



Universidade de São Paulo – USP

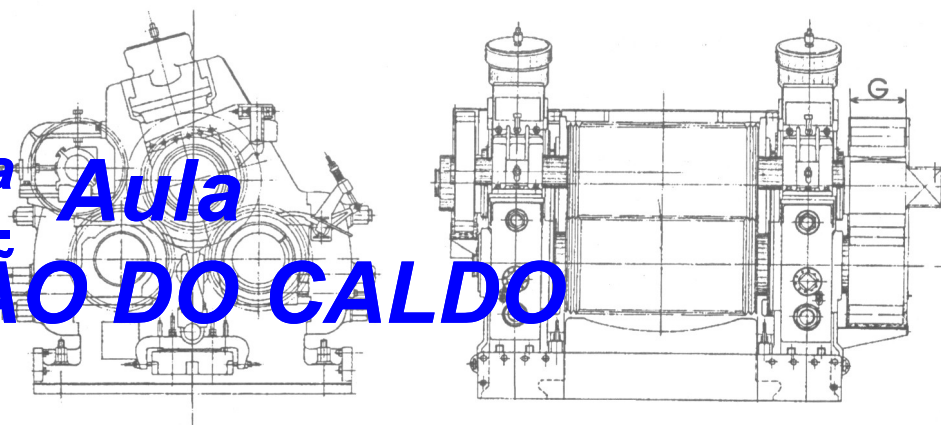


Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Esalq
Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - LAN

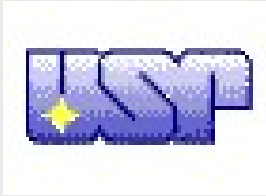
LAN 1458 – Açúcar e Álcool



6ª Aula
EXTRAÇÃO DO CALDO



Prof. Antonio Sampaio Baptista



EXTRAÇÃO DO CALDO



◆ INTRODUÇÃO

1 Extração do caldo com moenda

1.1 Instalação típica

1.2 Principais componentes de uma moenda

1.3 Parâmetros para o julgamento da eficiência de uma moenda

1.4 Embebição

1.5 Capacidade de extração

2 Extração do caldo com difusor

2.1 Princípios da difusão

2.2 Pontos importantes na difusão

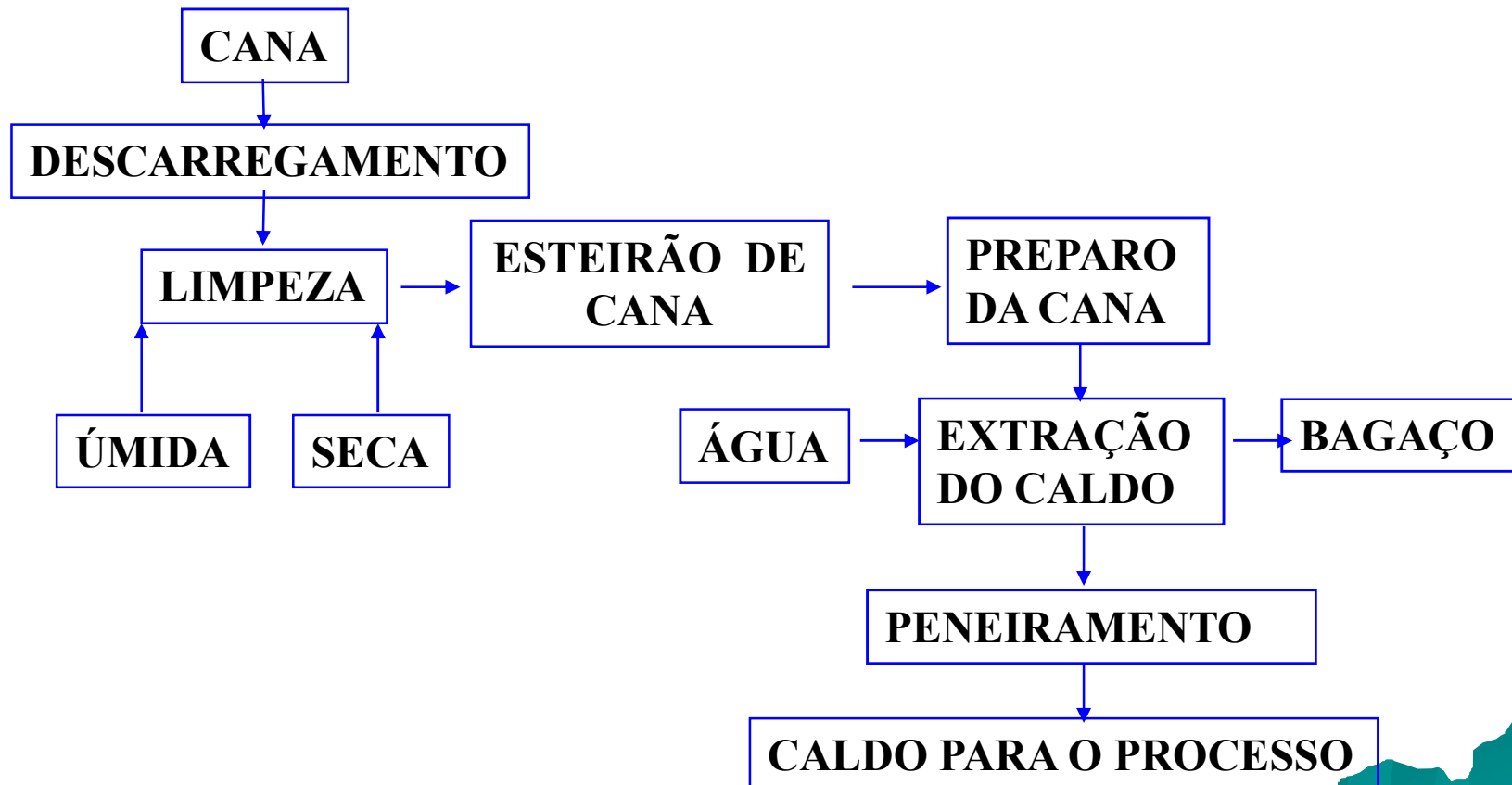
2.3 Características de um difusor

2.4 Difusor sem correntes

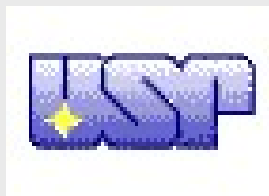
4 Considerações finais

5 Referências

◆ INTRODUÇÃO



Descrição Resumida do processo de extração do caldo



EXTRAÇÃO DO CALDO



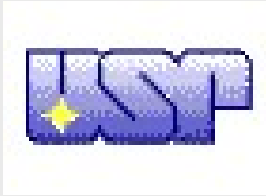
♦ INTRODUÇÃO

Dados relevantes do processo

Extração:

- ✓ Extrair o máximo de sacarose contida na cana (94-98 %);
- ✓ Bagaço com umidade adequada para queima na caldeira (48 a 50 %);
- ✓ Operação contínua sem embuchamentos e falhas mecânicas;





PREPARO DA CANA E EXTRAÇÃO DO CALDO



◆INTRODUÇÃO

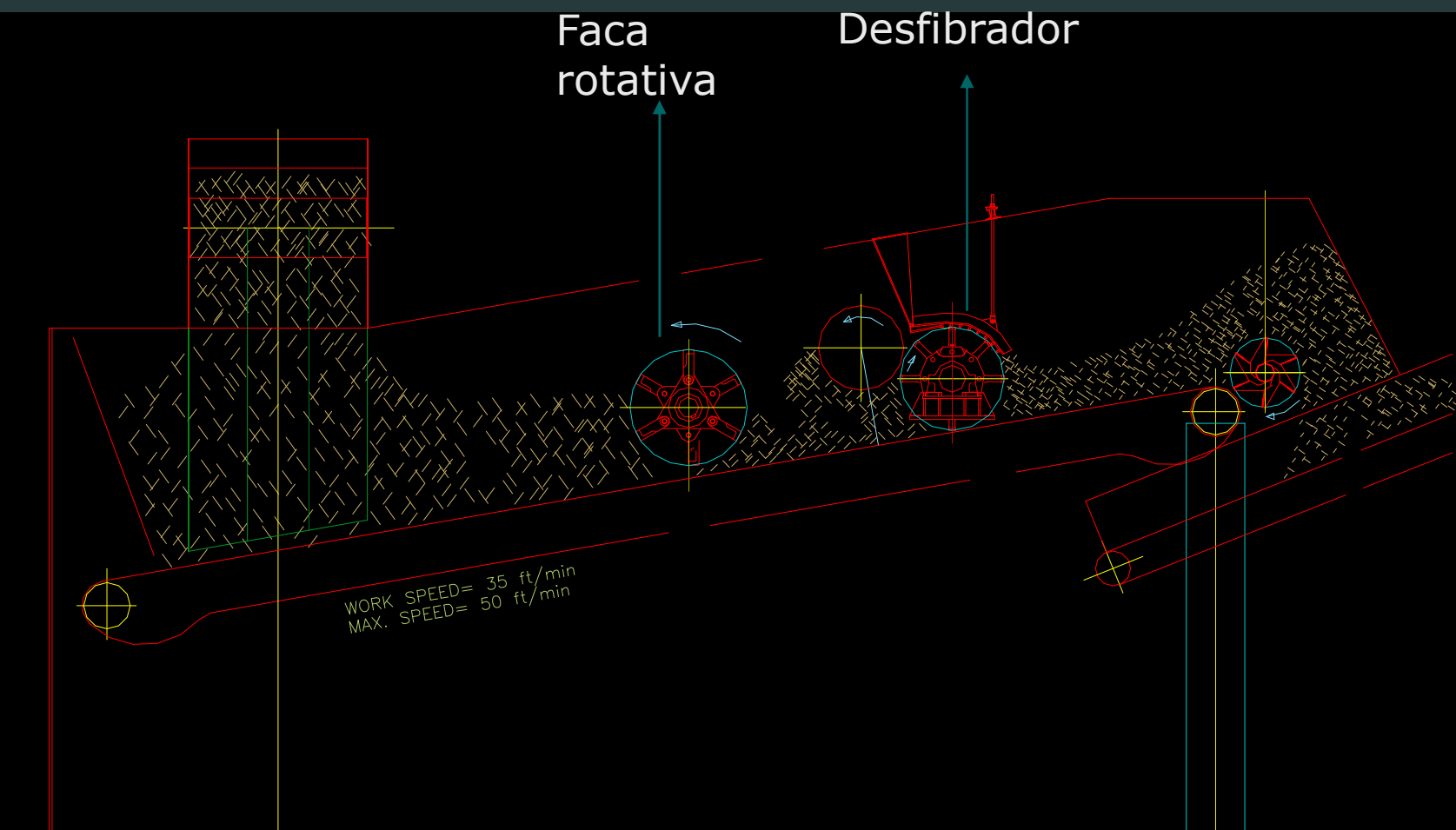
Dados relevantes do processo

Preparo da cana:

- Romper a estrutura dura da cana.
- Obter o maior número de células abertas possíveis ($IP > 86\%$)
- Obter fibras longas
- Aumentar a densidade da cana
- Operação contínua sem embuchamentos e falha mecânicas



PREPARO DA CANA



FLUXO NO PREPARO DE CANA



FACA PICADORA



DESFIBRADOR MAXCELL



COP 8



ESPALHADOR



EQUIPAMENTOS USADOS PARA O PREPARO DA CANA PARA MOAGEM E DIFUSÃO



- **Objetivos:**

- ✓ *Aumentar a densidade da cana/capacidade de moagem e realizar o máximo rompimento das células.*
- ✓ **Jogo de Facas Niveladoras** - *fundamental para altas moagens.*
- **Jogo de Facas Alimentadoras** - *essencial quando o Desfibrador é de alimentação vertical.*
- **Desfibrador de Cana** - *montado sobre a esteira e alimentado por um tambor montado após a esteira ou pelo Jogo de Facas. Existem vários modelos que conferem a cana índices de células abertas que variam de 86 % a 94 %.*

PREPARO DA CANA



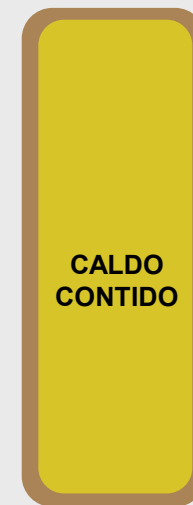
CANA PREPARADA COM JOGO DE FACAS E DESFIBRADOR PESADO:

IMPORTANTE:

- ALTO ÍNDICE DE CÉLULAS ABERTAS
- MANTER FIBRAS LONGAS



**CÉLULA ABERTA
PELO PREPARO**

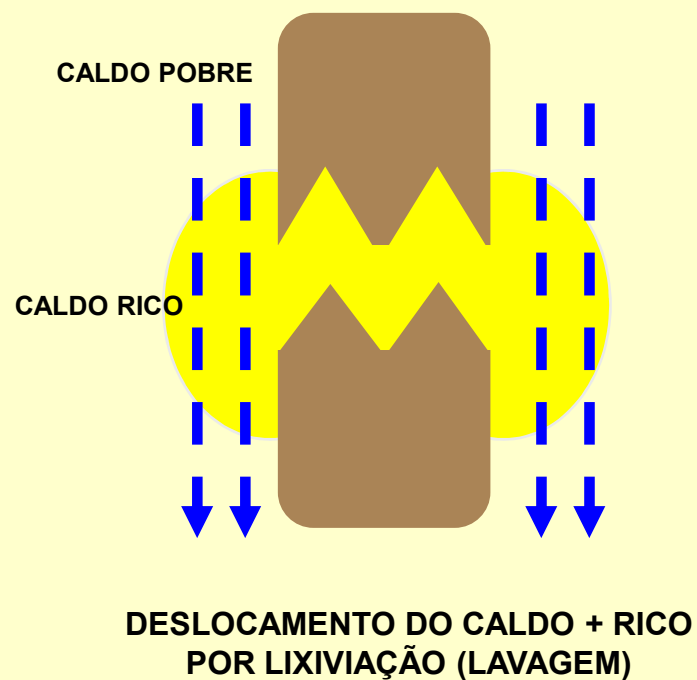


**CÉLULA NÃO ABERTA
PELO PREPARO**

EXTRAÇÃO DO CALDO POR LIXIVIAÇÃO E POR DIFUSÃO

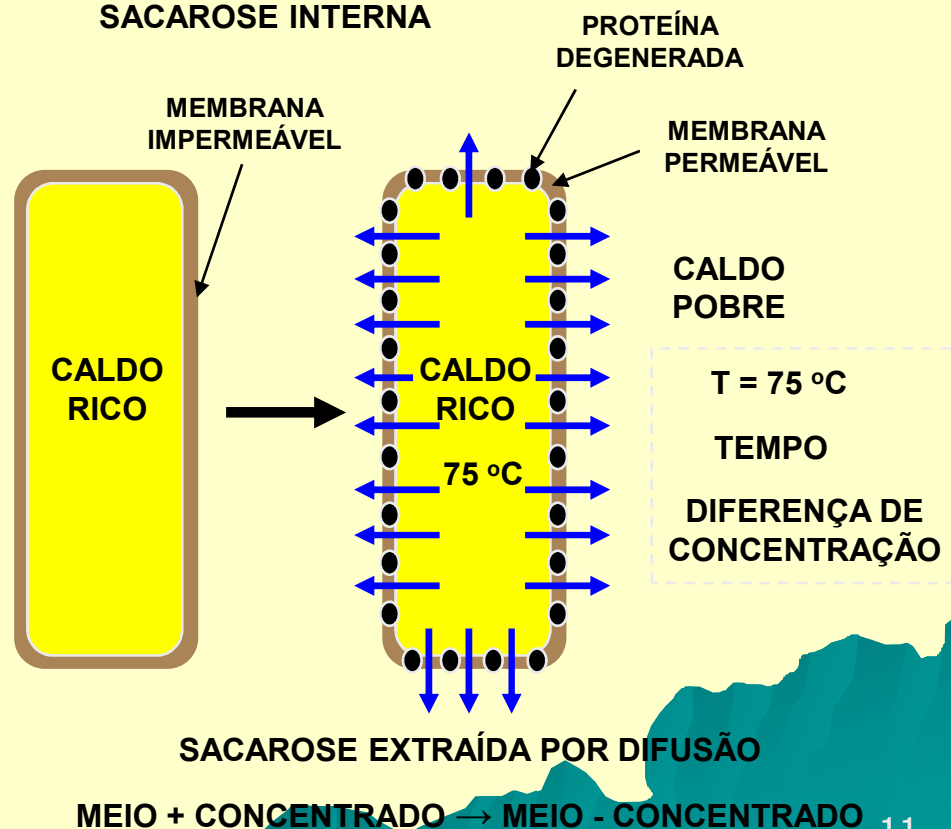
LIXIVIAÇÃO

CÉLULA ABERTA
SACAROSE EXPOSTA



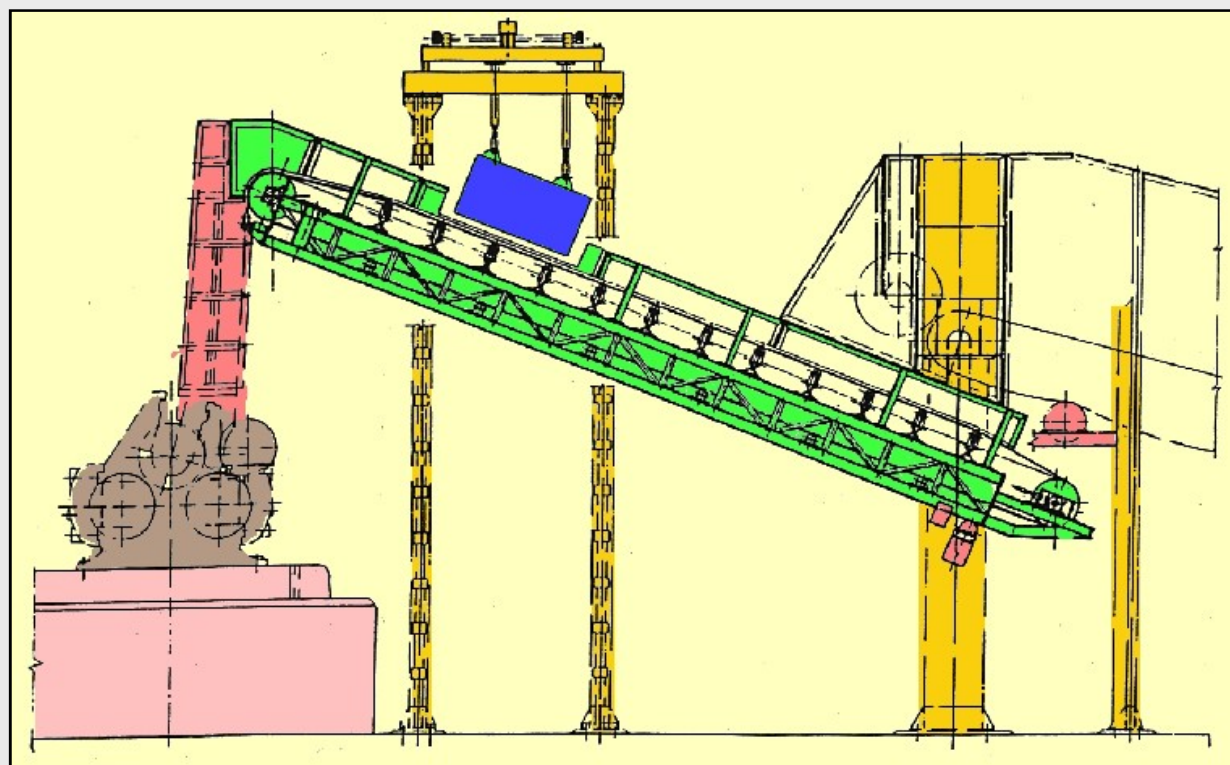
DIFUSÃO

CÉLULA FECHADA
SACAROSE INTERNA



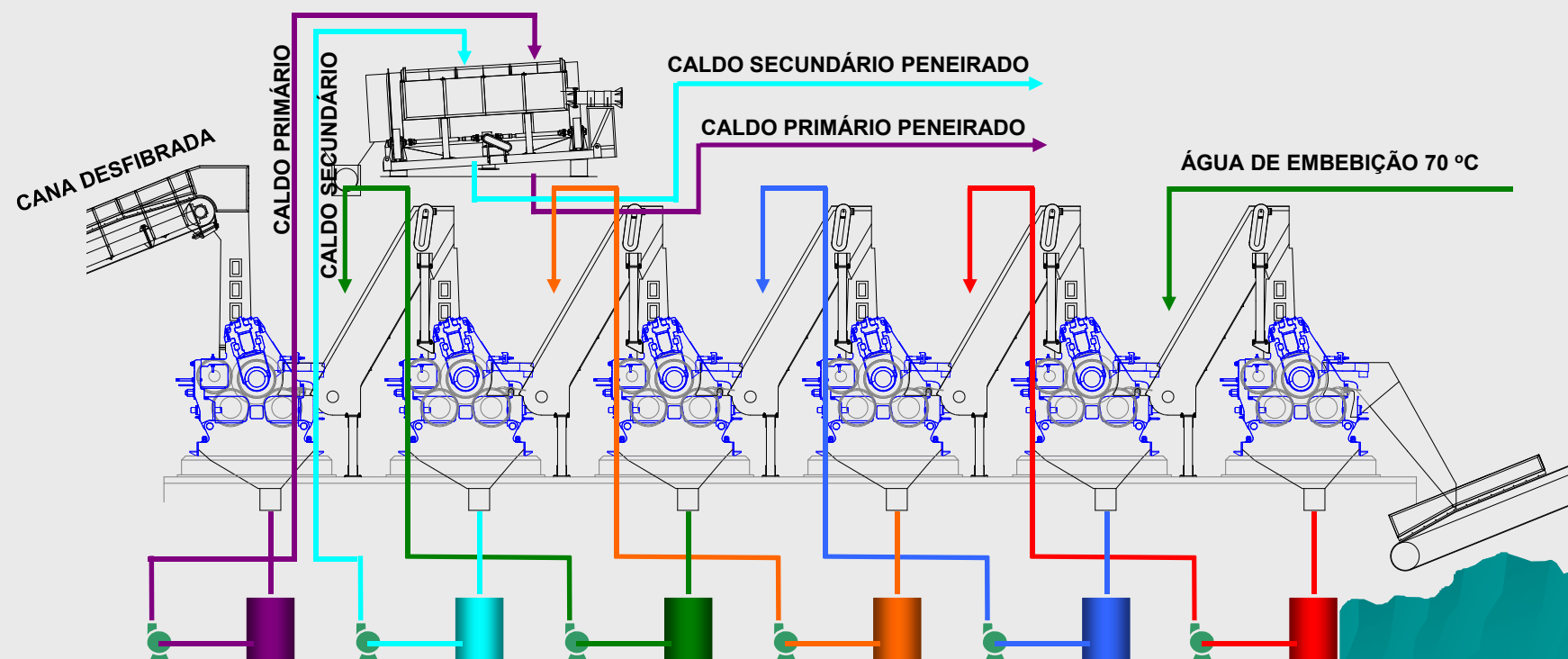
ELETROIMÃ

Finalidades → instalado na esteira de cana desfibrada, visando retenção de pedaços de ferro, arames e parafusos, trazidos com a matéria-prima colhida no campo, os quais podem causar danos graves nas moendas.

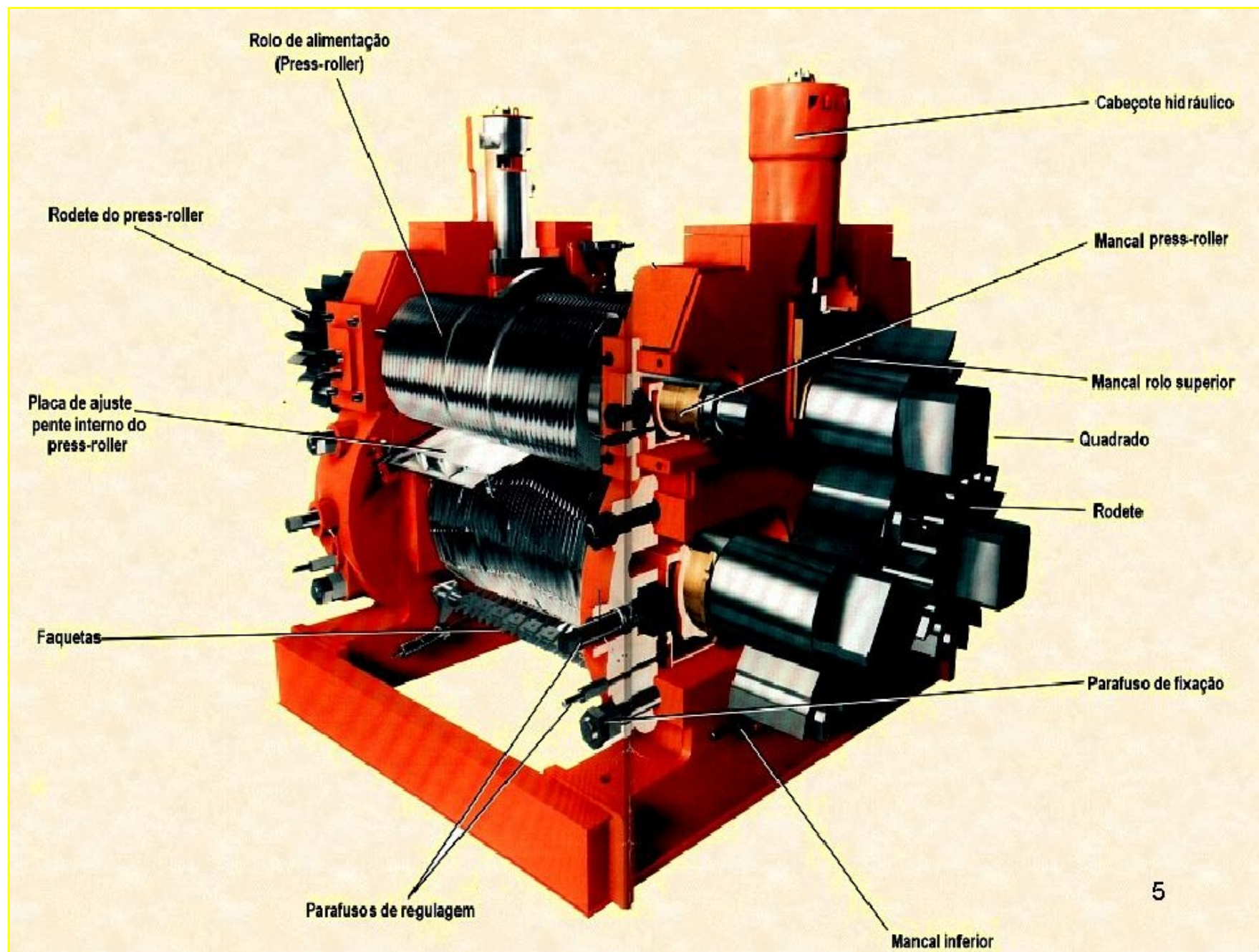


EXTRAÇÃO POR MOAGEM

A MOENDA (OU TANDEM): CONJUNTO DE TERNOS

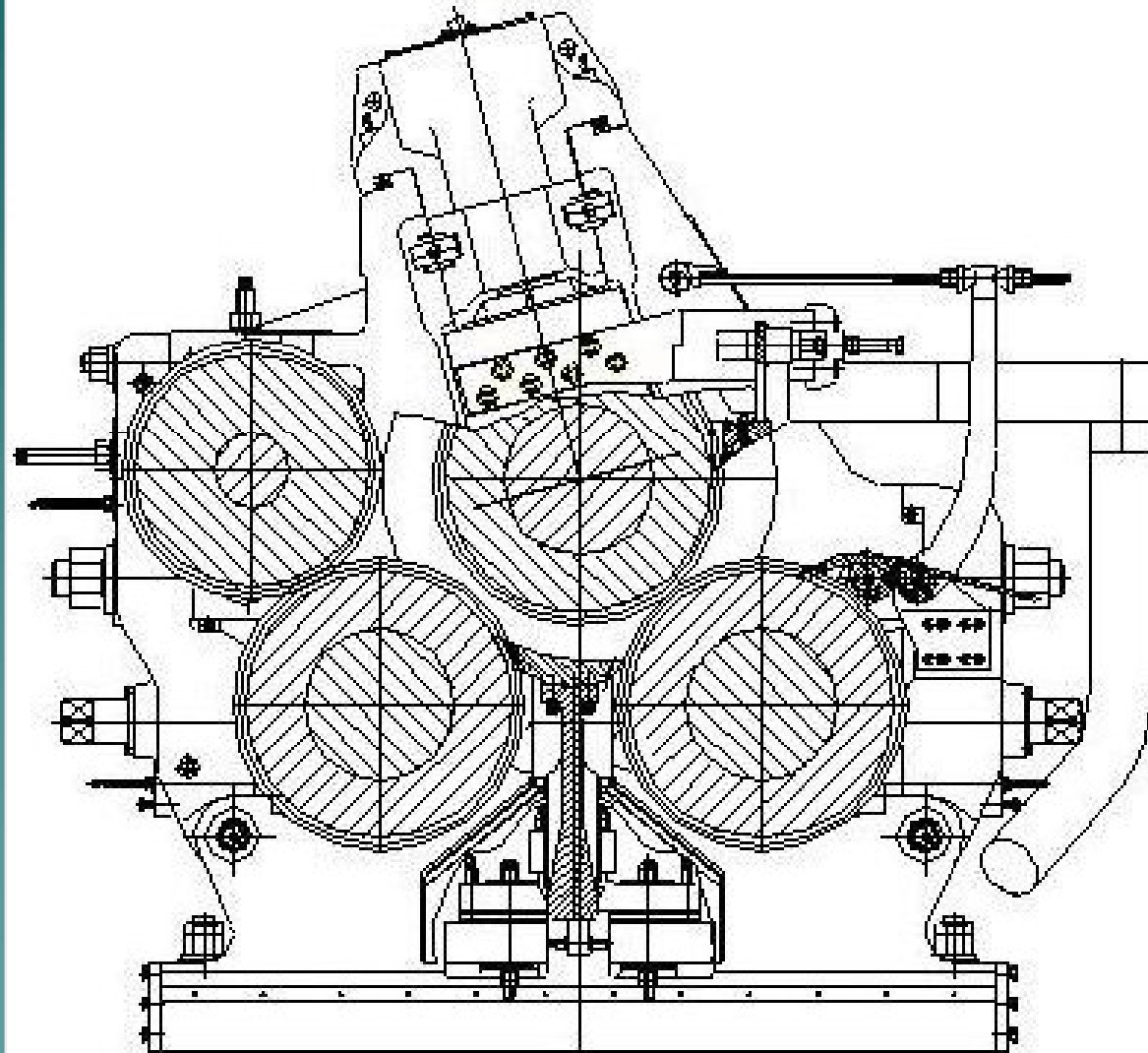


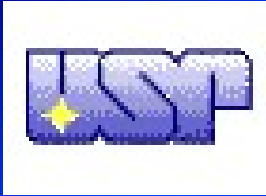
1.2 Principais componentes de uma moenda



Moenda Dedini MCD-01

56''x100''



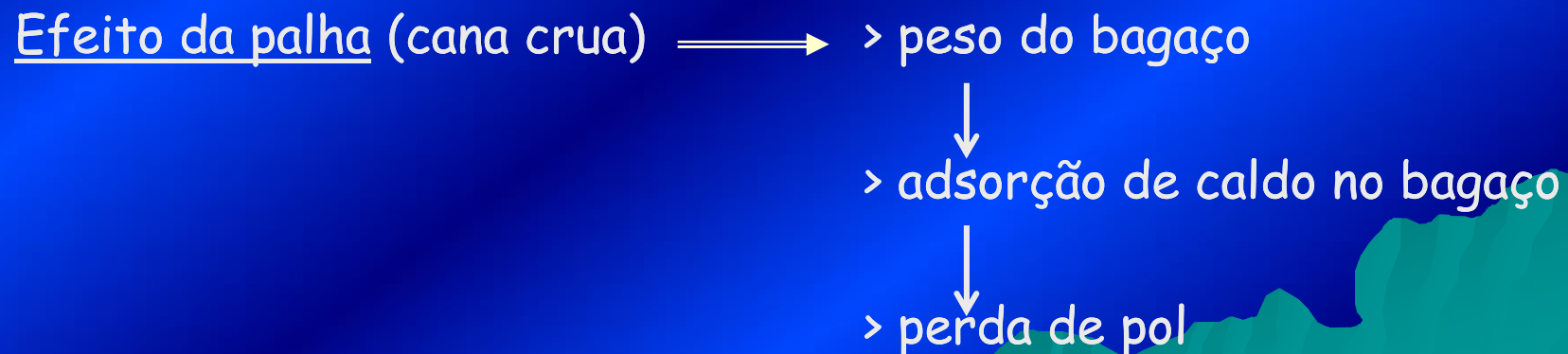
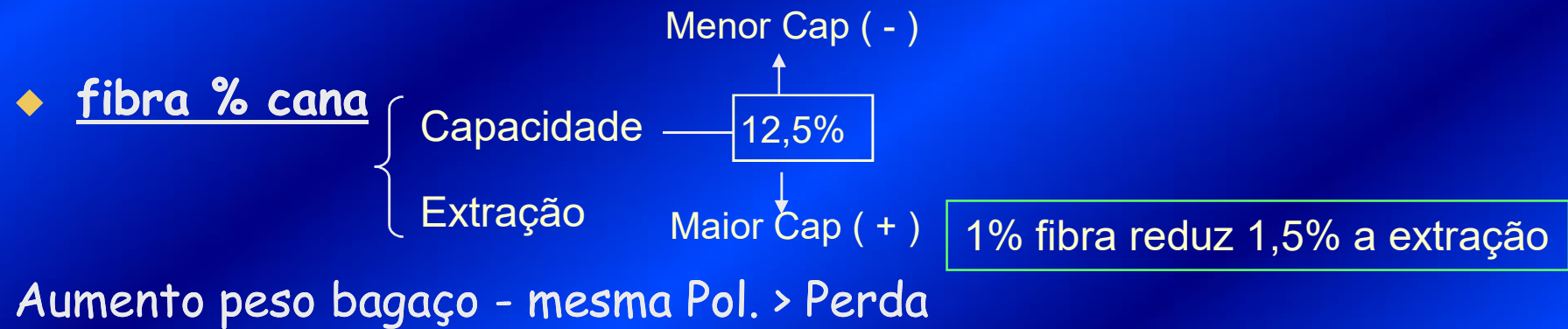


3 PARÂMETROS DE JULGAMENTO DA EFICIÊNCIA



- ◆ **Capacidade** - é a quantidade de cana moída por unidade de tempo
 - **Formas de expressar**: TCH, TCD, TFH e TFD
- ◆ **Eficiência de extração** - é a percentagem de açúcar extraída em relação a quantidade existente na cana.
- ◆ Pol extraída % pol na cana
Outra forma: açúcar perdido no bagaço por cento da fibra da cana

Extração reduzida: é a percentagem de açúcar recuperada se a cana tivesse 12,5% de fibra ==> Referência





4 EMBEBIÇÃO

Embebição

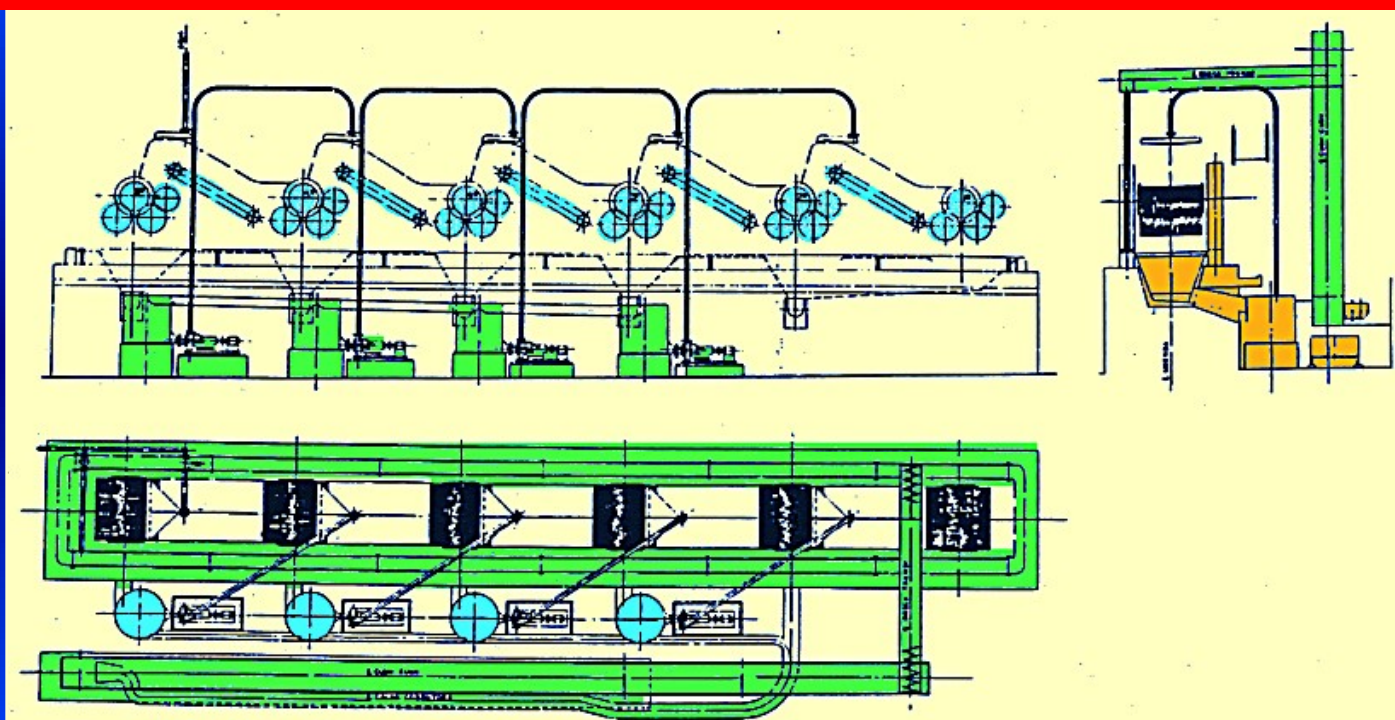
→ É a adição de água ou caldo diluído ao bagaço entre um termo e outro, visando o aumento da extração de sacarose.

- (1) diluente (água ou caldo diluído) → Dilui o caldo mais concentrado preso as células do parênquima da cana (“troca”)
- (2) compressão → Remover os açúcares retidos no bagaço

Uso correto envolve {
- quantidade água
- localização
- modo de aplicação
- temperatura

Classificação embebição {
- simples
- composta

4 EMBEBIÇÃO



Forma de expressar:

- embebição % cana – quantidade de cana (32,5 – 40 %)
- embebição % fibra (250 – 350 %)

Exemplo:

32,5% embebição em relação à quantidade de cana
fibra da cana = 13,0



5 MOENDAS – CAPACIDADE DE EXTRAÇÃO



DEDINI MCD-01

TAMANHOS CAPACIDADES

26" X 48"	1.500 tcd
30" X 54"	
34" X 54"	
32" X 60"	
34" X 66"	
rev1 37" X 66"	
37" X 78"	
42" X 84"	
45" X 90"	
50" X 100"	25.000 tcd



TANDEM DE MOENDAS – 6 TERNOS

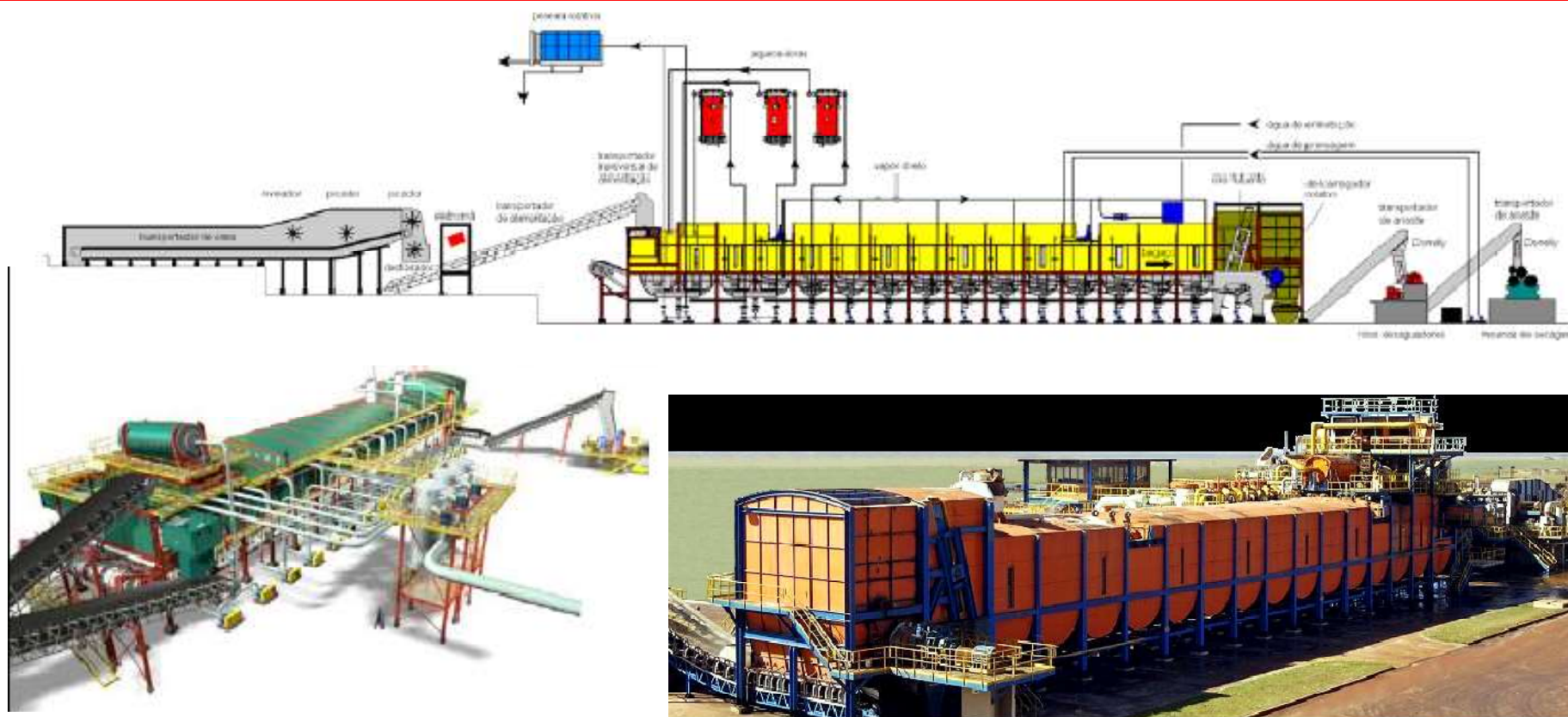
EXTRAÇÃO (até +/- 97%)



- Qualidade do preparo
- Quantidade de ternos
- Velocidade
- Pressão Hidráulica
- Embebição
- Fibra da Cana

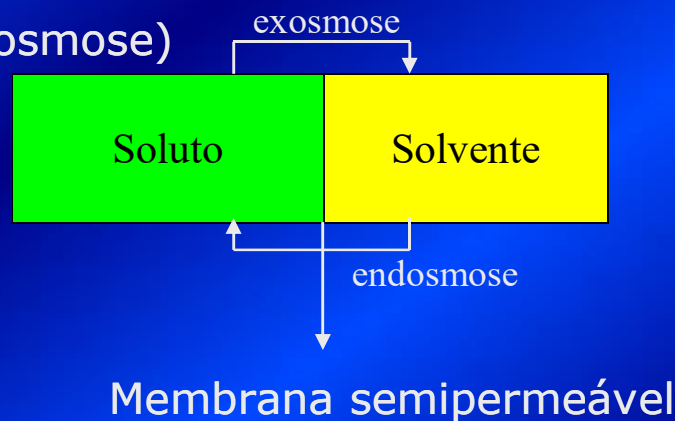


6 EXTRAÇÃO DO CALDO POR DIFUSÃO

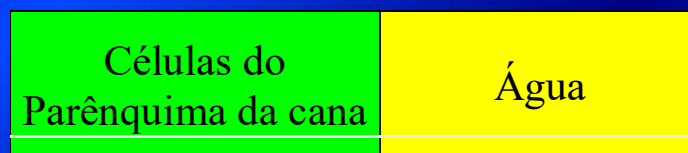


2.1 PRINCÍPIOS DE DIFUSÃO

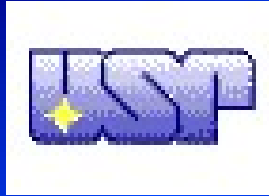
♦ Difusão (osmose)



Semelhança



Processo muito lento
↓
massa da cana (água quente)
↓
extração de 3%



EXTRAÇÃO DO CALDO POR DIFUSÃO



Difusor de Cana:

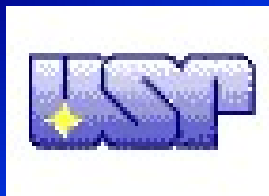
⇒ difusor de cana - não tem extração prévia

2.2 Pontos importantes na difusão

⇒ preparo inicial da matéria-prima

⇒ separação do caldo pelo sistema de recirculação em contra-corrente

⇒ secagem do bagaço



EXTRAÇÃO DO CALDO POR DIFUSÃO



Objetivo

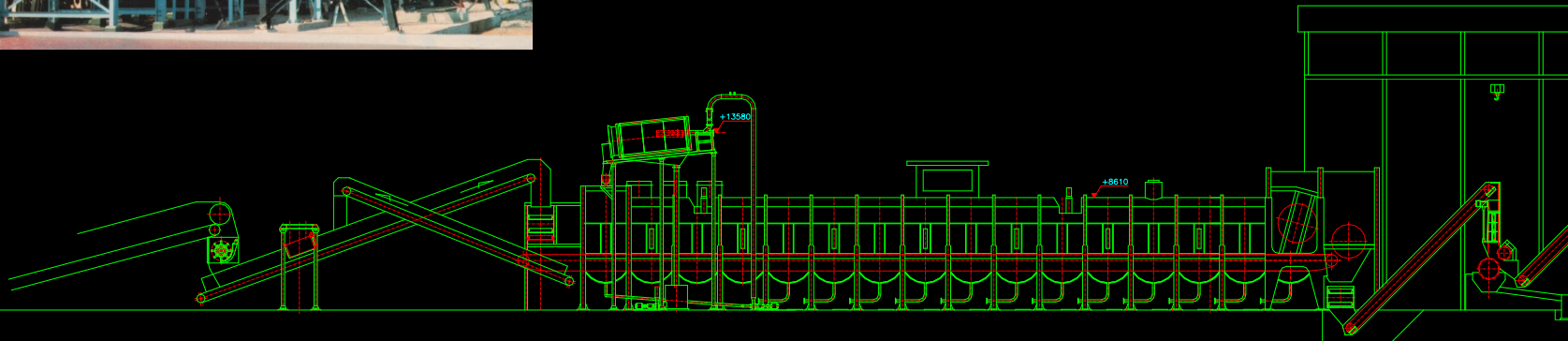
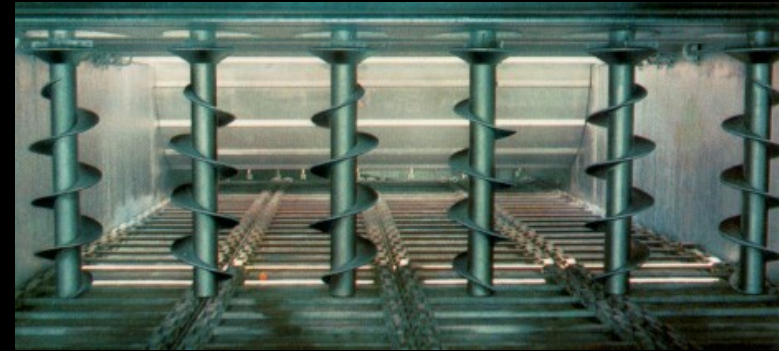
⇒ máximo de células abertas
(massa fibrosa)

- camada uniforme
- compacta
- permeável

Equipamentos

- ⇒ mesmos da extração por moendas (facas niveladoras e picadora; desfibradores)
- ♦ open cells $\geq 94\%$
 - distribuição de camada uniforme e homogênea
 - não deve formar compactação do leito, isso dificulta a penetração de água e caldo.

2.3 CARACTERÍSTICAS DE UM DIFUSOR



EXTRAÇÃO : até 98,5 %

CAPACIDADE : até 15.000 TCD (1200 TCD / m largura

COMPRIMENTO : ~ 64 m

POTENCIA: 175 HP/10M largura

VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO: 1m min⁻¹

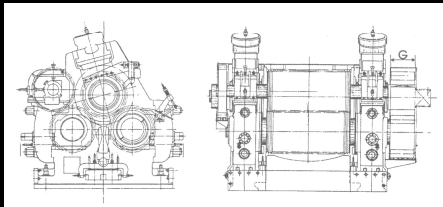
PH DA ÁGUA DE EMBEBIÇÃO: 6 – 6,5

TEMPERATURA DA ÁGUA DE EMBEBIÇÃO: 75 a 90 °C

2.4 Difusor Sem Correntes



MOENDA OU DIFUSOR ?



DIFUSOR

- **PODE SER MAIS SENSÍVEL ÀS PARADAS**
- 98,5 % DE EXTRAÇÃO
- PREPARO DE CANA MAIS PESADO
- **MENOR INTERVENÇÃO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA**
- TRATAMENTO DE CALDO MAIS LEVE
- ALTURA COLCHÃO E RETENÇÃO DEFINEM CAPACIDADE
- PODE LEVAR A MAIOR DIFICULDADE NO COZIMENTO (AÇÚCAR)

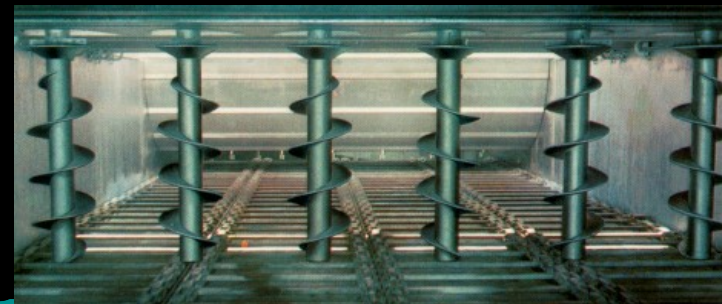
NOVO

X

OS DOIS SÃO BONS
E PODEM TER
CUSTOS
COMPETITIVOS

MOENDA

- **MENOS SENSÍVEL ÀS PARADAS**
- 97% DE EXTRAÇÃO
- PREPARO DE CANA MAIS LEVE
- MAIOR NECESSIDADE DE MANUTENÇÃO
- **MAIOR INTERVENÇÃO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA**
- TRATAMENTO DE CALDO MAIS PESADO
- **QUANTIDADE DE TERNOS E ROTAÇÃO DEFINEM CAPACIDADE**
- MENOR DIFICULDADE NO COZIMENTO (AÇÚCAR)



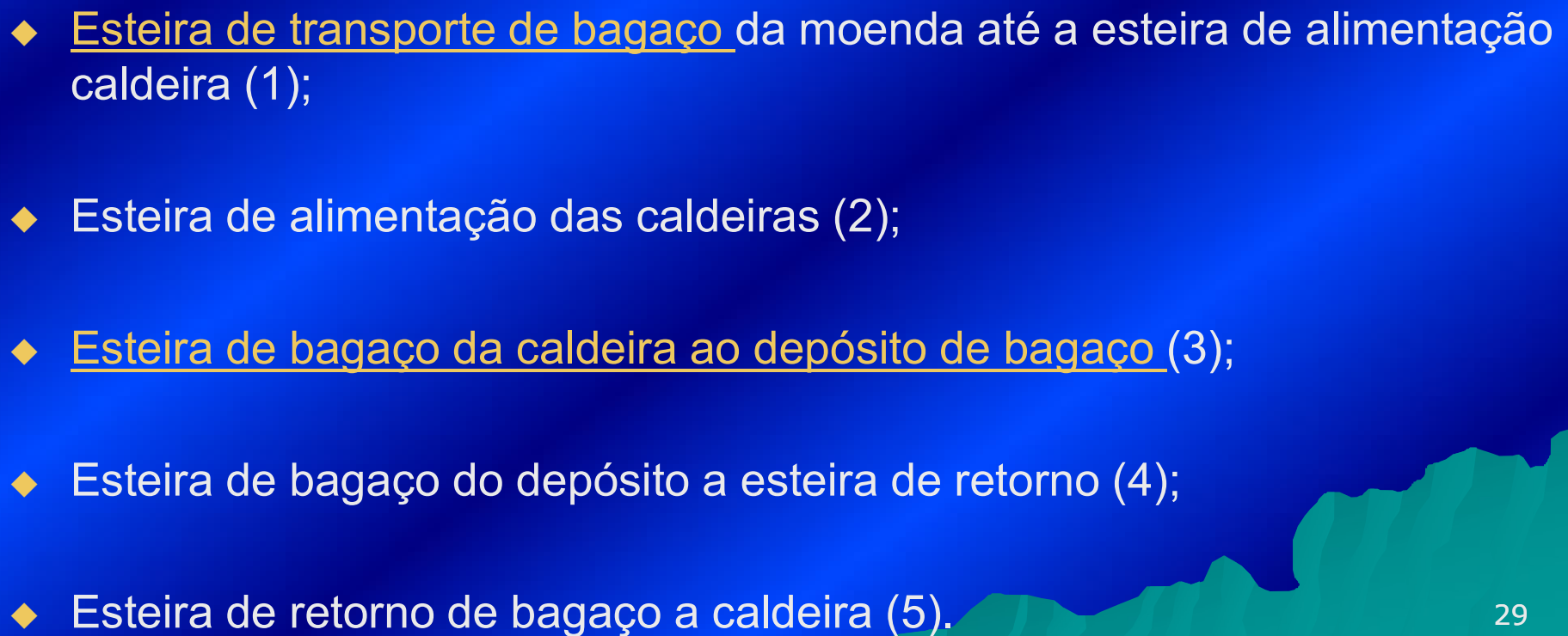
SISTEMA DE TRANSPORTE DE BAGAÇO À CALDEIRA E AO DEPÓSITO

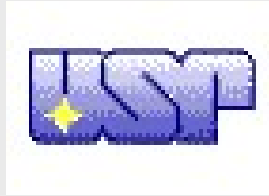
Finalidade :

- ◆ Conduzir o bagaço, após a saída da última moenda para a caldeira;
- ◆ Conduzir o bagaço excedente da caldeira ao depósito de bagaço;
- ◆ Conduzir o bagaço do depósito à caldeira em caso de falta de bagaço oriundo das moendas

Características principais:

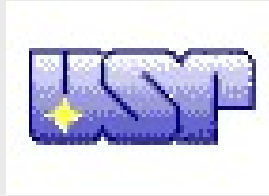
- Velocidade: 20 a 30 m/min da esteira
- Podem ser esteiras metálicas (alimentação da caldeira) ou de borracha
- Parte inclinada - peneira de bagaço (chapa perfurada 1/4") – fornece bagacilho para o sistema de filtragem de lodo (Filtro Rotativo a Vácuo)





Considerações finais

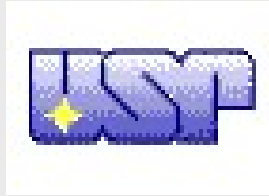
- ◆ A extração do caldo de cana pode ser feita por moendas ou por difusor;
- ◆ A maioria das usinas em operação no Brasil utilizam moendas para a extração do caldo;
- ◆ A extração do caldo por difusão é uma tecnologia mais recente do que por moenda;
- ◆ O difusor apresenta eficiência de extração maior do que as moendas e ainda consome menos energia;



Considerações finais



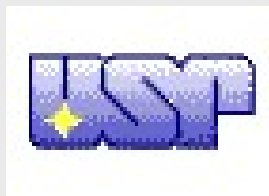
- ◆ A escolha de um ou outro processo de extração do caldo depende de características peculiares de cada usina. Contudo, atualmente, para montar uma usina nova, o difusor tem se apresentado como uma opção mais vantajosa do que as moendas;



Considerações finais



- ◆ Nas usinas há resistência de se mudar o processo de extração do caldo por moenda para a extração por difusor, devido à razões econômicas e pela formação da maioria dos técnicos que prestam consultoria às usinas;
- ◆ Nas novas usinas instaladas no país o difusor tem tido uma grande aceitação, principalmente, no ciclo 2003 a 2010, e nos últimos anos.



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.