

Universidade de São Paulo – USP

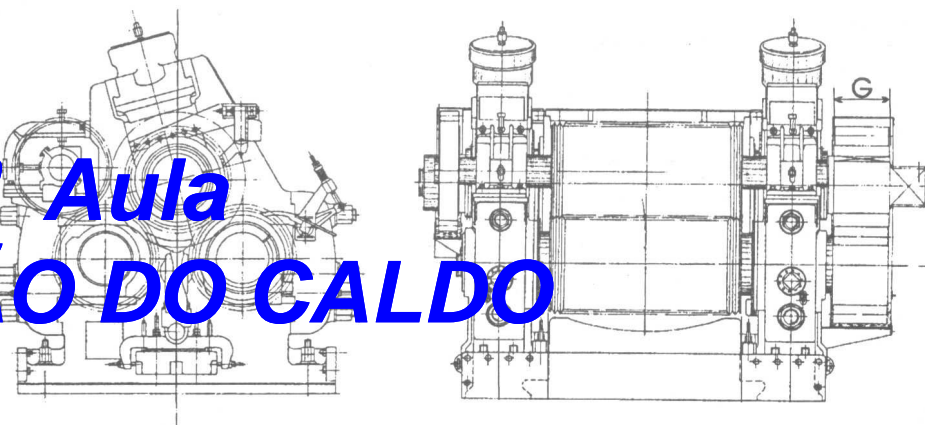


Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Esalq
Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - LAN

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
- 3 Sistema de transporte de bagaço
- 4 Considerações finais
- 5 Referências

EXTRAÇÃO DO CALDO

◆ INTRODUÇÃO



Descrição Resumida do processo

EXTRAÇÃO DO CALDO

◆ INTRODUÇÃO

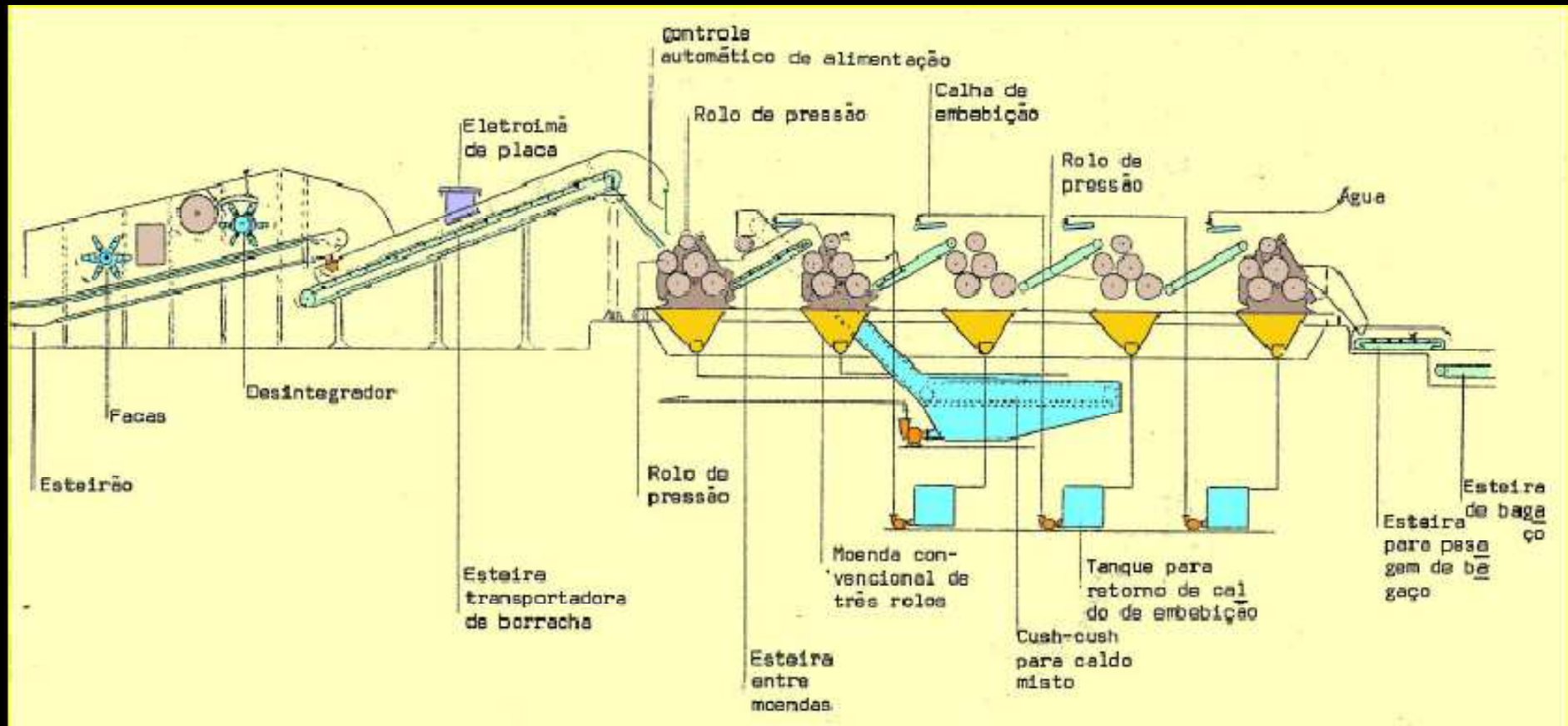
Dados relevantes do processo

Extração:

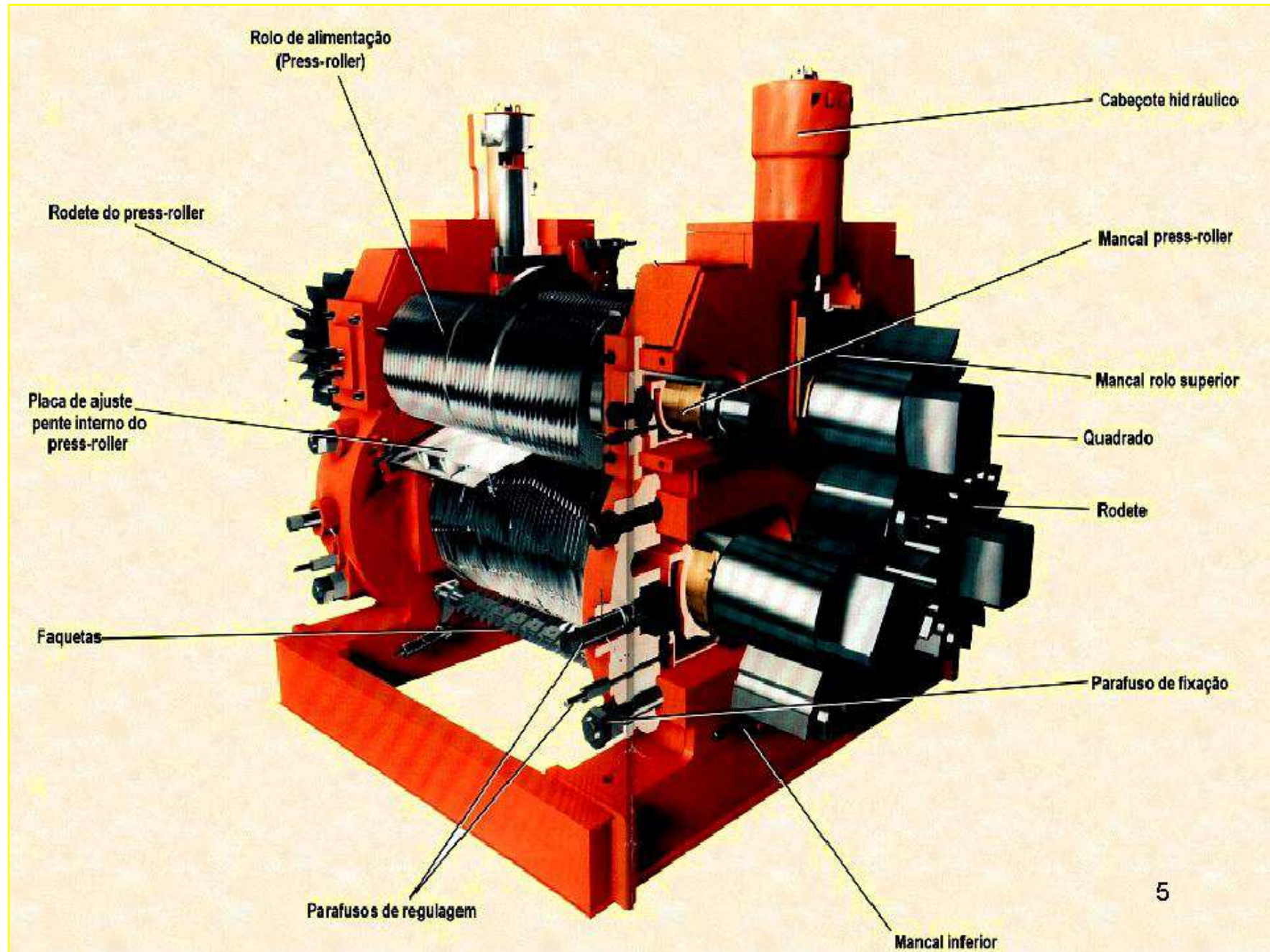
- ✓ Extrair o máximo de sacarose contida na cana;
- ✓ Bagaço com umidade adequada para queima na caldeira;
- ✓ Operação contínua sem embuchamentos e falhas mecânicas;

EXTRAÇÃO DO CALDO

1.1 Instalação Típica - Moendas

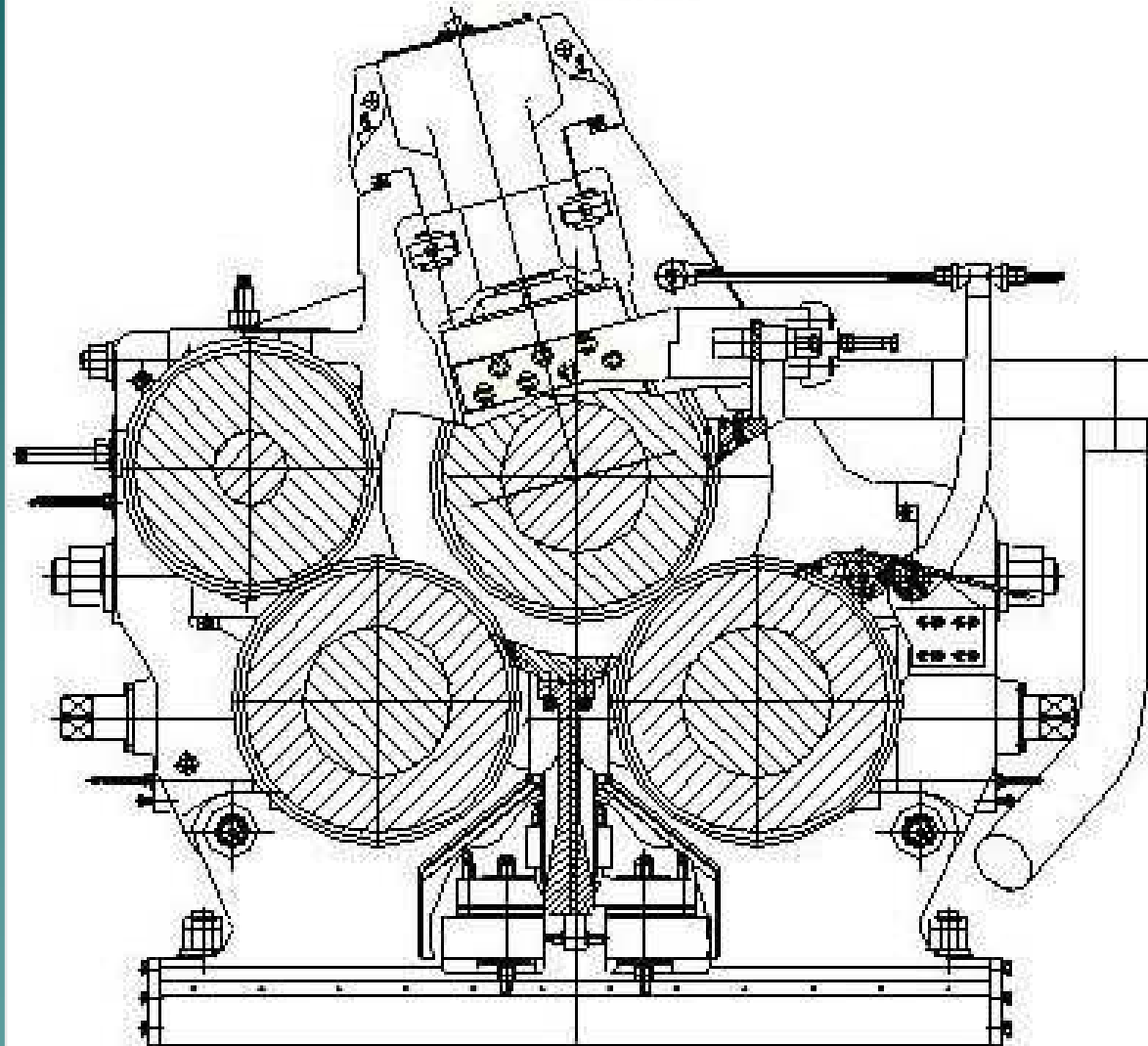


1.2 Principais componentes de uma moenda



Moenda Dedini MCD-01

56''x100''



1.3 Parâmetros de julgamento da eficiência

- ◆ **Capacidade** - é a quantidade de cana moída na unidade de tempo
 - **Formas de expressar**: TCH, TCD, TFH e TFD
- ◆ **Extração** - é a porcentagem 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 porcentagem de açúcar recuperada se a cana tivesse 12,5% de fibra ==> Referência

VELOCIDADE DOS CILINDROS

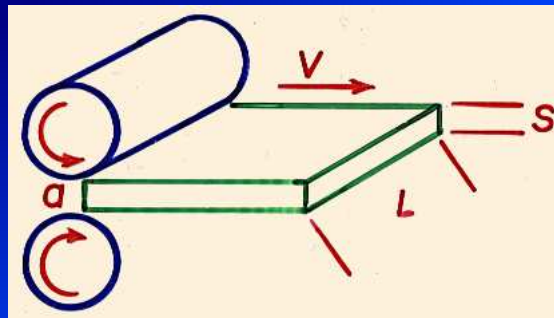
Fluxo de massa de cana através dos cilindros

função

- abertura de regulagem;
- comprimento do cilindro;
- velocidade periférica.

capacidade de moagem

Velocidades
(conjunto de moagem)



1º terno $\xrightarrow{\text{reduz}}$ 6º terno
 a = abertura de trabalho;
 L = comprimento do rolo

Massa cana = $f(a; L; v)$ = Capac.
Velocidade decrescente

Mais comum velocidade rotação (RPM)
Correto = velocidade periférica - m/min

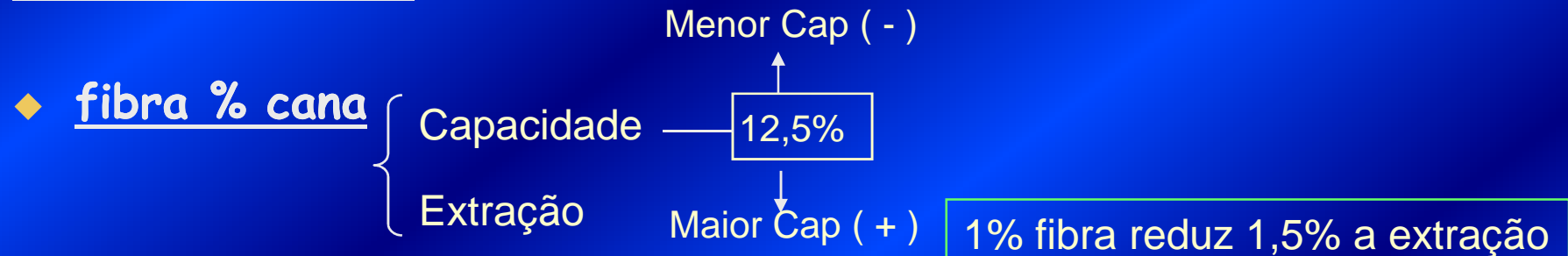
Moenda 30" x 54"
 $n = 6 \rightarrow v = 14,4$ m/min

Moenda 37" x 78"
 $n = 6 \rightarrow v = 17,7$ m/min

Brasil: 20 m/min (máx.)
resistência de materiais
e redução de extração

◆ Outras regiões mundiais \rightarrow até 36m/min
(velocidade prejudica a extração \rightarrow reabsorção)

FIBRA % CANA

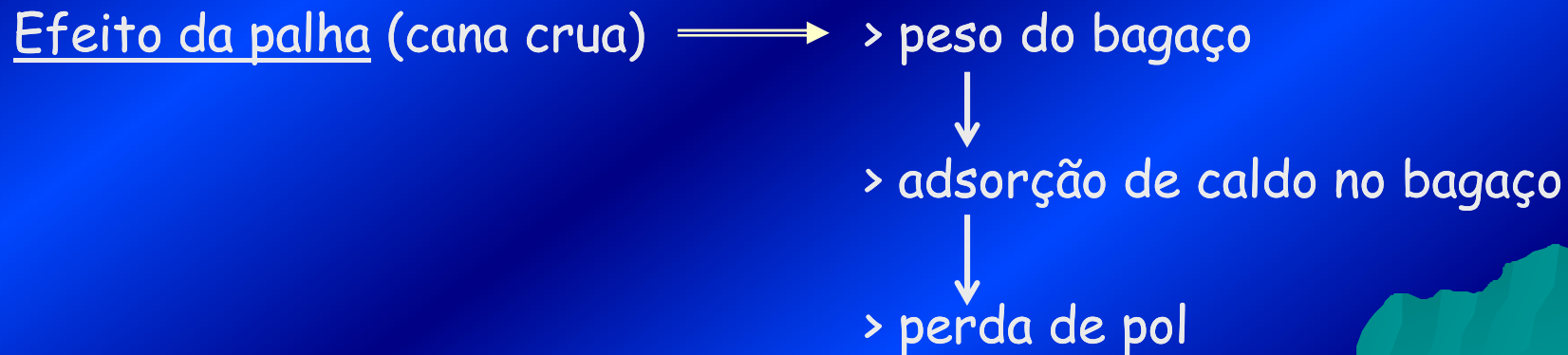


Aumento peso bagaço - mesma Pol. > Perda

f = 12,5% - p. bag 256 Kg/TC - 2% Pol → 5,12kg Aç. perdido/TC

f = 15,0% - p. bag 306 Kg/TC - 2% Pol → 6,12kg Aç. perdido/TC

Diferença 1,00 kg Aç/TC



1.4 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”)

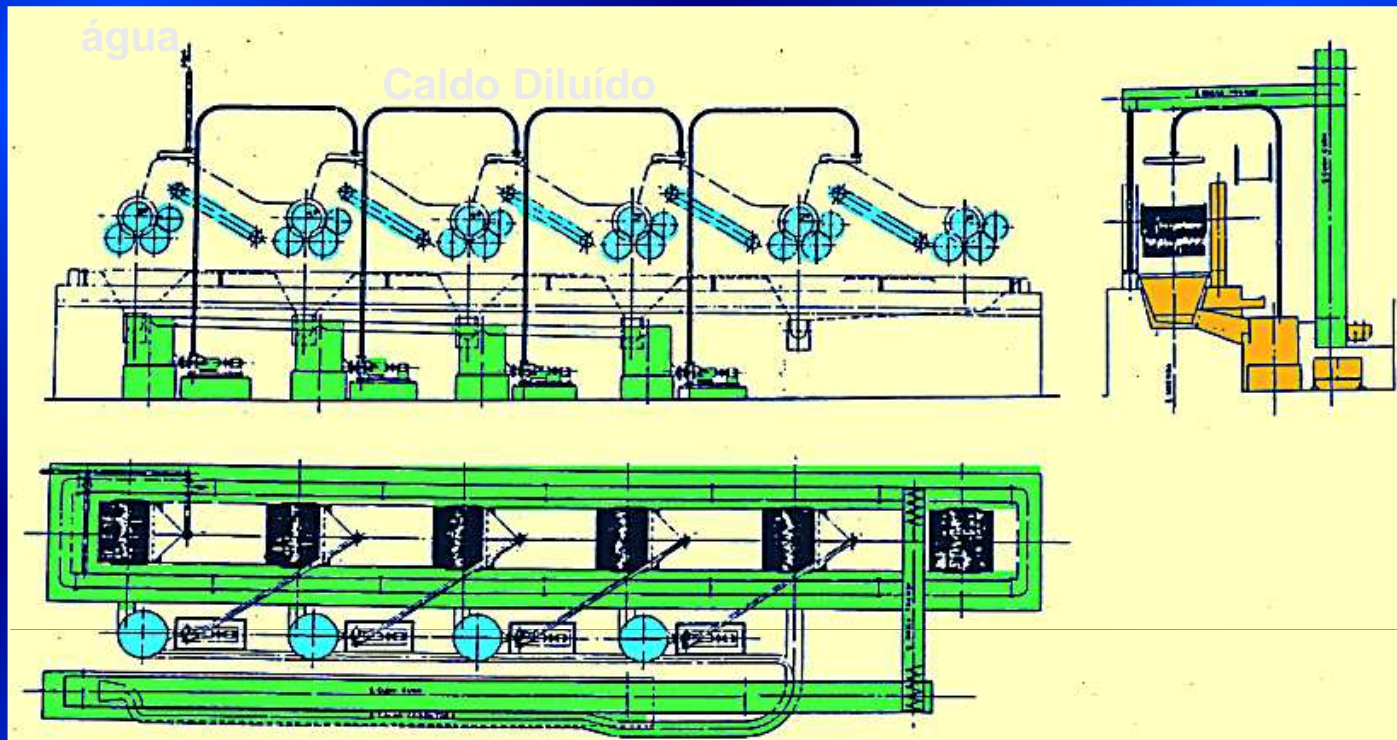
→ (2) compressão

→ Remover os açúcares retidos no bagaço

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

Classificação embebição {
- simples
- composta

Esquema embebição composta



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

$$\text{Emb. \% fibra} = \frac{\text{Emb \% cana} \times 100}{\text{fibra \% cana}} = \frac{32,5 \times 100}{13} = 250\%$$

1.5 MOENDAS – CAPACIDADE DE EXTRAÇÃO



DEDINI MCD-01

TAMANHOS CAPACIDADES

26" X 48"

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"

1.500 tcd



25.000 tcd

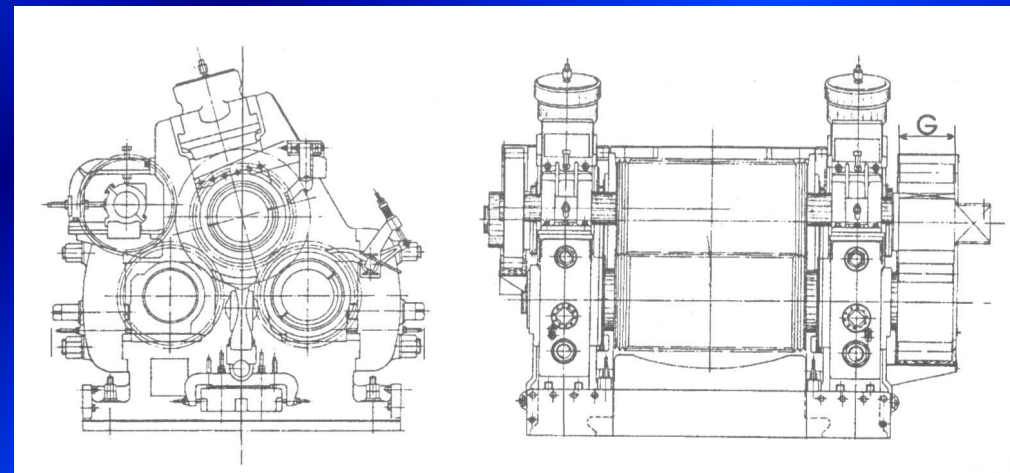


TANDEM DE MOENDAS – 6 TERNOS

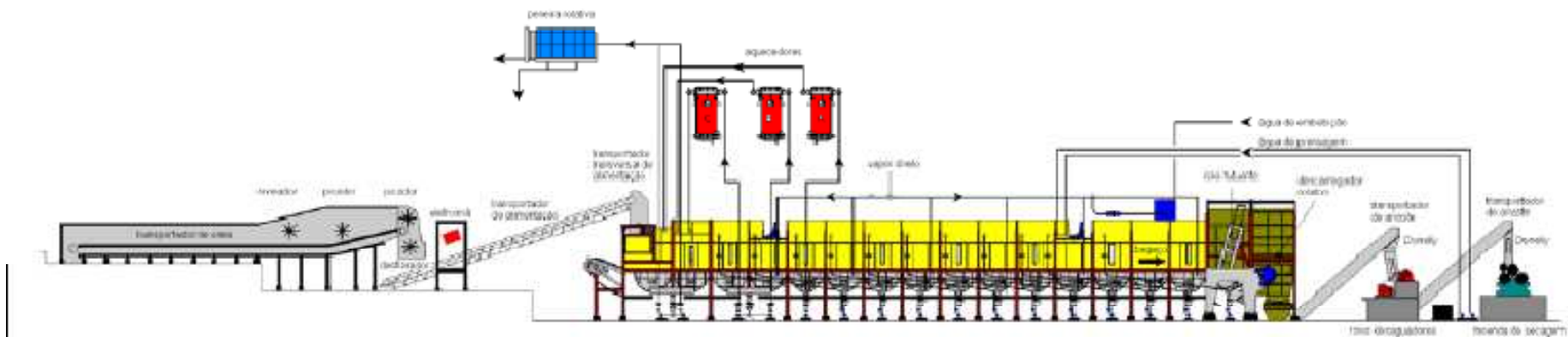
EXTRAÇÃO (até +/- 97%)



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

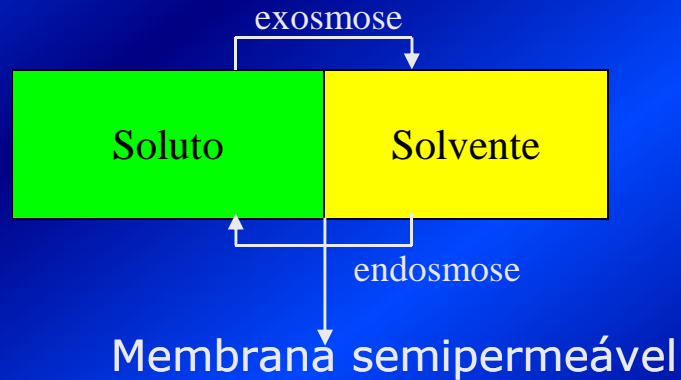


2 EXTRAÇÃO DO CALDO POR DIFUSÃO

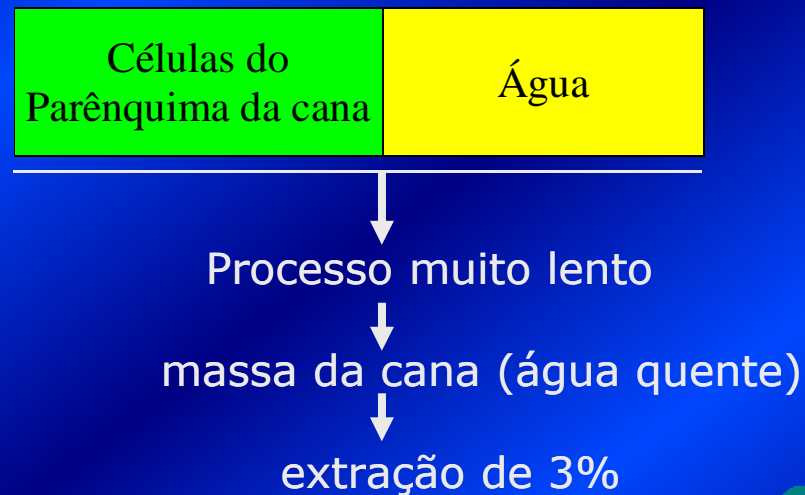


2.1 PRINCÍPIOS DE DIFUSÃO

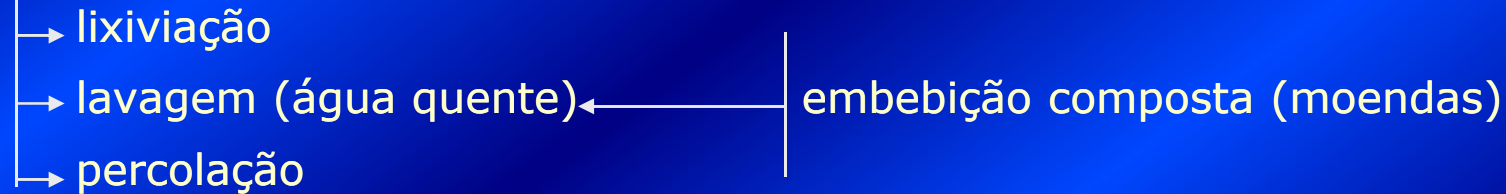
- ◆ Difusão (osmose)



Semelhança

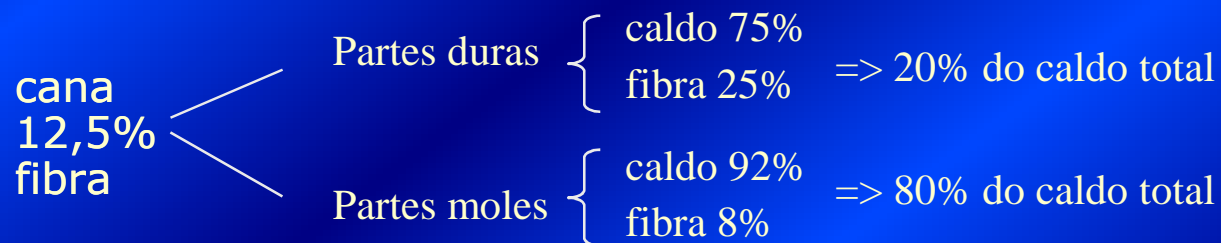
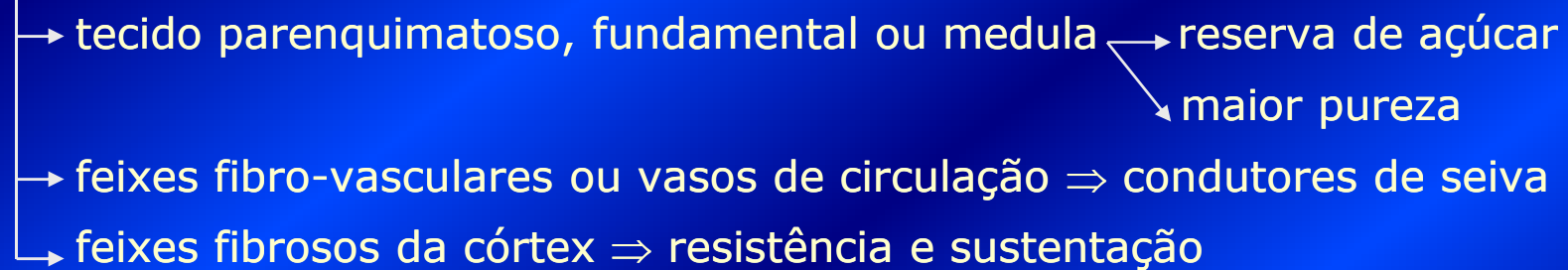


◆ Extração do caldo por difusão



◆ Eficiência da extração ⇒ constituição e preparo da cana

Constituição da cana



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 contracorrente

⇒ secagem do bagaço

PREPARO DA CANA

Objetivo

⇒ máximo de células abertas
(massa fibrosa)

camada uniforme

compacta

permeável

Equipamentos

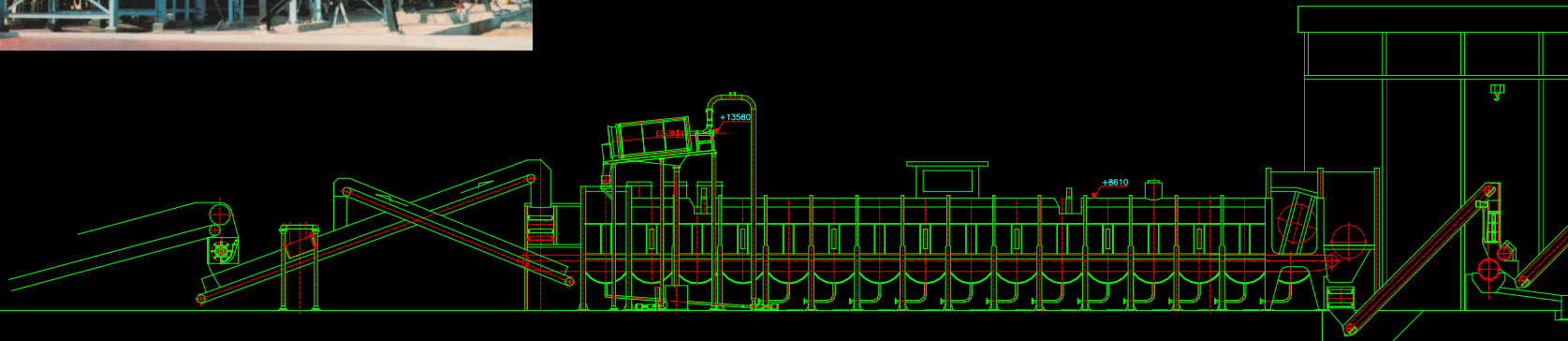
⇒ mesmos da extração por moendas (facas niveladoras e picadora; desfibradores)

◆ open cells $\geq 94\%$

– distribuição de camada uniforme e homogênea

– não deve forma de grau de compactação 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/s

PH DA ÁGUA DE EMBEBIÇÃO: 6 – 6,5

TEMPERATURA DA ÁGUA DE EMBEBIÇÃO: 75 a 90 °C

2.4 Difusor Sem Correntes



VANTAGENS DO DIFUSOR

1. Extração de sacarose

- pol% em bagaço originário de difusor: 0,7 %
- pol% em bagaço originário de moendas : 1,6 a 2,3 %
- Aumento da quantidade de açúcar extraída: 2,8 t/1000 t de cana

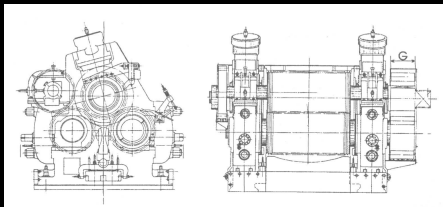
2. Economia no consumo de energia

- Consumo de 42% da energia necessária para acionar 5 ternos de moendas ou 35 % da energia necessária para acionar 6 ternos de moenda.
- Produção adicional de energia : 5 a 8 kw por tonelada de cana

3. Custo de instalação

- 10 a 15 % a menor do que um tandem de moenda para a mesma capacidade

MOENDA OU DIFUSOR ?



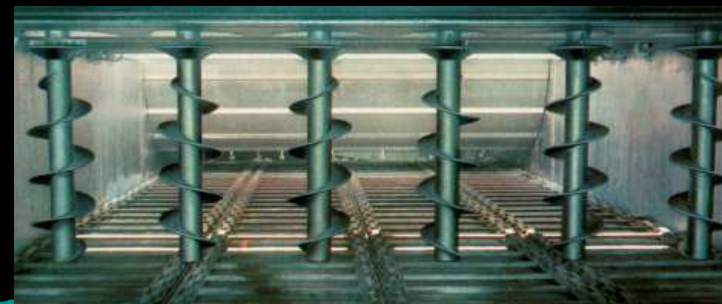
X

OS DOIS SÃO BONS
E PODEM TER
CUSTOS
COMPETITIVOS

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



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)

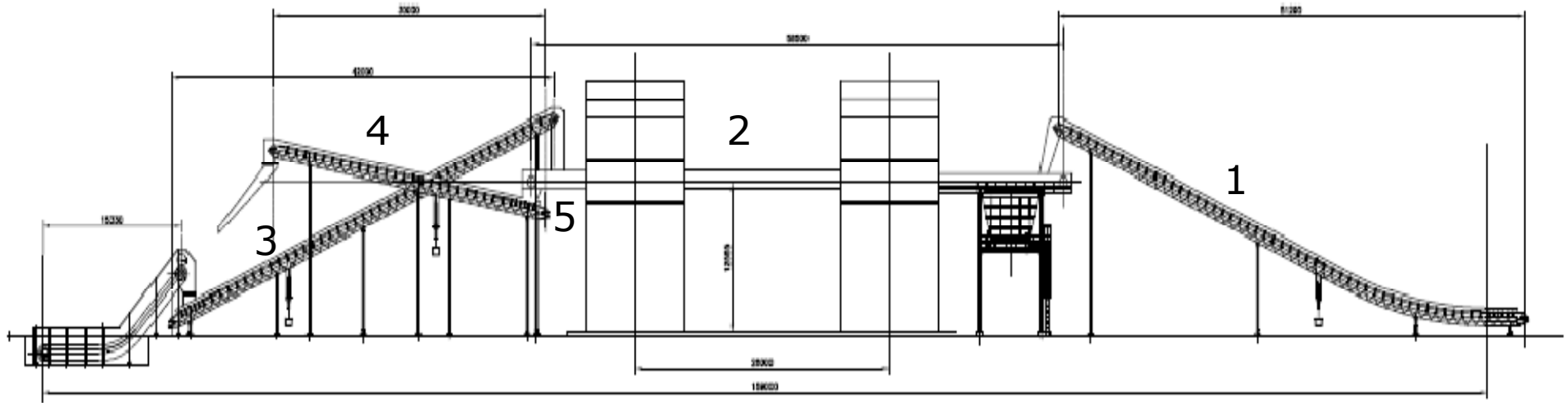
SISTEMA DE TRANSPORTE DE BAGAÇO À CALDEIRA E AO DEPÓSITO

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)



- ◆ Esteira de transporte de bagaço da moenda até a esteira de alimentação caldeira (1);
- ◆ Esteira de alimentação das caldeiras (2);
- ◆ Esteira de bagaço da caldeira ao depósito de bagaço (3);
- ◆ Esteira de bagaço do depósito a esteira de retorno (4);
- ◆ Esteira de retorno de bagaço a caldeira (5).

POR QUE TRATAR O CALDO PARA DESTILARIA ?

A LEVEDURA METABOLIZA AÇÚCAR PARA PRODUIR ETANOL, ENTÃO, TODA SUBSTANCIA ESTRANHA, TAIS COMO AREIA, BAGACILHO E OUTROS INIBIDORES DEVEM SER REMOVIDOS PARA OBTEN-SE UMA FERMENTAÇÃO SAUDÁVEL E AINDA NÃO DANIFICAR OS BICOS DAS CENTRIFUGAS



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;
- ◆ Nas usinas há resistência de se mudar o processo de extração do caldo por moenda para o 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, nos dois 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.