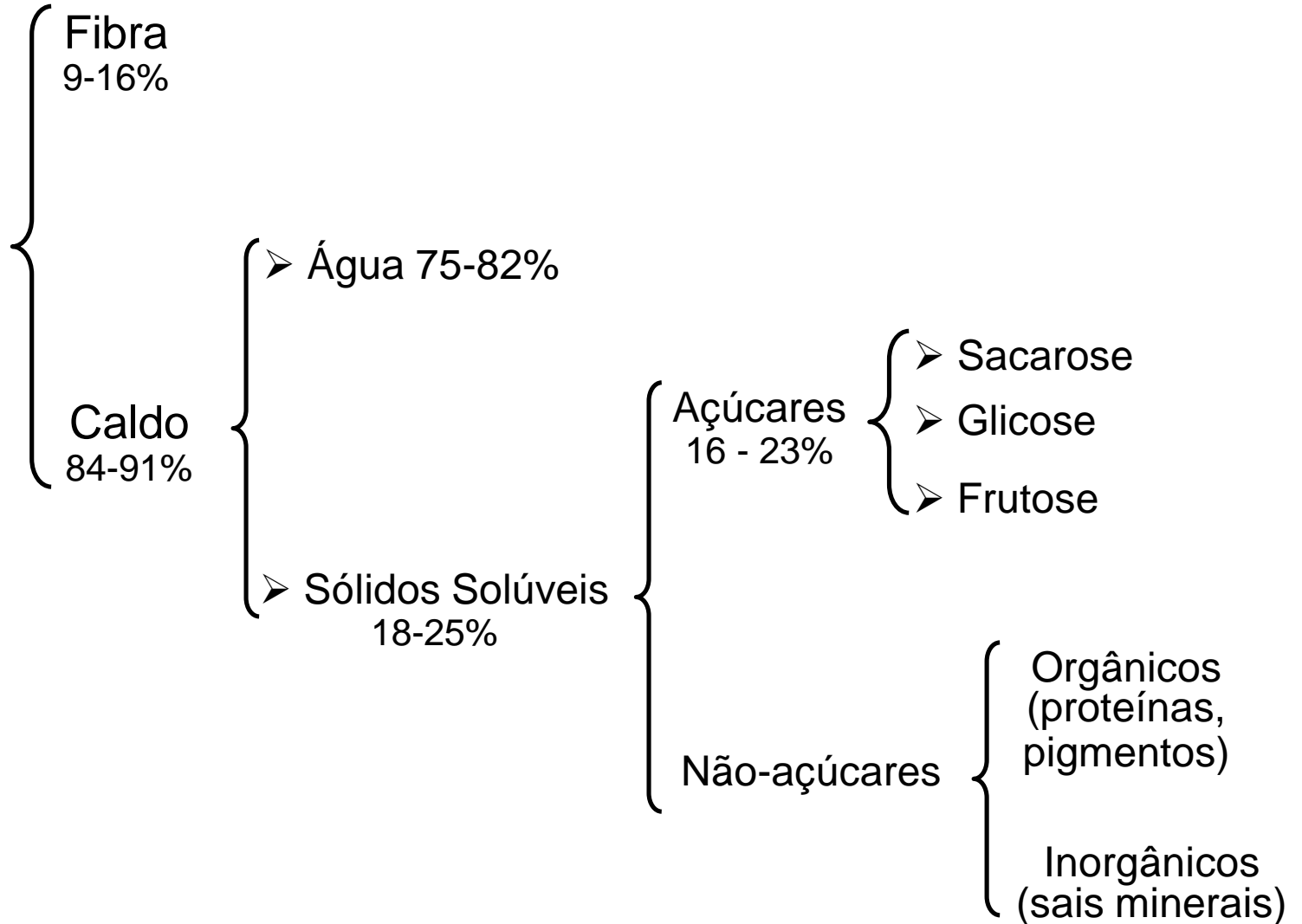


Produção Sucroalcooleira

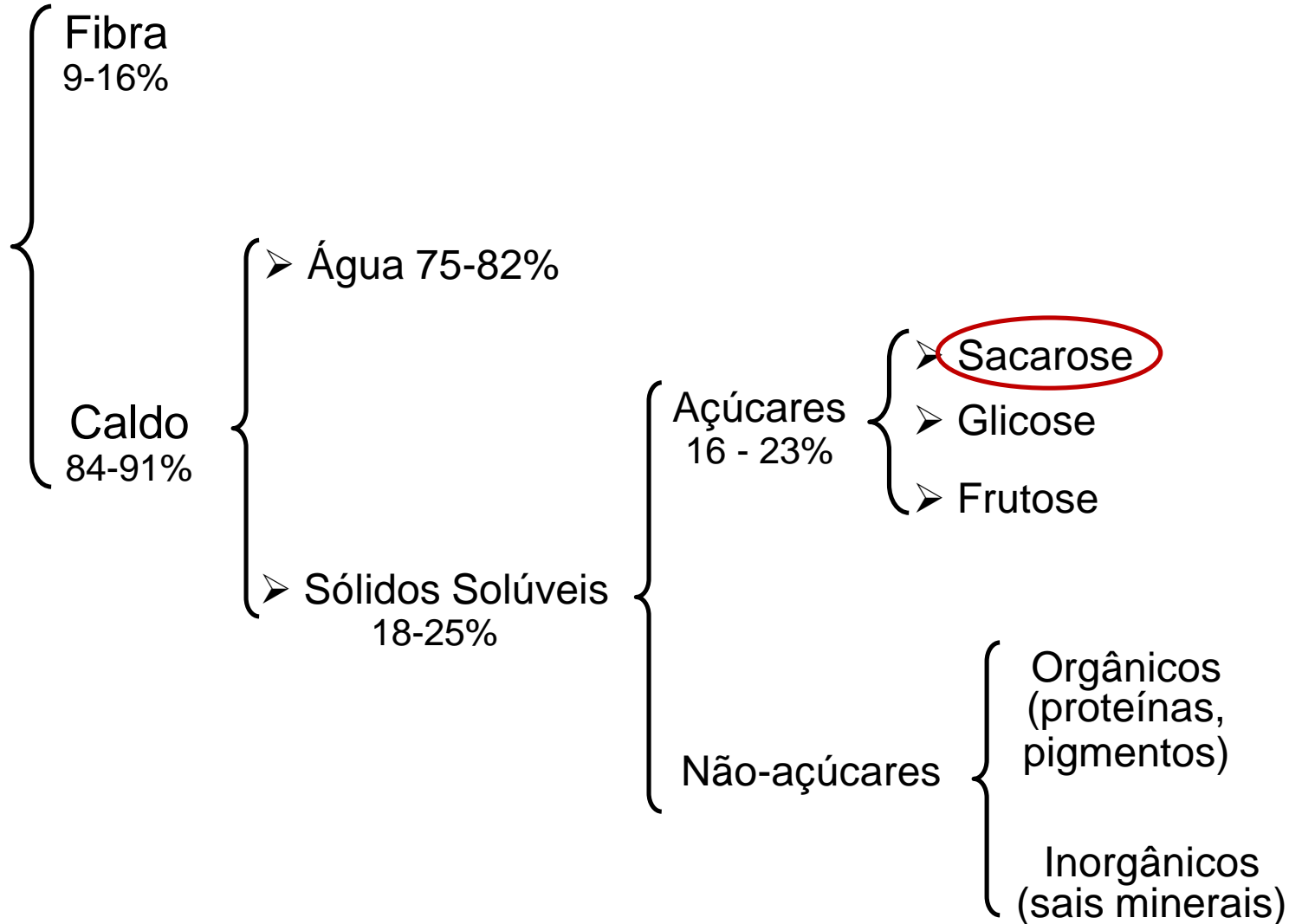
Concentração do caldo e operações finais da produção de açúcares:

- Evaporação;**
- Cozimento;**
- Cristalização;**
- Centrifugação;**
- Secagem.**

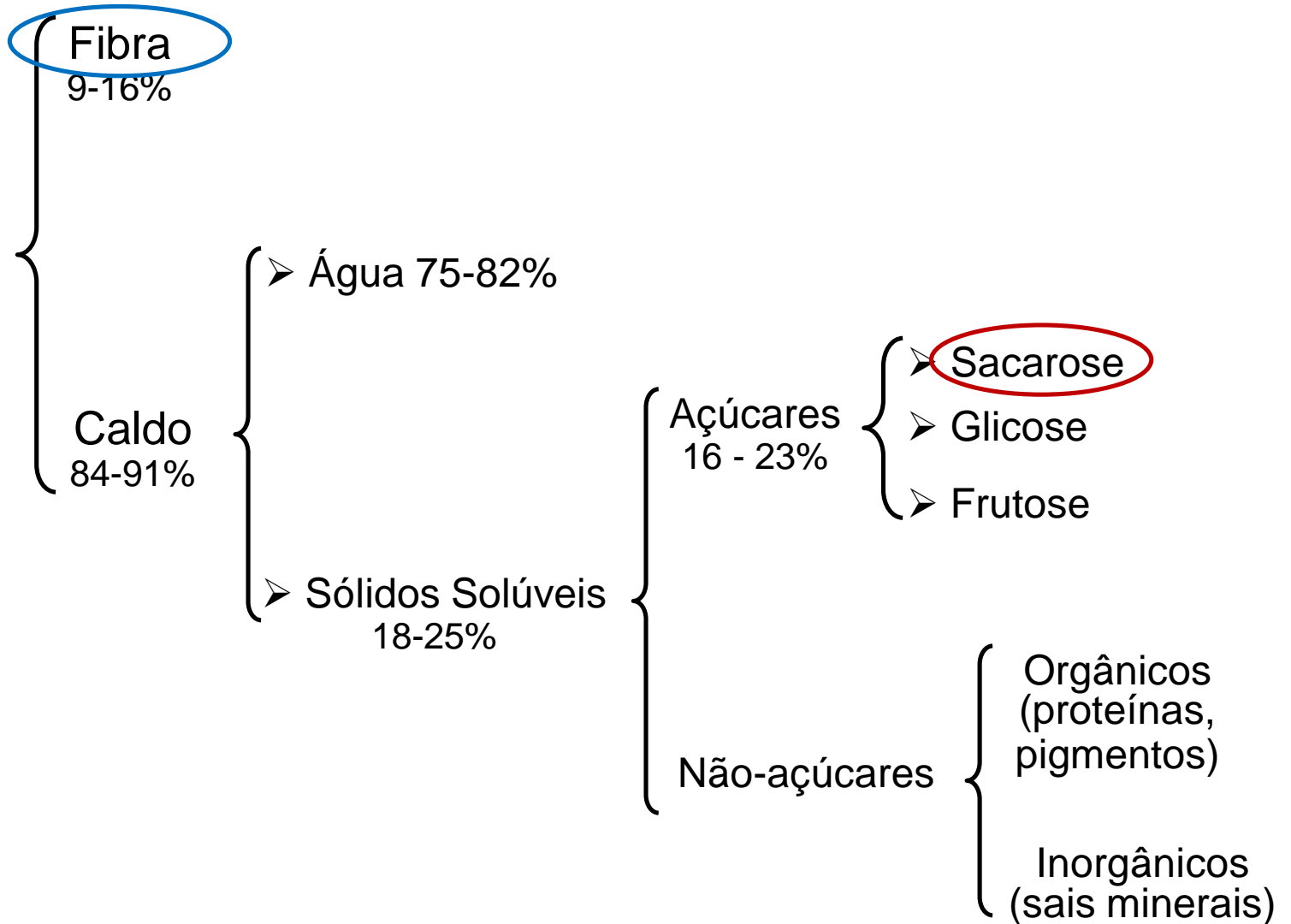
Componentes químicos do caldo de cana:



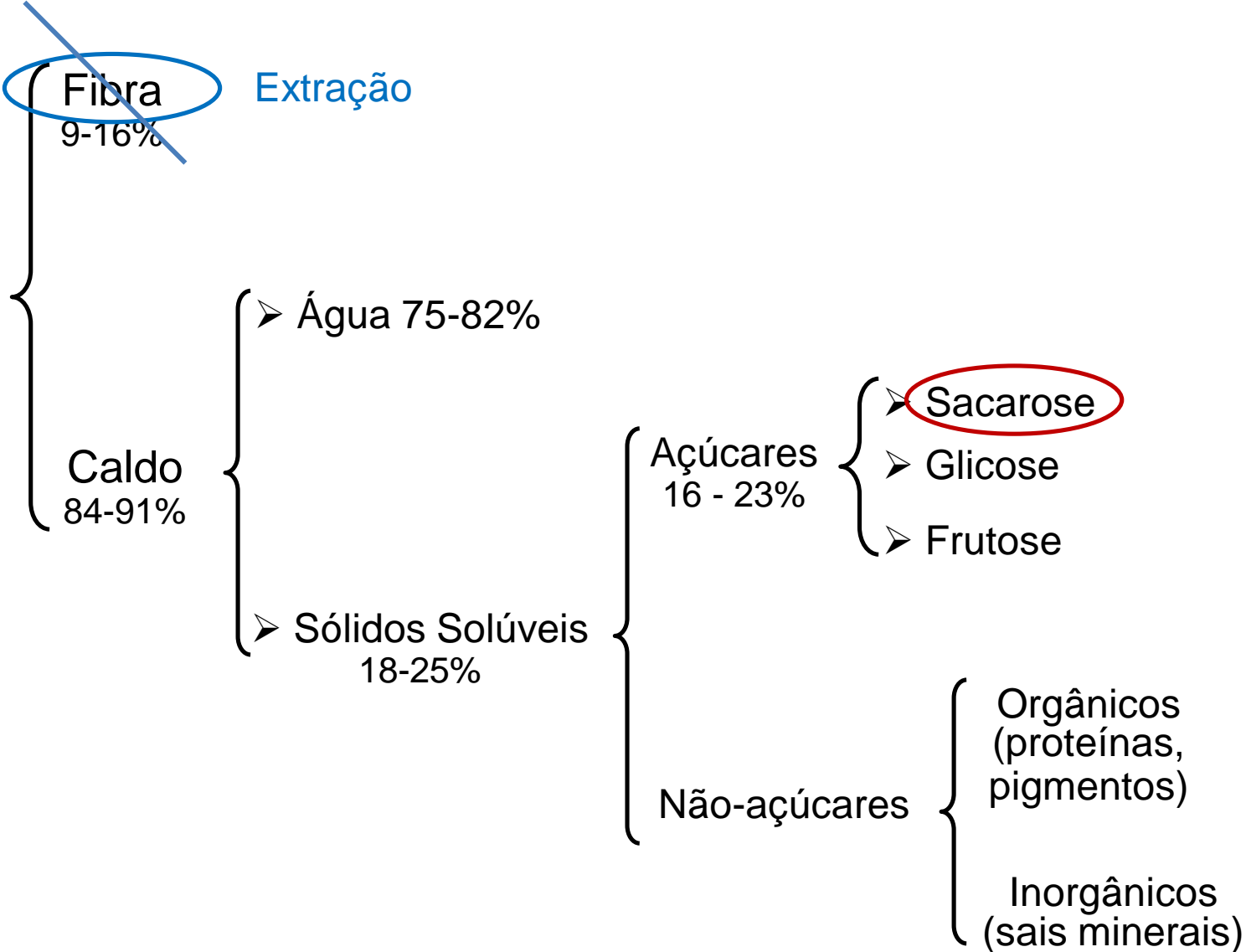
Componentes químicos do caldo de cana:



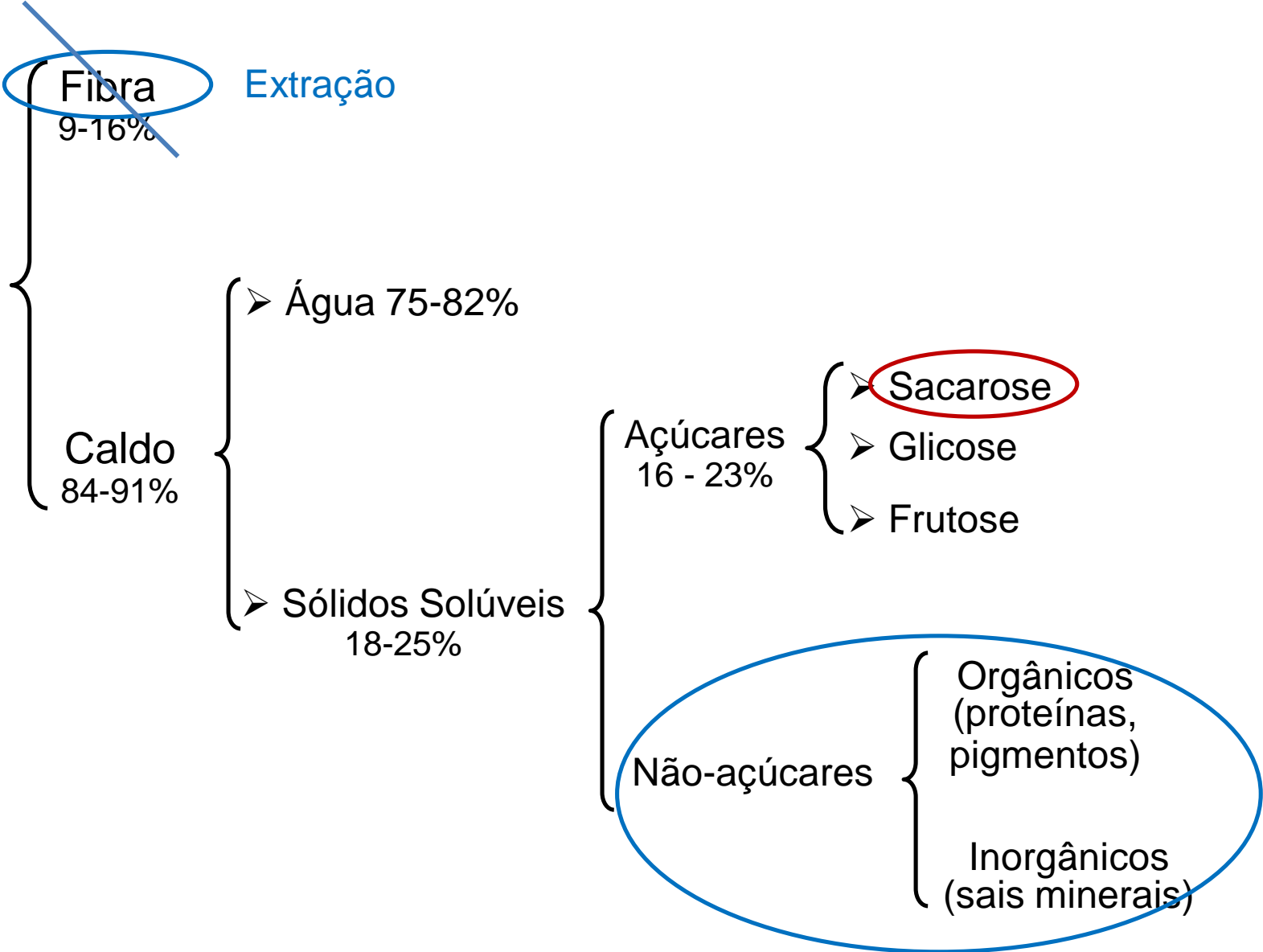
Componentes químicos do caldo de cana:



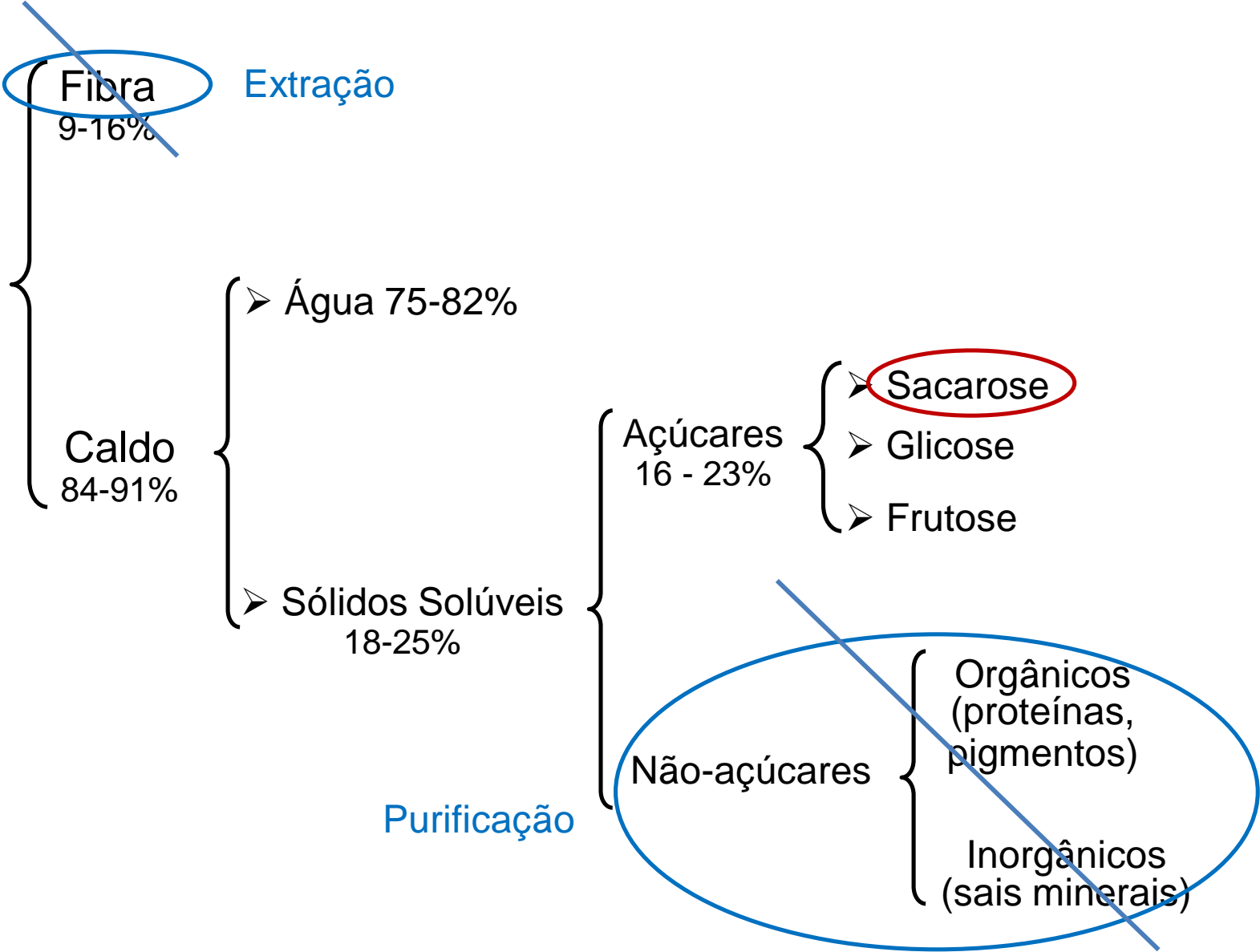
Componentes químicos do caldo de cana:



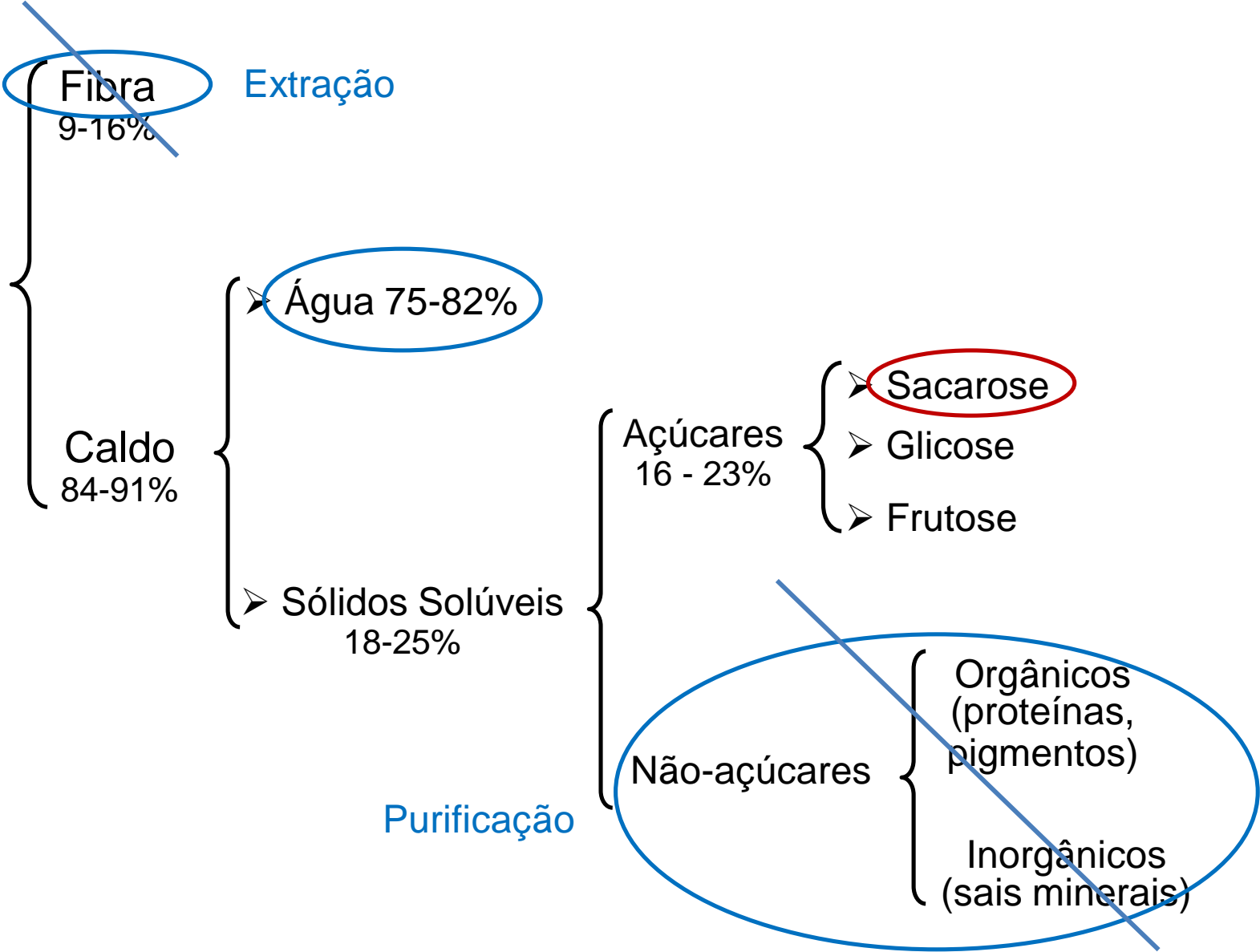
Componentes químicos do caldo de cana:



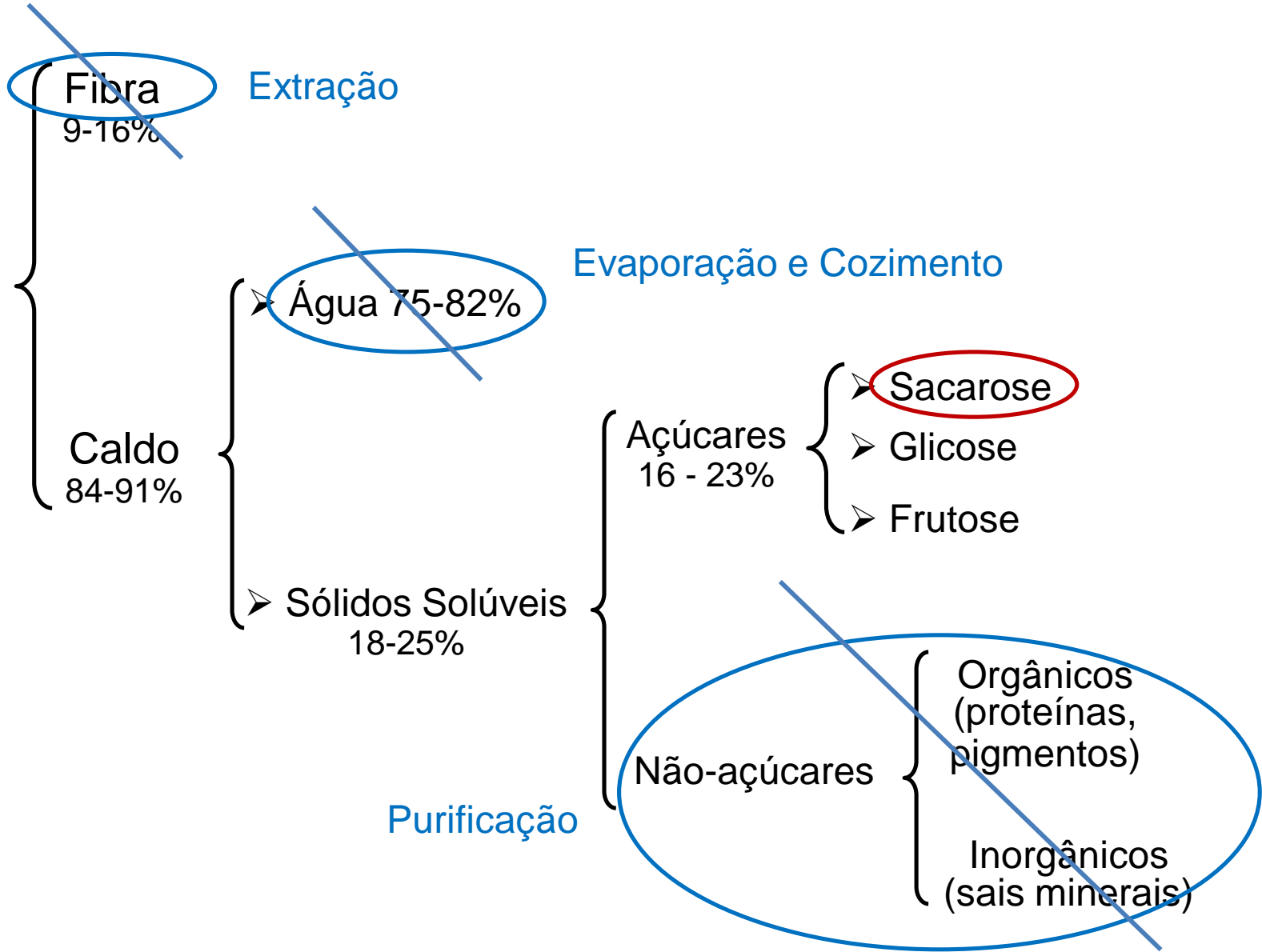
Componentes químicos do caldo de cana:



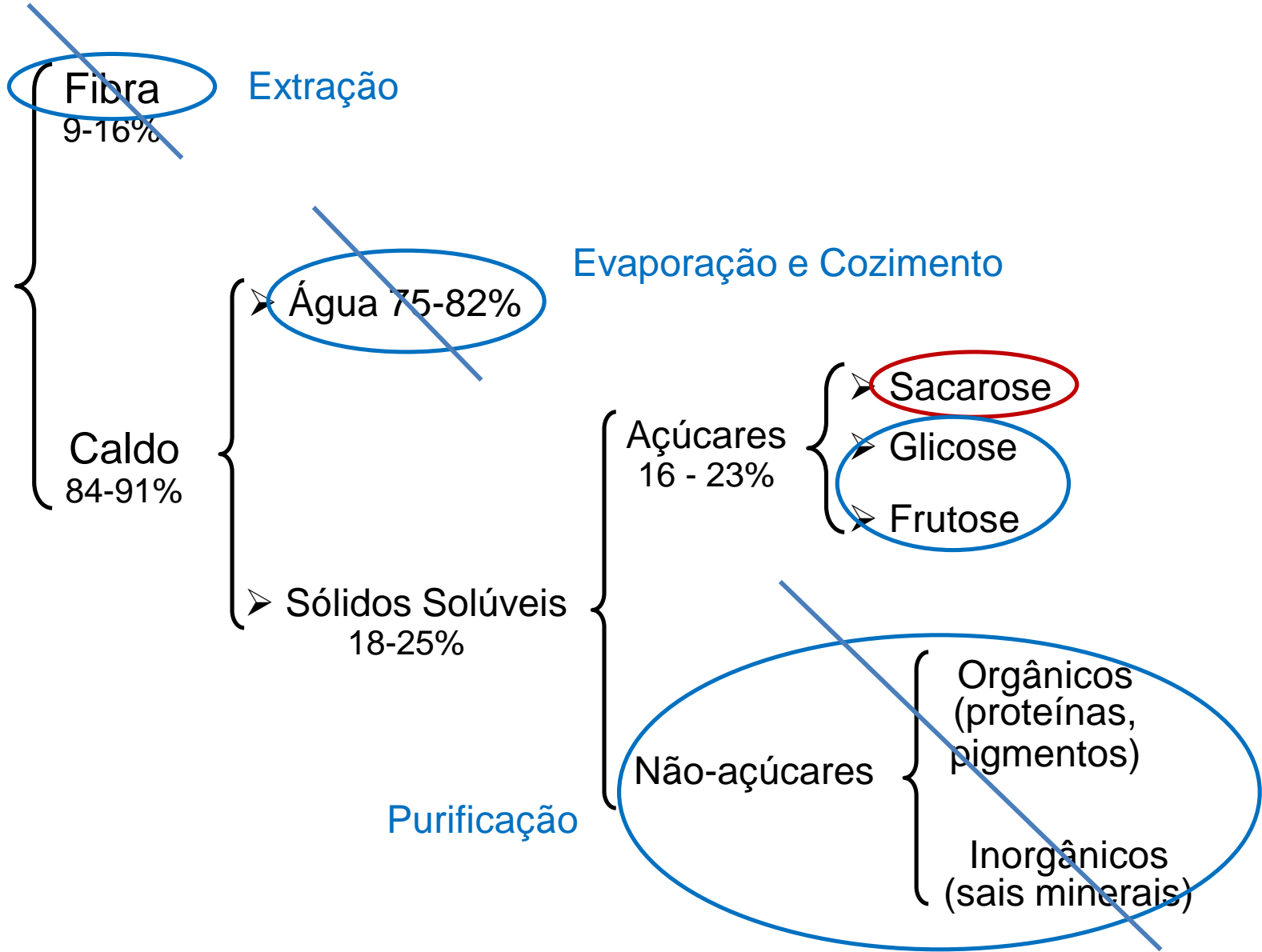
Componentes químicos do caldo de cana:



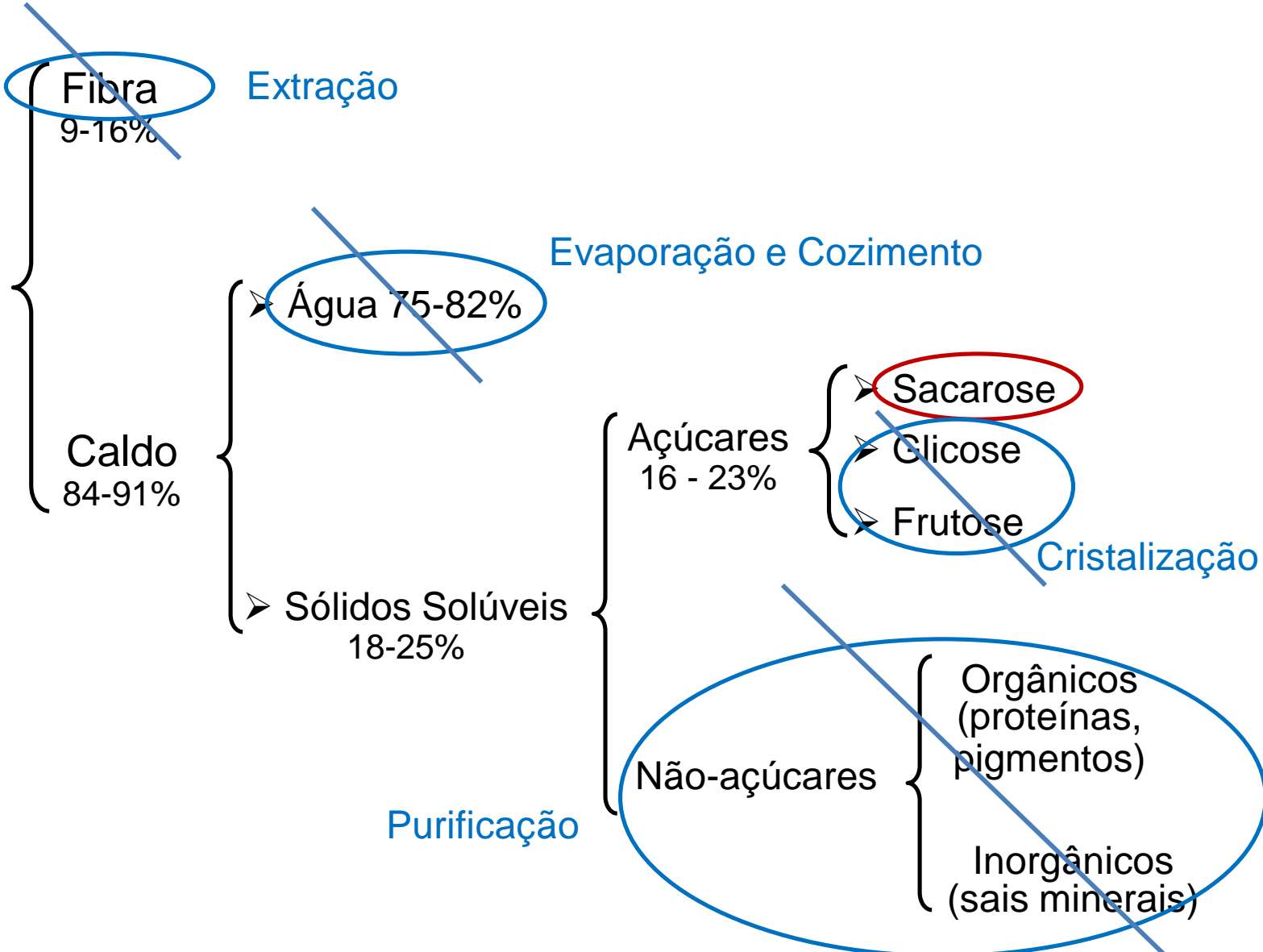
Componentes químicos do caldo de cana:



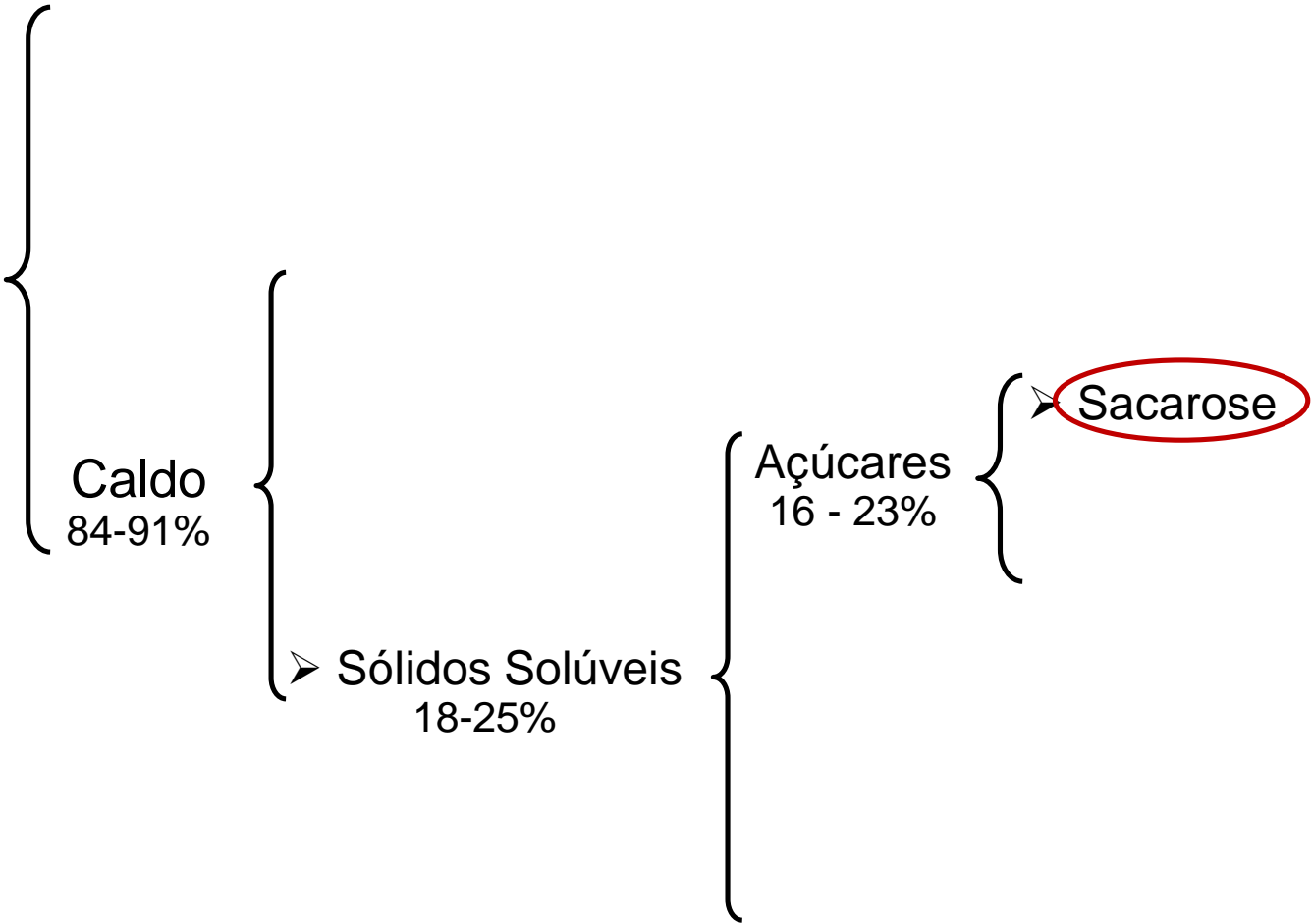
Componentes químicos do caldo de cana:



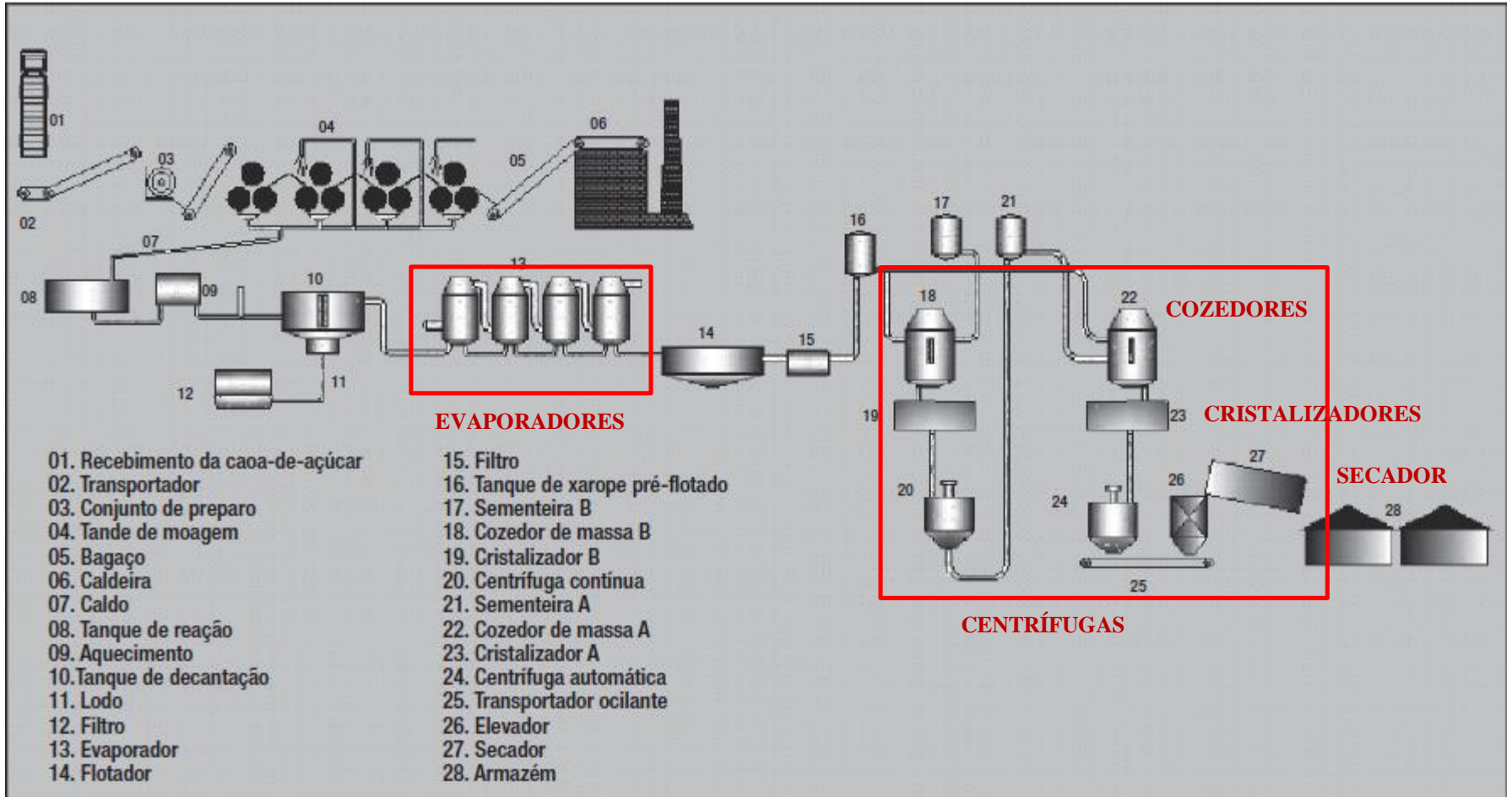
Componentes químicos do caldo de cana:



Componentes químicos do caldo de cana:

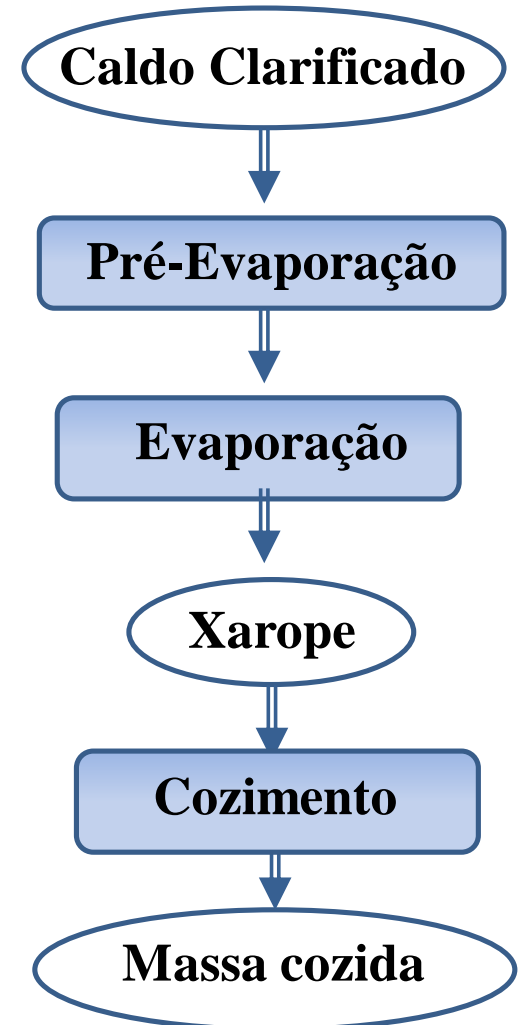


Esquema das várias etapas da produção do açúcar VHP na usina



Concentração do caldo

- ❑ O objetivo da evaporação é concentrar o caldo clarificado, produzindo o xarope com uma 60 – 70° Brix.
- ❑ A concentração do caldo, por motivos técnicos e econômicos é realizada em duas etapas. A primeira em evaporadores de múltiplos efeitos aquecidos a vapor, produzindo o “xarope”.
- ❑ A segunda etapa realiza-se em evaporadores de simples efeito, aquecidos a vapor, denominados cozedores. Nestes o caldo entra na forma de “xarope” e sai na forma de massa cozida, na qual a sacarose apresenta-se parcialmente cristalizada.



Evaporação

Calandra:

❑ Situa-se no fundo do evaporador e é constituída de duas placas perfuradas, uma superior e uma inferior denominadas espelhos, os quais são interligados pelos tubos.

❑ Existe na calandra um tubo central de diâmetro maior que os tubos periféricos. Desta maneira, durante a evaporação existem duas correntes de circulação de caldo, uma ascendente nos tubos periféricos e da periferia para o centro e uma segunda descendente pelo tubo central.

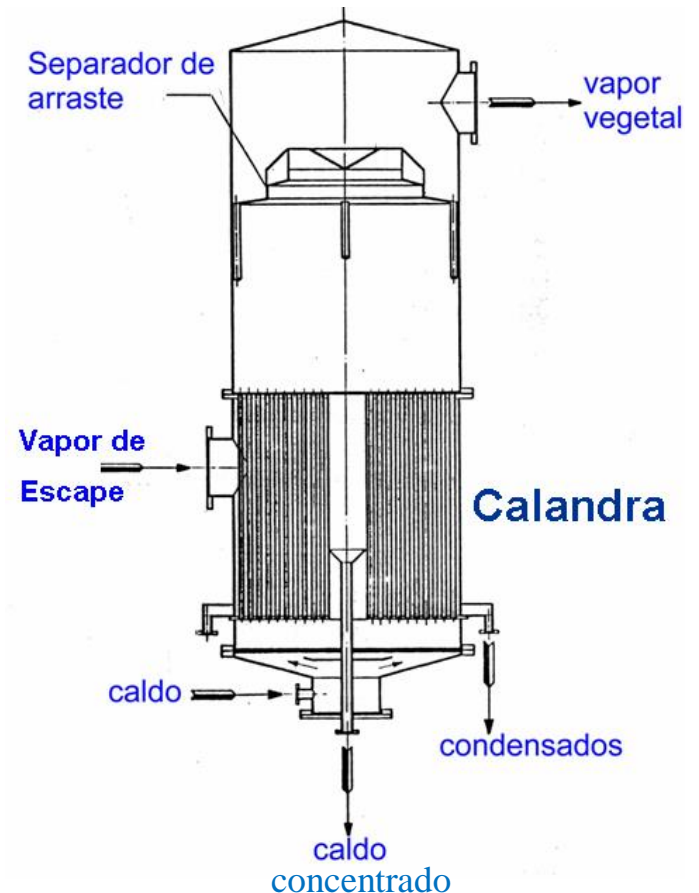


Figura – evaporador tipo **Roberts** .

Evaporação

Calandra:

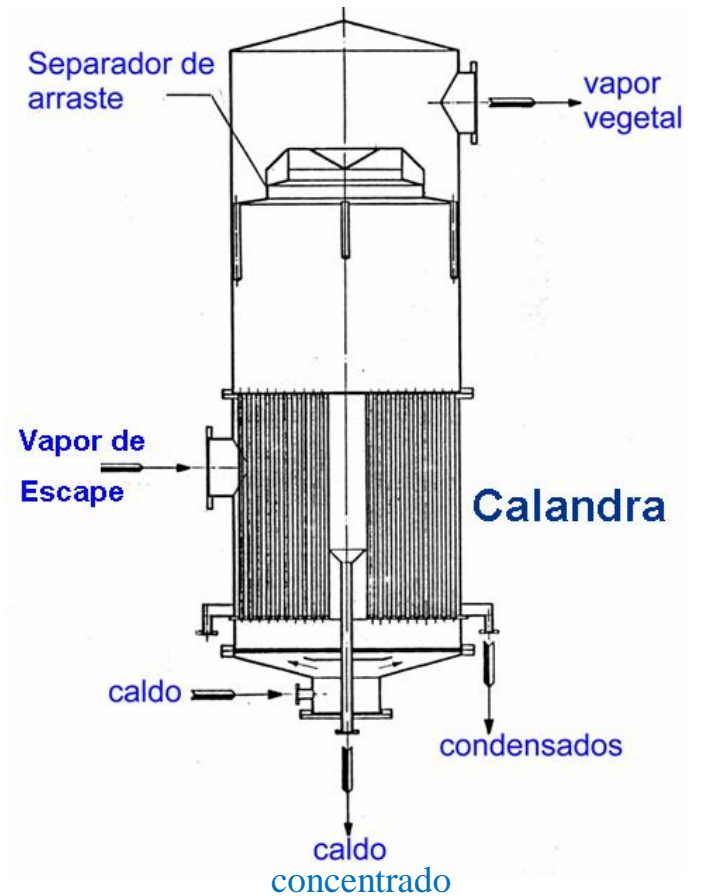


Figura – evaporador tipo **Roberts** .

Evaporação

Calandra:

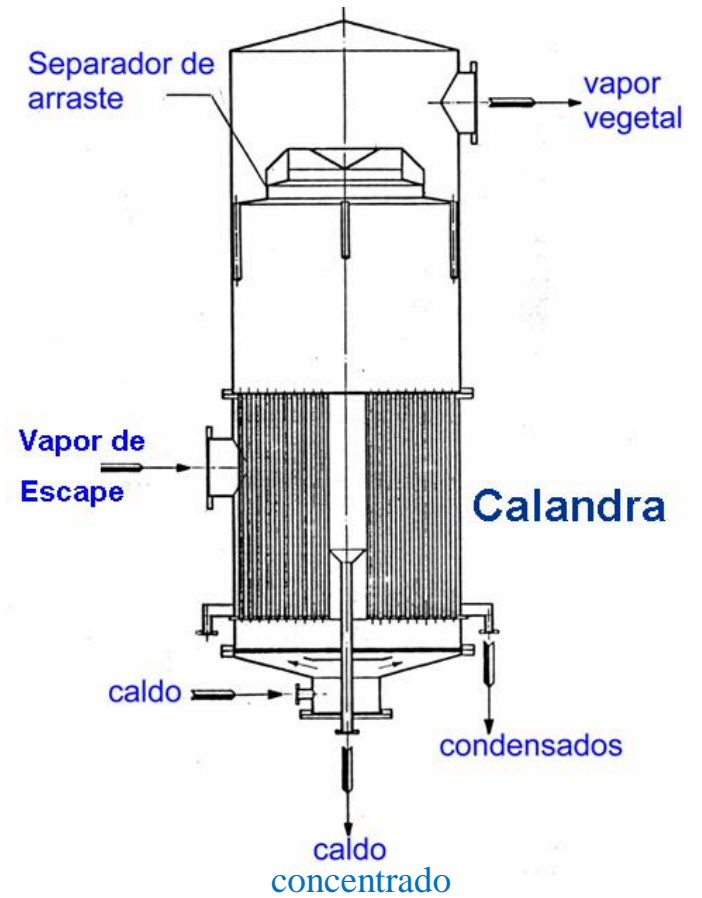


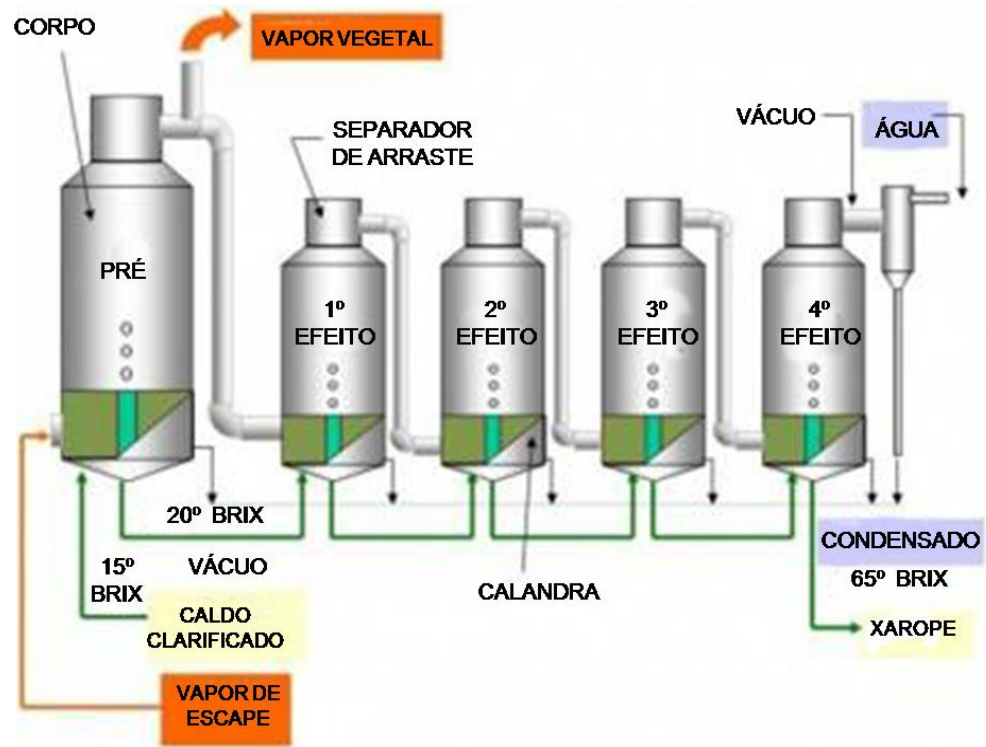
Figura – evaporador tipo **Roberts** .

Evaporação

❑ O vapor de escape das moendas entra no pré-aquecedor, condensa, transfere calor para o caldo que se encontra dentro dos tubos da calandra, produzindo assim a evaporação da água (caldo) dentro dos tubos = vapor vegetal

❑ O 1º efeito e demais evaporadores são aquecidos pelo vapor vegetal (vapor produzido pela evaporação de água do caldo) do efeito anterior.

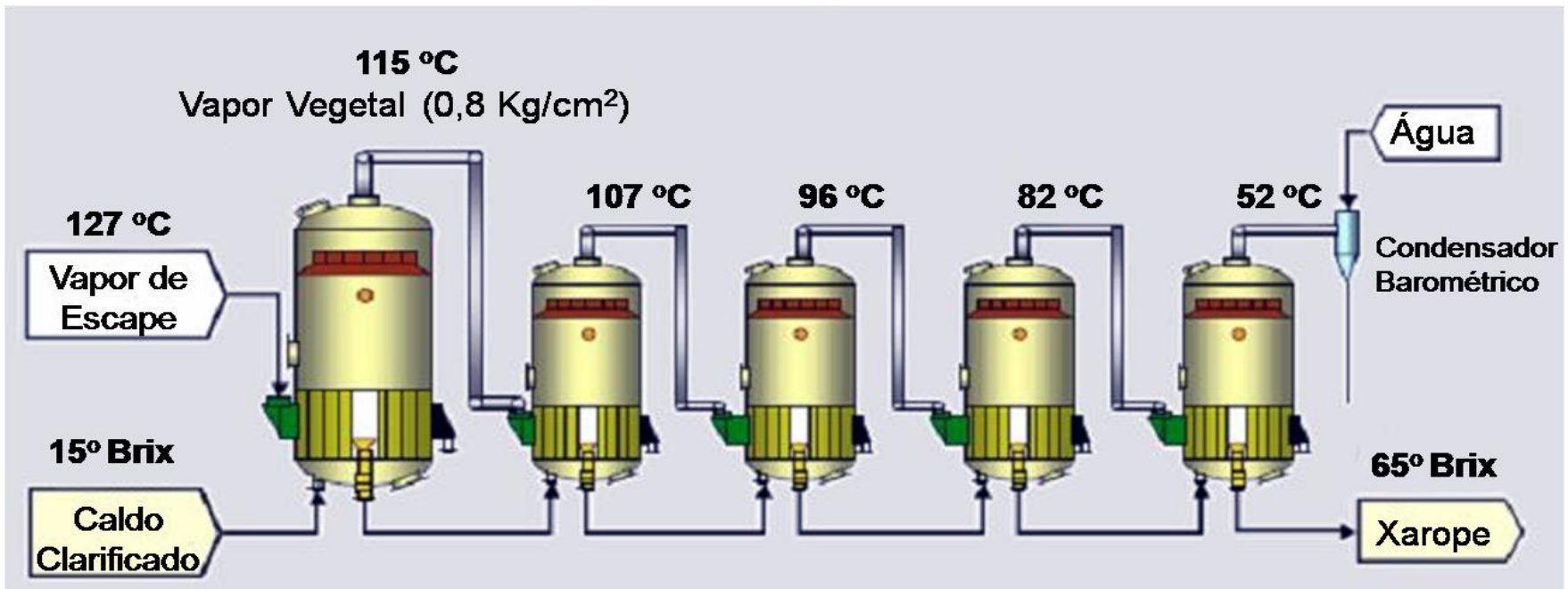
❑ O vapor vegetal é utilizado no evaporador (efeito) seguinte. O evaporador múltiplo efeito é econômico ao usar vapor vegetal.



Sistema de evaporadores de múltiplo efeitos.

Evaporação

- ❑ A seção de evaporação realiza a primeira etapa no processo de concentração do caldo.
- ❑ O vapor que iria ser necessário para operar os evaporadores em simples efeito iria exceder o vapor gerado pela indústria. Assim usa-se evaporação em múltiplo efeito.

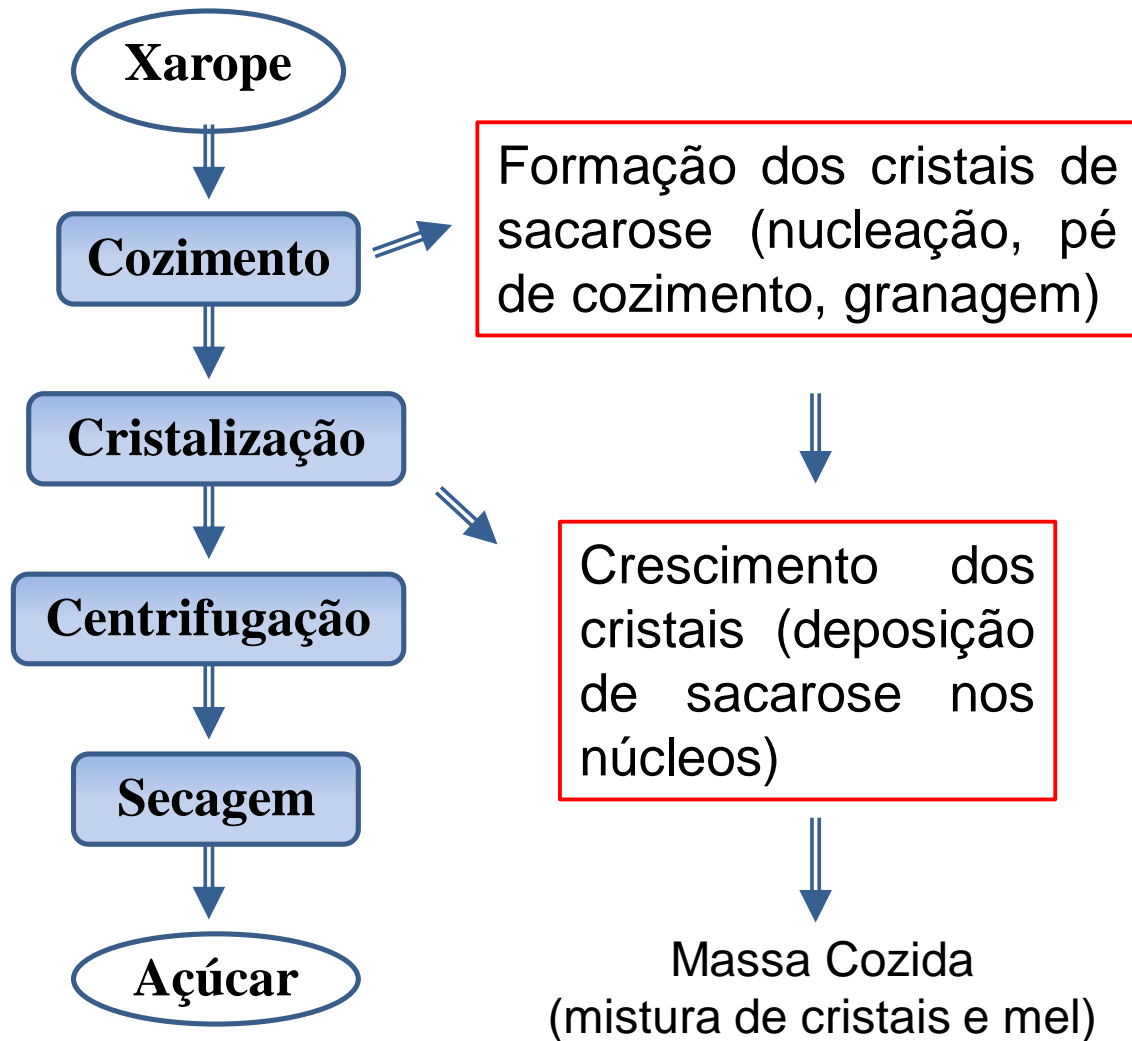


Sistema de evaporadores do Tipo Robert.

Evaporação de múltiplo efeito

- ❑ A necessidade de economia de vapor obriga o uso do princípio de múltiplo efeito.
- ❑ Na evaporação em múltiplo efeito, o vapor da ebulição do caldo de um corpo é usado como fonte de calor para o corpo seguinte.
- ❑ Isto só pode ser realizado devido à redução da pressão (vácuo) nos corpos do múltiplo efeito, de modo a reduzir o ponto de ebulição do líquido.

Cozimento do xarope e operações finais do processo



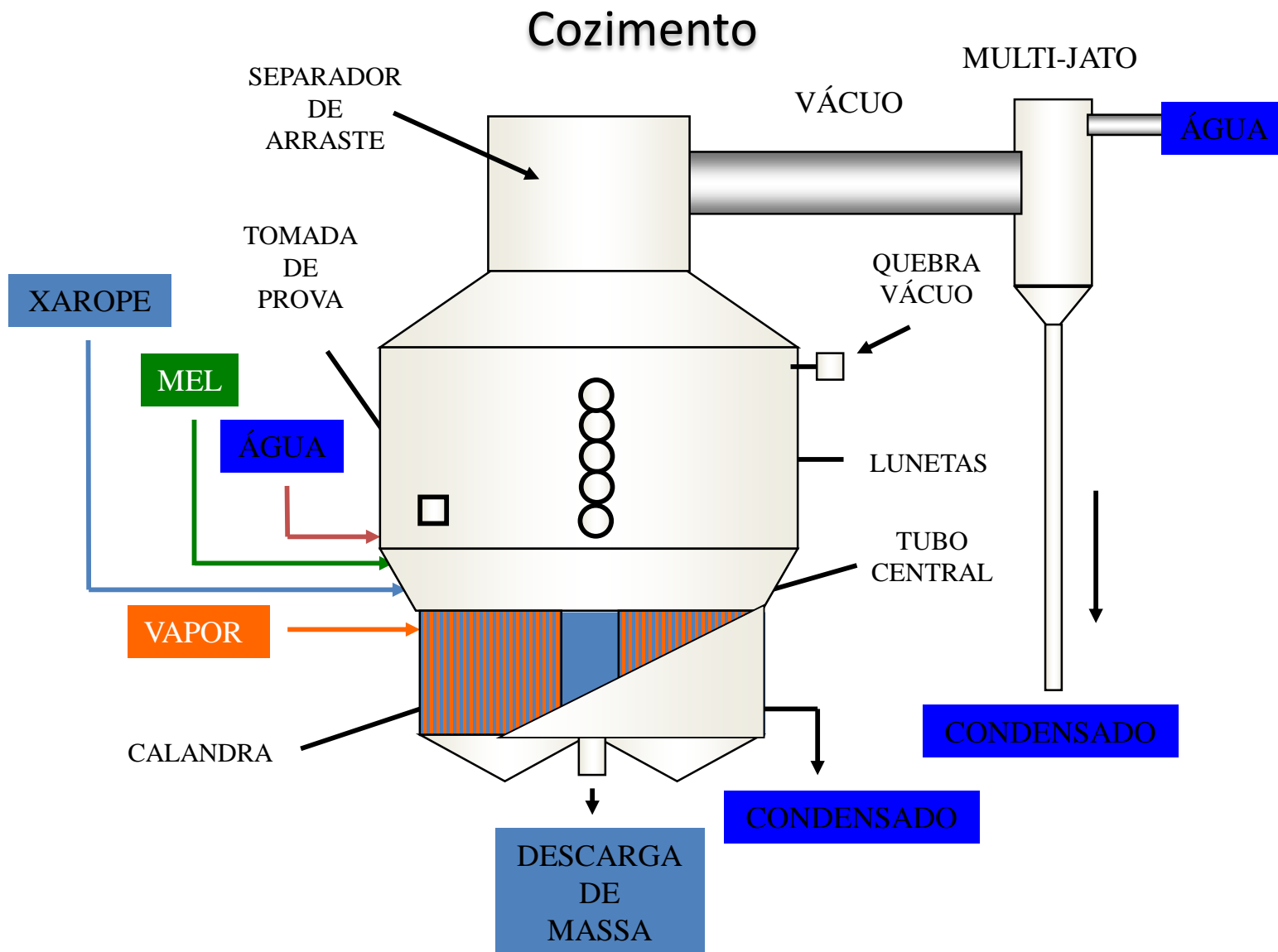


Figura – Descrição de um cozedor intermitente clássico.

Cozimento

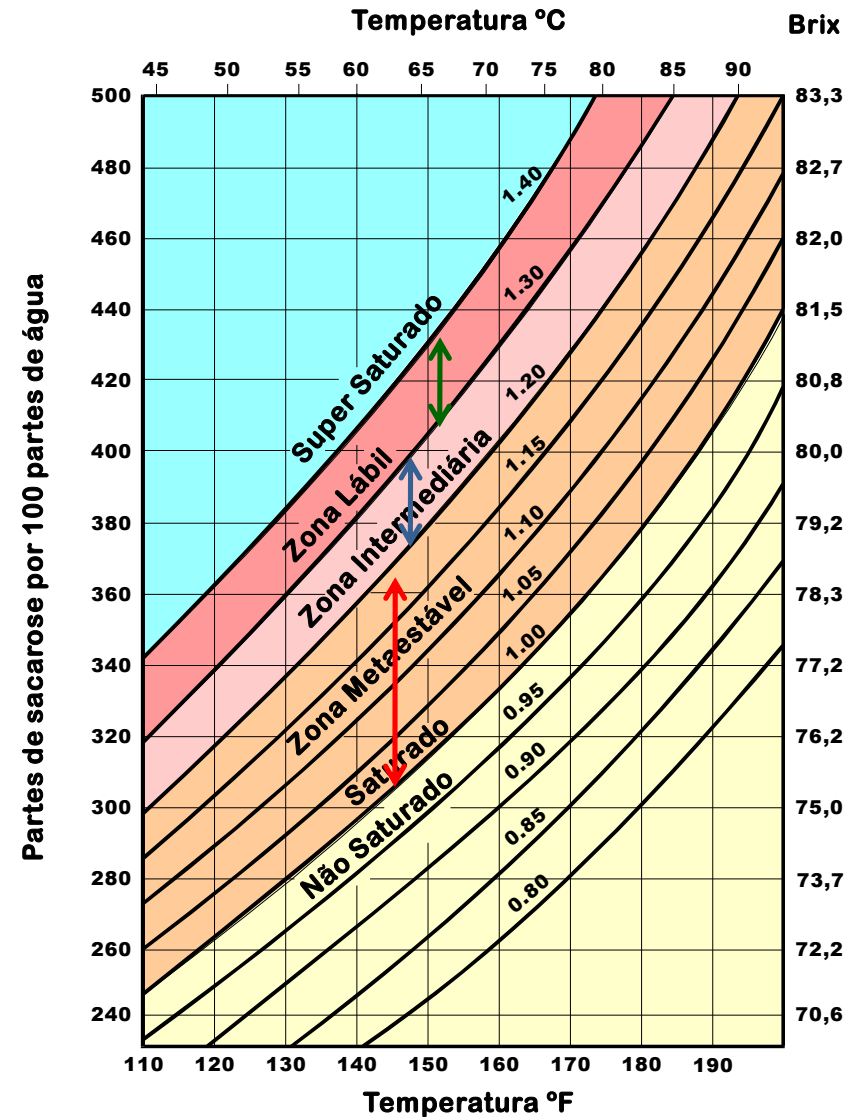
- ❑ O cozimento é feito sob vácuo, por evaporação, a baixa temperatura (65-70°C), para que não ocorra prejuízo da qualidade do açúcar ou até degradação térmica da sacarose.
- ❑ No cozimento, estaremos evaporando a água e, portanto, supersaturando a solução, fazendo com que o açúcar se deposite nas sementes ou nos cristais já existentes, fazendo-os crescer.
- ❑ Coeficientes de insaturação, saturação e super-saturação.

Zona Metaestável

- ❑ É a região mais perto à curva de saturação, onde os cristais existentes na massa crescem sem que haja formação de novos cristais.
- ❑ Se encontra entre as curvas de saturação 1.0 e 1.2
- ❑ É a região da curva onde se efetua o método da “semeadura” e onde deve ser mantido o cozimento

Zona Lábil

- ❑ Nesta zona haverá formação de novos cristais independentemente da presença ou não de cristais existentes.
- ❑ É a região da curva onde se efetua o método da “espera” (não usual atualmente).



Cozimento

❑ O objetivo do cozimento é obter uma massa com cristais homogêneos e um mel o mais pobre possível em sacarose. Concentra-se a massa até se atingir o Brix desejado (92° Brix) para final do cozimento.

❑ Métodos de nucleação (cristalização):

a) Espera (atingir a Zona Lábil: formação de cristais)

b) Semeadura (suspensão em etanol de grãos de açúcar finamente moídos = núcleos de deposição de sacarose). Ocorre na Zona Metaestável (crescimento dos cristais).

Cristalização complementar

É o processo de deposição de sacarose sobre os cristais formados, mediante agitação da massa cozida.
(Zona mestaestável)

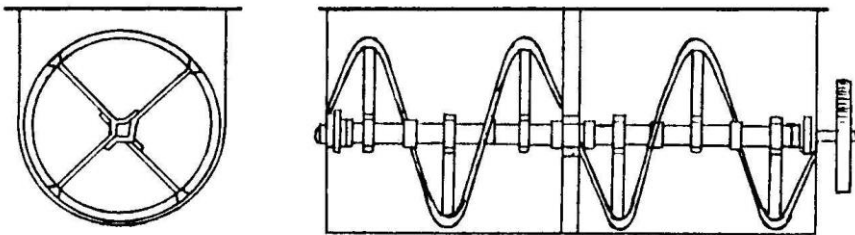


Figura – Cristalizadores.

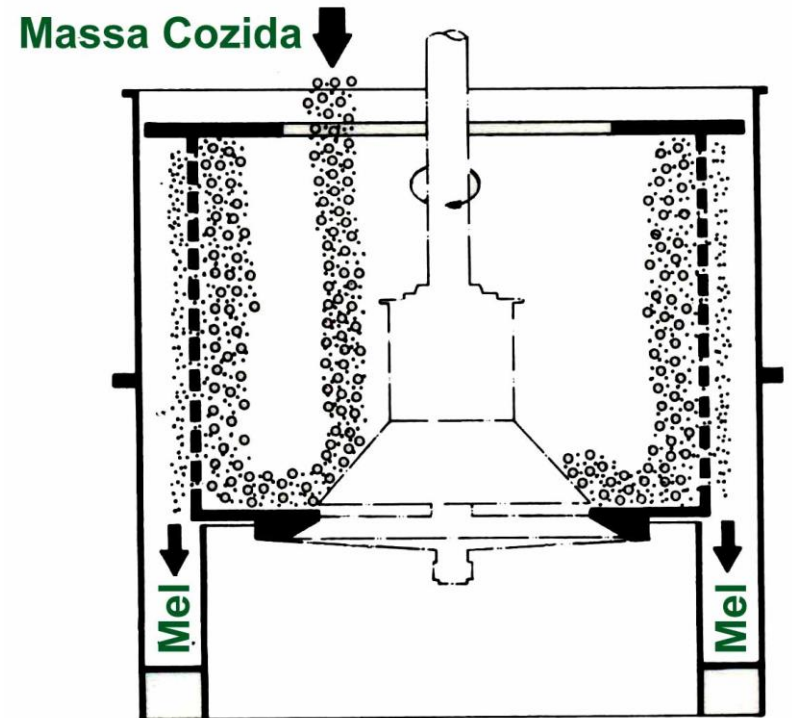
Centrifugação

❑ Dos cristalizadores, a massa cozida parcialmente resfriada segue para o setor de centrifugação.

❑ As centrífugas são constituídas por um cesto perfurado, fixado a um eixo e acionado por um motor que gira a alta velocidade.

❑ A ação da força centrífuga (1200 - 1500 rpm) faz com que o mel atravesse as perfurações da tela do cesto, ficando retidos, em seu interior, somente os cristais de sacarose.

❑ O processo se completa pela lavagem do açúcar com água e vapor, ainda no interior do cesto.



Centrifugação

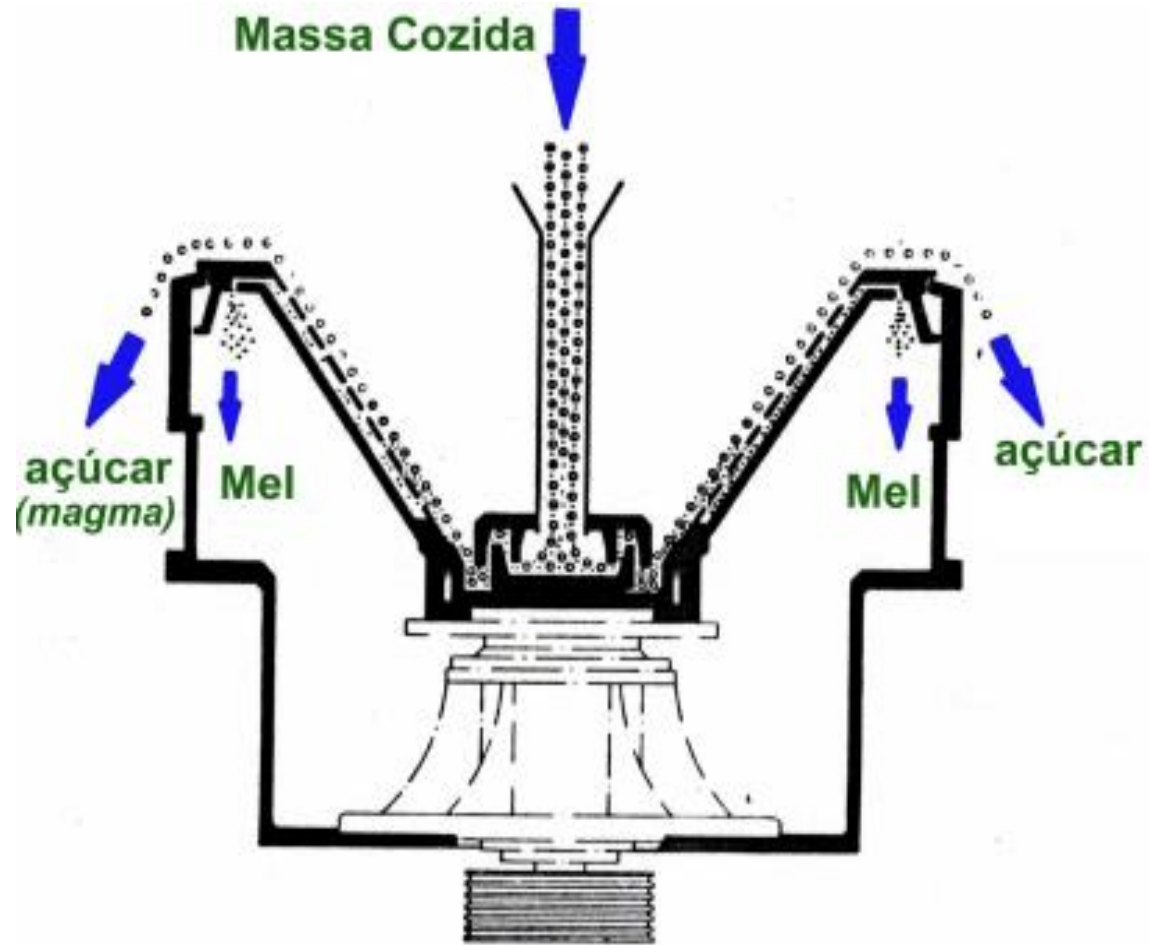


Figura – Esquema de centrífugas contínuas.

Centrifugação

- ❑ O mel removido é coletado em um tanque e retorna aos cozedores para recuperação do açúcar dissolvido ainda presente (cozimento de duas massas), até que se atinja um maior esgotamento do mesmo.
- ❑ o mel final ou melaço é enviado para a fabricação de etanol.



Figura – centrífugas descontinuas ou intermitentes.



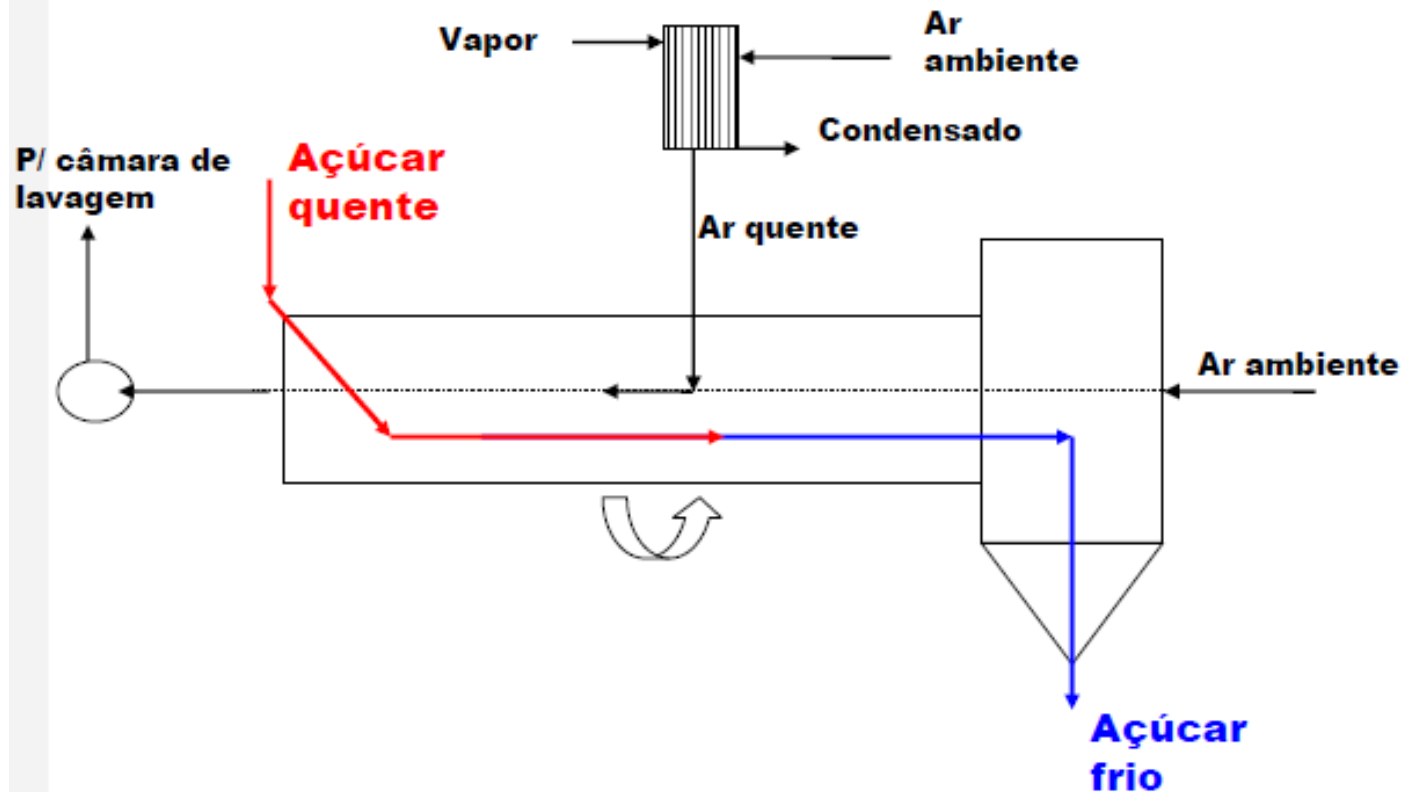
Figura – centrífugas continuas.

Secagem

- ❑ O açúcar descarregado das centrífugas apresenta alto teor relativo de umidade (0,5 a 2%), bem como temperatura elevada (65-95°C), devido à lavagem com vapor.
- ❑ Um secador de açúcar compreende um aquecedor de ar com ventilador e é dividido em uma parte de secagem e outra de esfriamento.

Secagem

Secador Rotativo Convencional



Umidade na secagem

- ❑ O açúcar é seco até atingir umidade final de 0,1% (cristal branco) ou 0,25% (VHP) e temperatura ambiente.



TIPOS DE AÇÚCARES



TIPOS DE AÇÚCARES



Xarope de sacarose

e

Xarope de açúcar
invertido
(Gludex)

ESPECIFICAÇÃO DE AÇÚCARES

IN 42, 2017

Classes	Tipos	Parâmetros				
		Polarização (°Z mín.)	Umidade (% máx.)	Cor ICUMSA (UI Max.)	Cinzas Condutimétricas (% máx.)	Açúcares Redutores (% m/m máx.)
Branco	Cristal	99,50	0,10	400	0,10	N/A
	Refinado Amorfo ou Refinado	99,00	0,30	100	0,20	N/A
	Confeiteiro	99,00	0,30	150	0,20	N/A
	Refinado Granulado	99,80	0,05	60	0,05	N/A
Bruto	Demerara	96,00	1,20	5000	0,50	N/A
	VHP	99,00	0,25	2.500	0,25	N/A
	VVHP	99,49	0,15	1.000	0,15	N/A
Líquido	Líquido	N/A	N/A	120	0,30	0,30
	Invertido	N/A	N/A	120	0,30	60 a 90

N/A = não se aplica