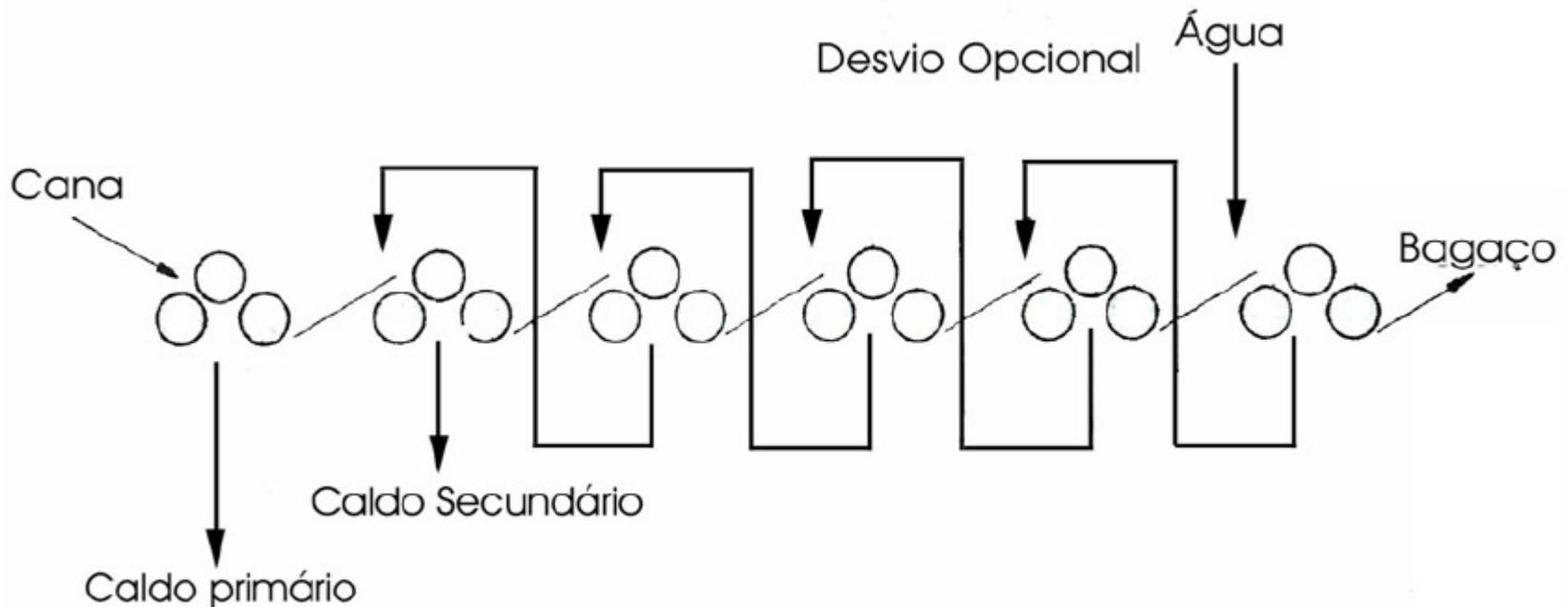


Figura 16: Esquema de embebição composta (MOENDAS, 2002).

Água ou caldo diluído para máxima extração de sacarose das fibras. Embebição com água geralmente nos últimos ternos sendo o caldo extraído desviado para o terno anterior, e sucessivamente até o segundo terno.

Extração de 94 a 97 % da sacarosa com umidade final de 50% do bagaço.



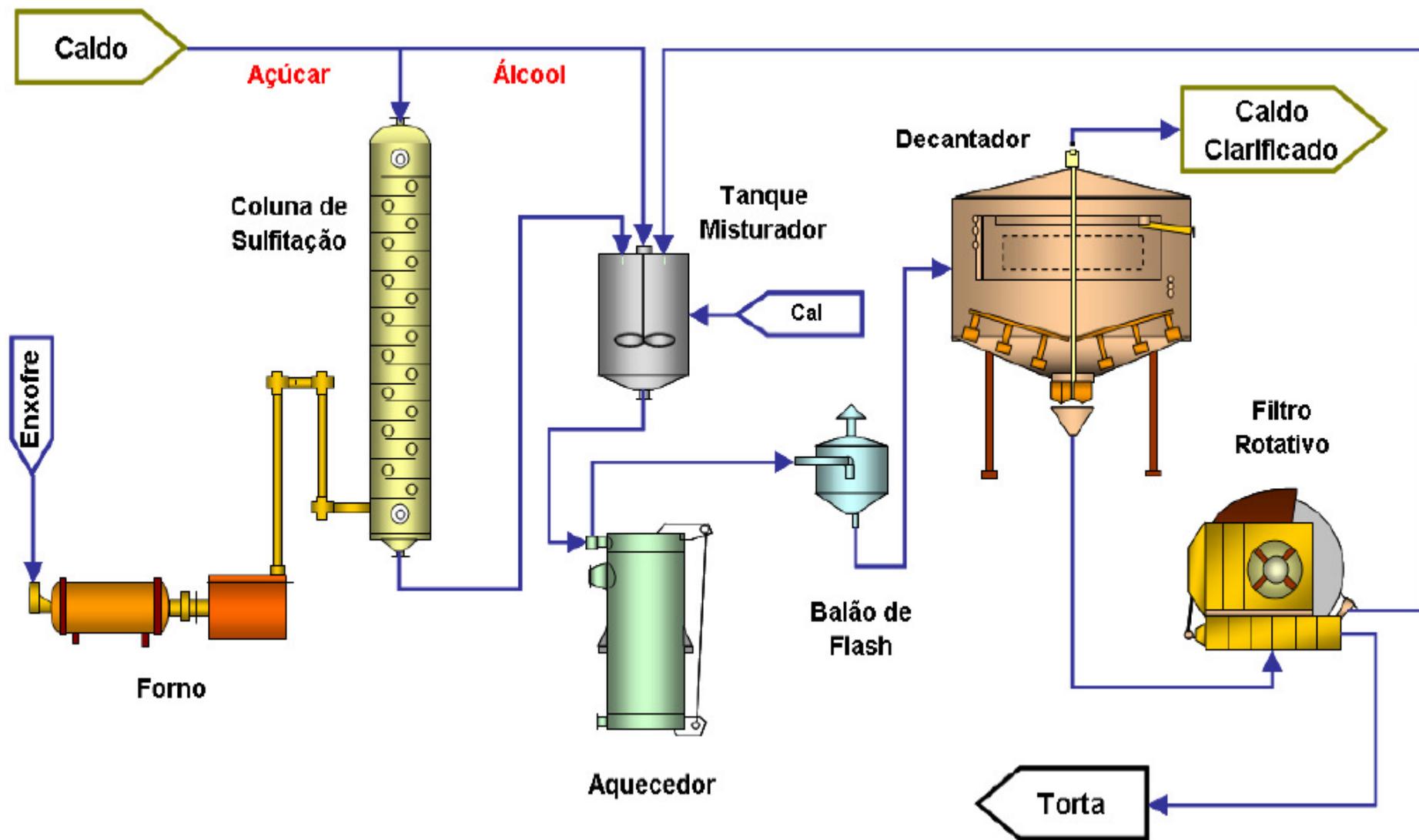
Composição do caldo de cana

- ✓ Sacarose
- ✓ Açúcares redutores
- ✓ Ácidos orgânicos não nitrogenados
- ✓ Não-açúcares nitrogenados (aminoácidos e proteínas)
- ✓ Não-açúcares orgânicos complexos de alto peso molecular
- ✓ Celulose
- ✓ Hemiceluloses

Tratamento do Caldo

O caldo passa por peneira, separadores de areia e hidrociclones para remoção de impurezas grosseiras

Impurezas menores (solúveis ou colides) passam por processo de coagulação e decantação



TRATAMENTO DO CALDO MISTO: Peneiramento

OBJETIVO: retirar bagacilhos, palhas e areia do caldo



TRATAMENTO DO CALDO MISTO: Sulfitação

OBJETIVO: Oxidar MO corantes existentes no caldo com o SO₂



Sulfitação: $S + O_2 \longrightarrow SO_2$

Faixa de pH: 3,8 a 4,2

Sulfitação: absorção de SO₂ para coagular a matéria coloidal, inibir a formação de cor e auxiliar a formação de precipitados. (Este processo se requer para caso de açúcar).

TRATAMENTO DO CALDO MISTO: Calagem

OBJETIVO: Neutralizar o caldo



- ✓ Calagem: processo onde o caldo sulfitado é neutralizado com o Ca(OH)_2
- ✓ Coagular materiais coloidais entre outros.
- ✓ O pH do caldo é elevado para 6,8 – 7,2.

TRATAMENTO DO CALDO MISTO: Aquecimento

OBJETIVO: Elevar a temperatura para 105°C



- ✓ Acelerar as reações de coagulação e floculação de coloides e de não-açúcares
- ✓ Saturar os sais formados nas reações químicas
- ✓ Inibir crescimento de microrganismos

Remoção de ar – balão flash

Por intermédio da ebulição espontânea, eliminar o ar dissolvido no caldo que dificulta a decantação das impurezas mais leves (bagacilho).

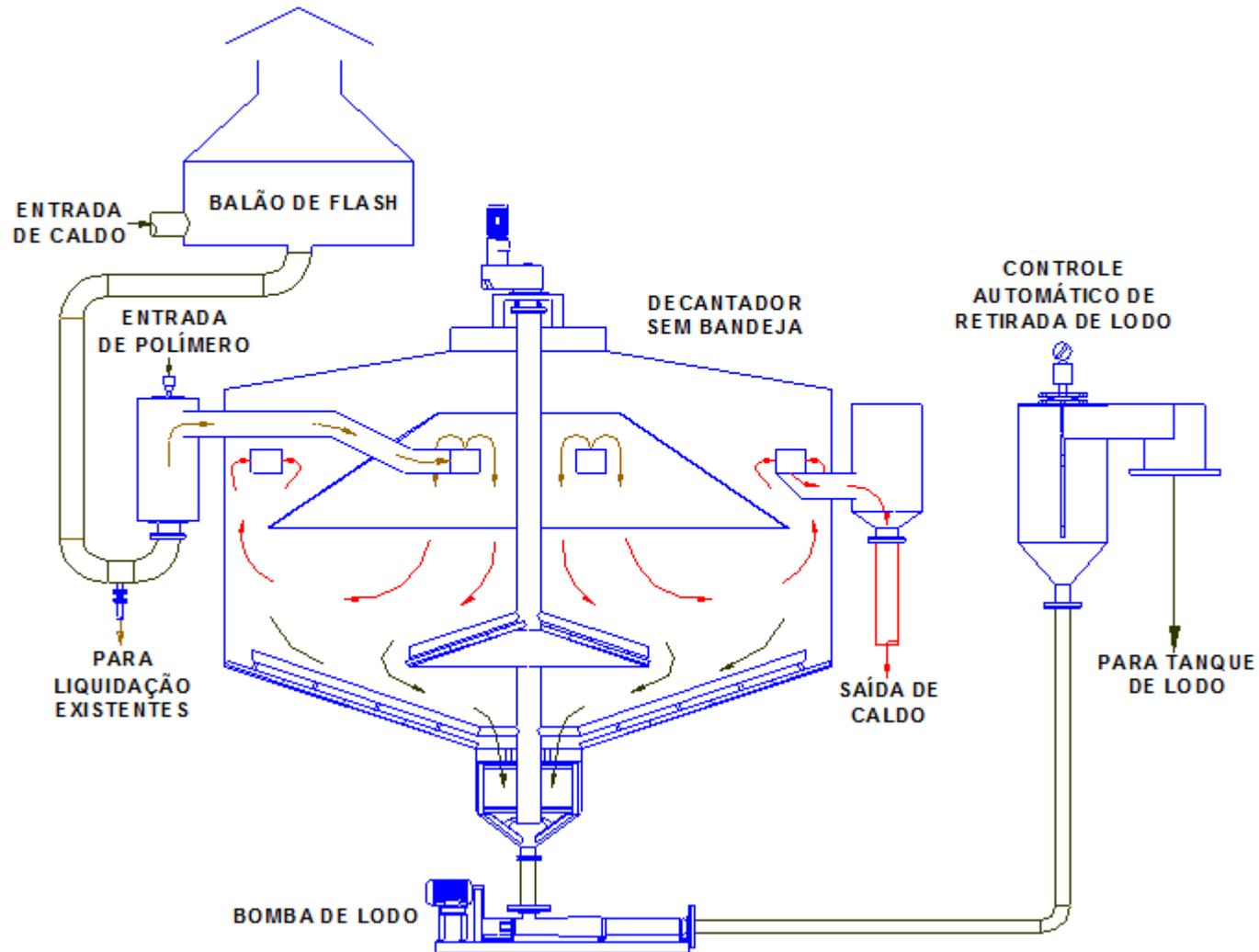
O caldo é submetido a uma queda brusca de pressão provocando sua ebulição eliminando o ar contido no interior da massa líquida.
Temperatura 105°C

TRATAMENTO DO CALDO MISTO: Decantação

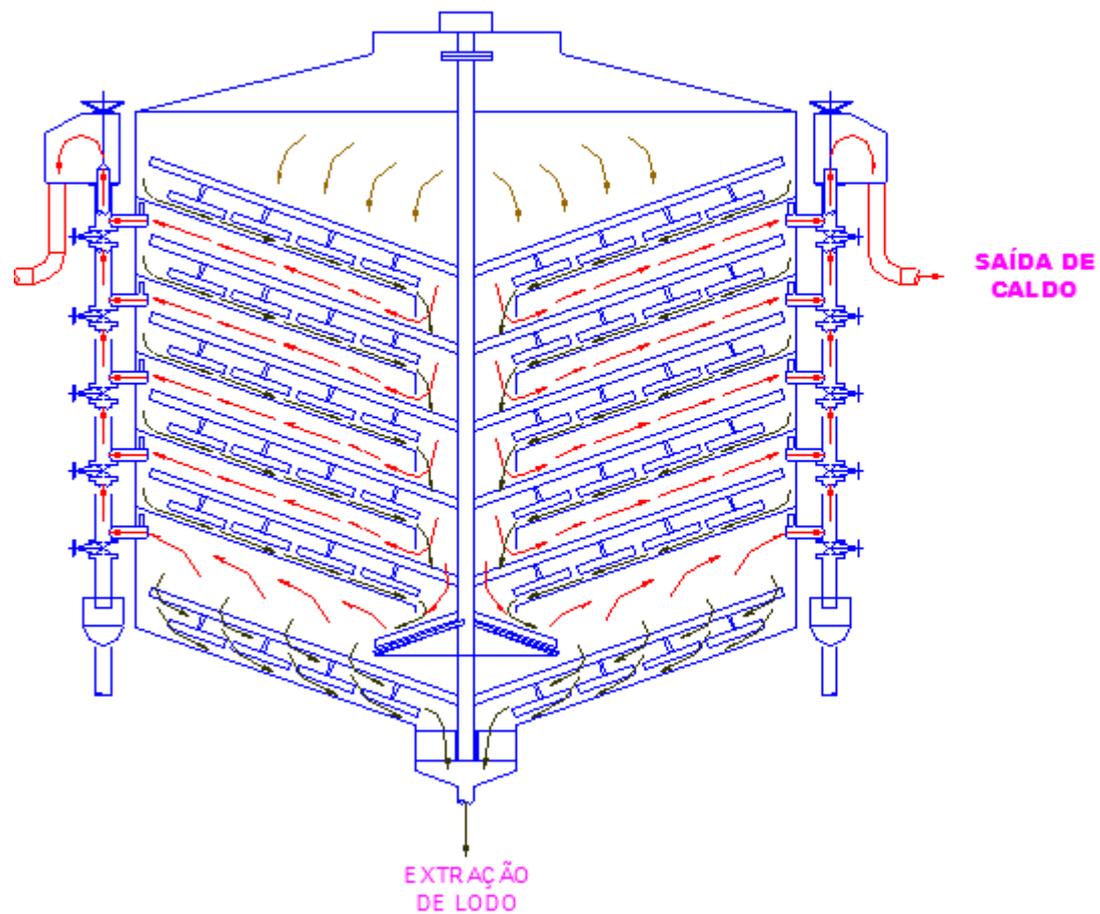
OBJETIVO: Clarificar o caldo removendo todos as impurezas minerais e vegetais através de formação de flocos



DECANTADOR SEM BANDEJA



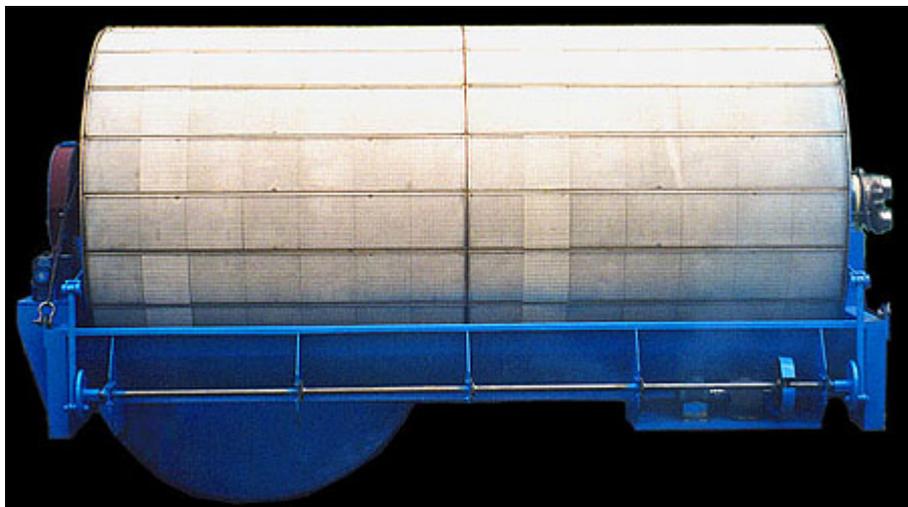
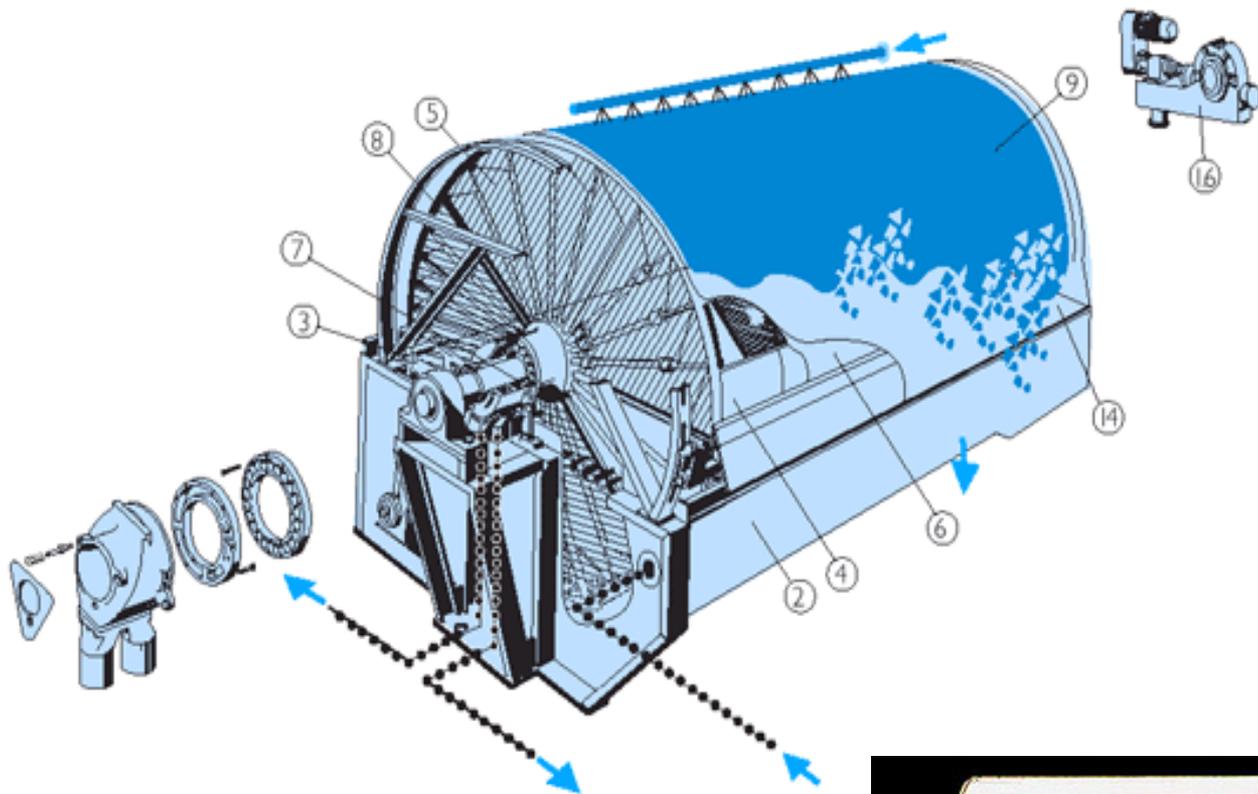
FLUXO DE CALDO E LODO CANTADOR CONVENCIONAL



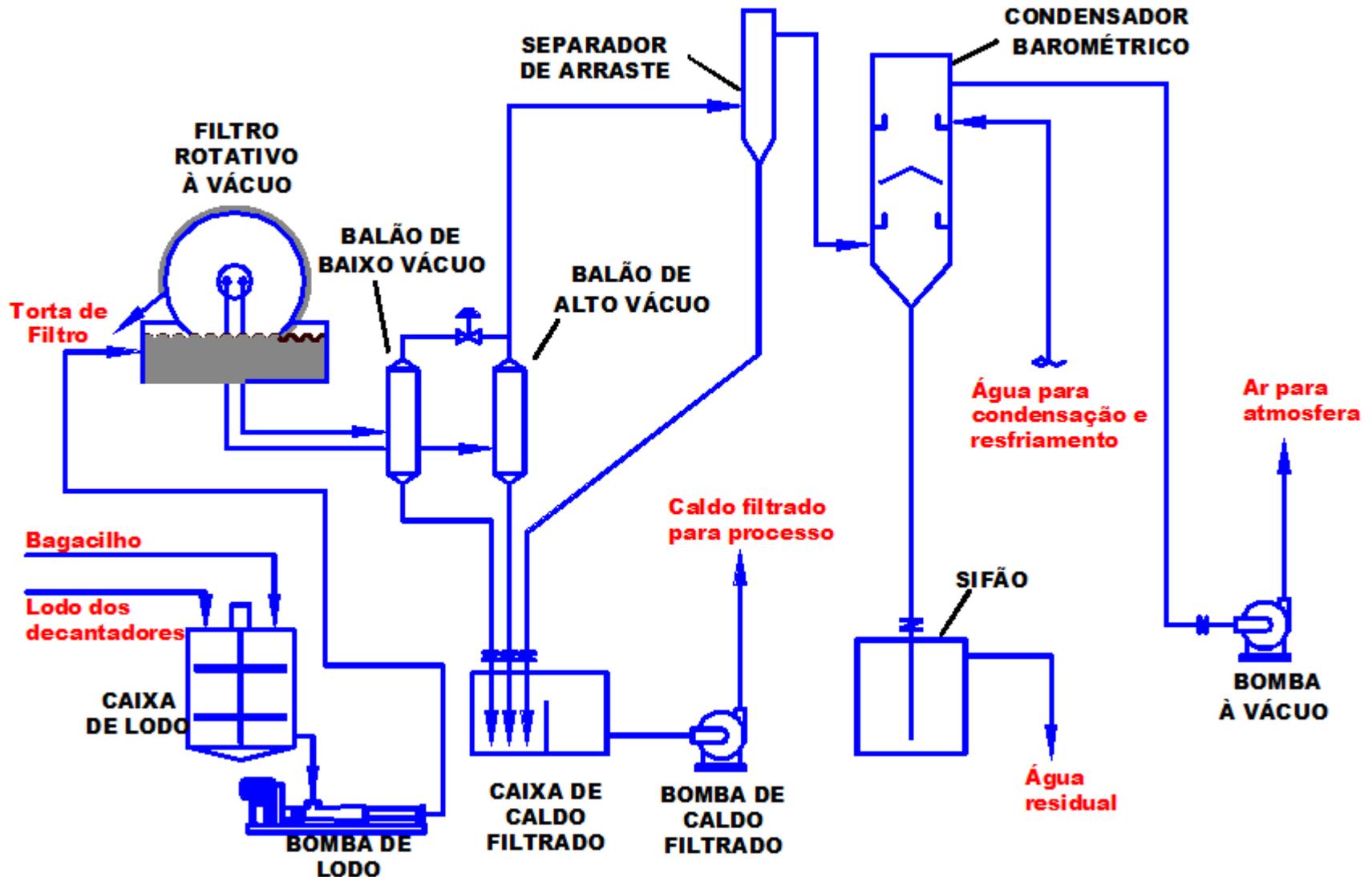
TRATAMENTO DO CALDO MISTO: Filtração

OBJETIVO: Recuperar o caldo contido no lodo através de filtração. O caldo retorna ao processo e a torta de filtro segue para o campo

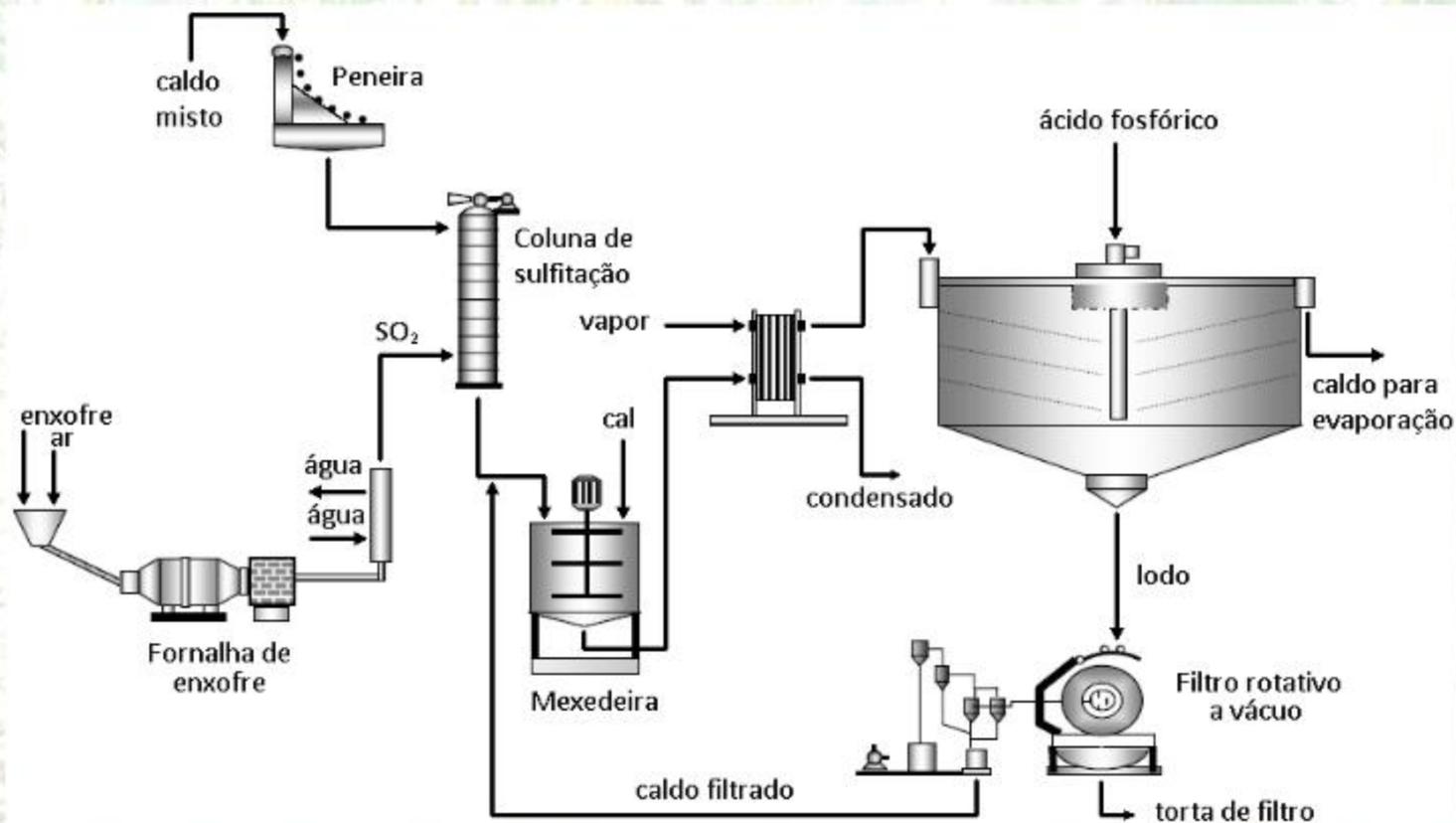




INSTALAÇÃO DOS FILTROS ROTATIVOS À VÁCUOS



TRATAMENTO DO CALDO MISTO - Resumo



Evaporação

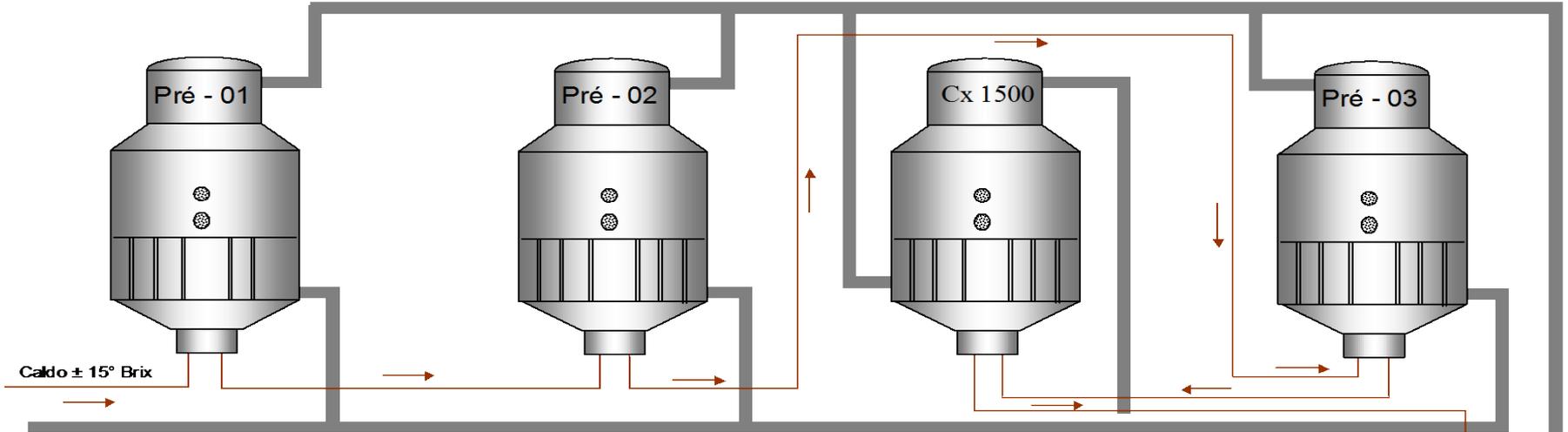
Concentrar o caldo decantado, através da retirada de água, elevando de 15°Brix até 60°Brix.

λ = calor latente de vaporização do solvente

$$q = U.A.\Delta t$$

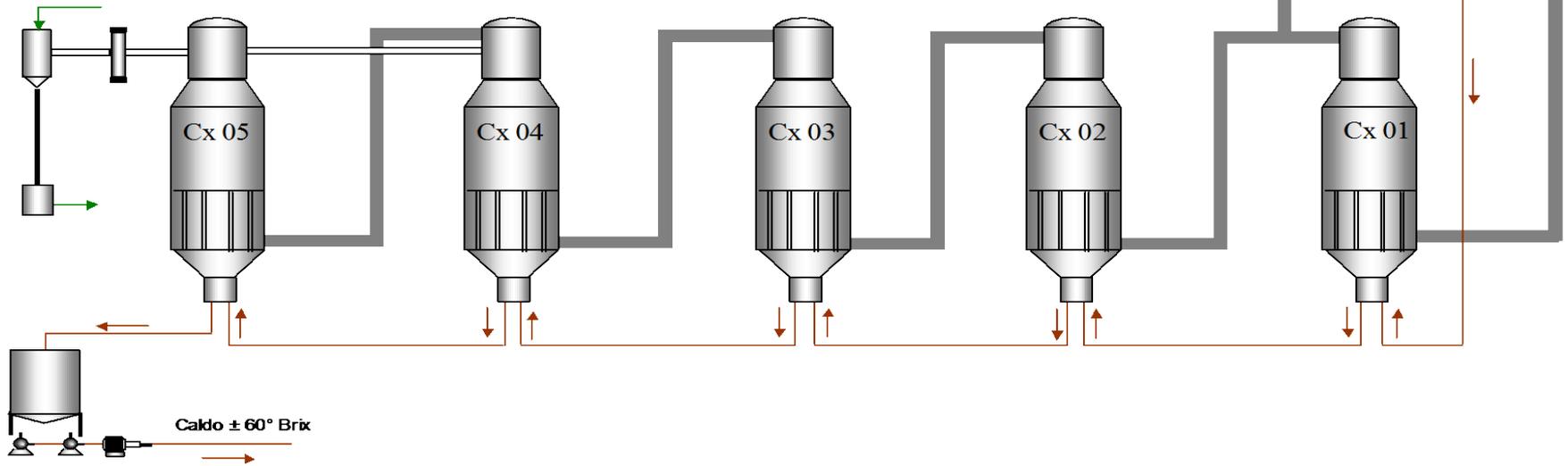
- Pré- Evaporadores
- 4 Caixas de Evaporação
- Múltiplo Efeito

Vapor Vegetal ou V1 ($\pm 0,5 \text{ kgf/cm}^2$)



Vapor Escape ($\pm 16 \text{ lb/poP}$)

Vapor Sangria ou V2 ($\pm 0,2 \text{ kgf/cm}^2$)



Cozimento e Cristalização:

Evaporar o restante da água, de forma controlada, mudança de fase de um líquido para uma fase sólida, aparecimento de cristais de sacarose (açúcar).

Sistema multicomponente e multifásico, com troca simultânea de calor e massa entre as fases.

- Pressão: 15 pol Hg (vácuo)
- Temperatura: $\pm 60^{\circ}\text{C}$
- Tempo: ± 4 horas

Cristalização

- ✓ Pureza e rendimento
- ✓ Tamanho (uniformidade) e forma de cristais

O produto de um cristalizador é chamado de magma, uma mistura bifásica de cristais e seu líquido mãe.

As impurezas (líquido mãe) são removidas pela separação dos cristais de seu líquido por filtração ou centrifugação.

O processo global de cristalização pode considerar-se que consiste de duas etapas:

- ✓ Formação de núcleos de cristalização
- ✓ Crescimento de cristais

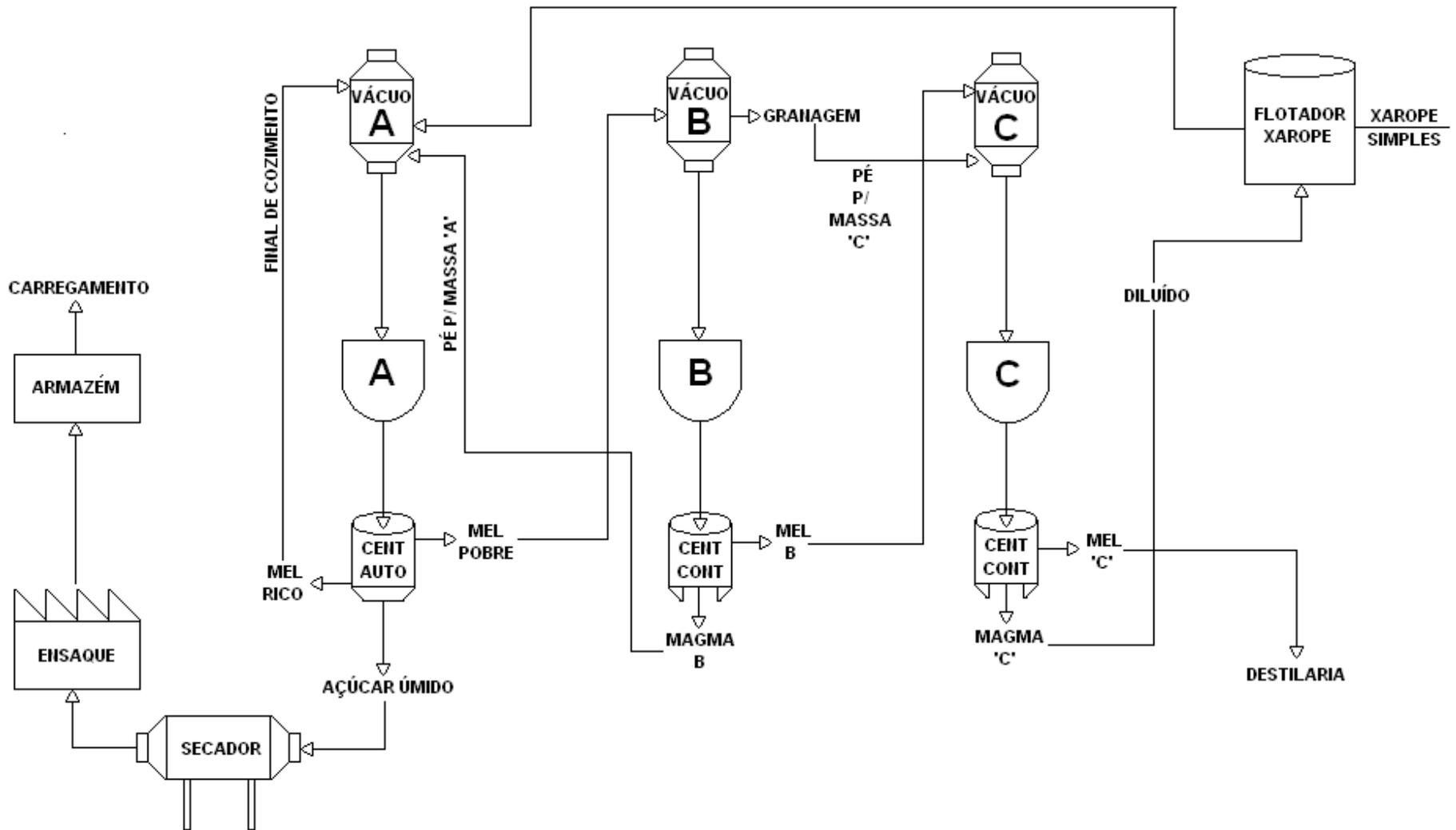


Na cristalização há transferência de massa desde a solução para a superfície do cristal.

A força motriz para o crescimento do cristal é a diferença de concentração entre a solução e a superfície do sólido.

A concentração na interface deve estar no equilíbrio (saturada), desta forma a solução deve estar supersaturada para crescimento do cristal.

Fabricação de Açúcar





Vídeo do Processo

<http://www.youtube.com/watch?v=JSaNsxpp6pU>