



Processos de Moagem e Difusão para a extração do caldo da cana-de-açúcar

**Dra. Sandra Helena da Cruz
(ESALQ / USP)**

1. INTRODUÇÃO

CANA-DE-AÇÚCAR

(partes) 12,5% fibra

- ✓ Parte dura (casca e nó) - 25% peso cana
 - ✓ 75% fibra
 - ✓ 25% caldo

[**20% peso caldo cana**]

- ✓ Parte mole (entre nós) - 75% peso cana
 - ✓ 8% fibra
 - ✓ 92% caldo

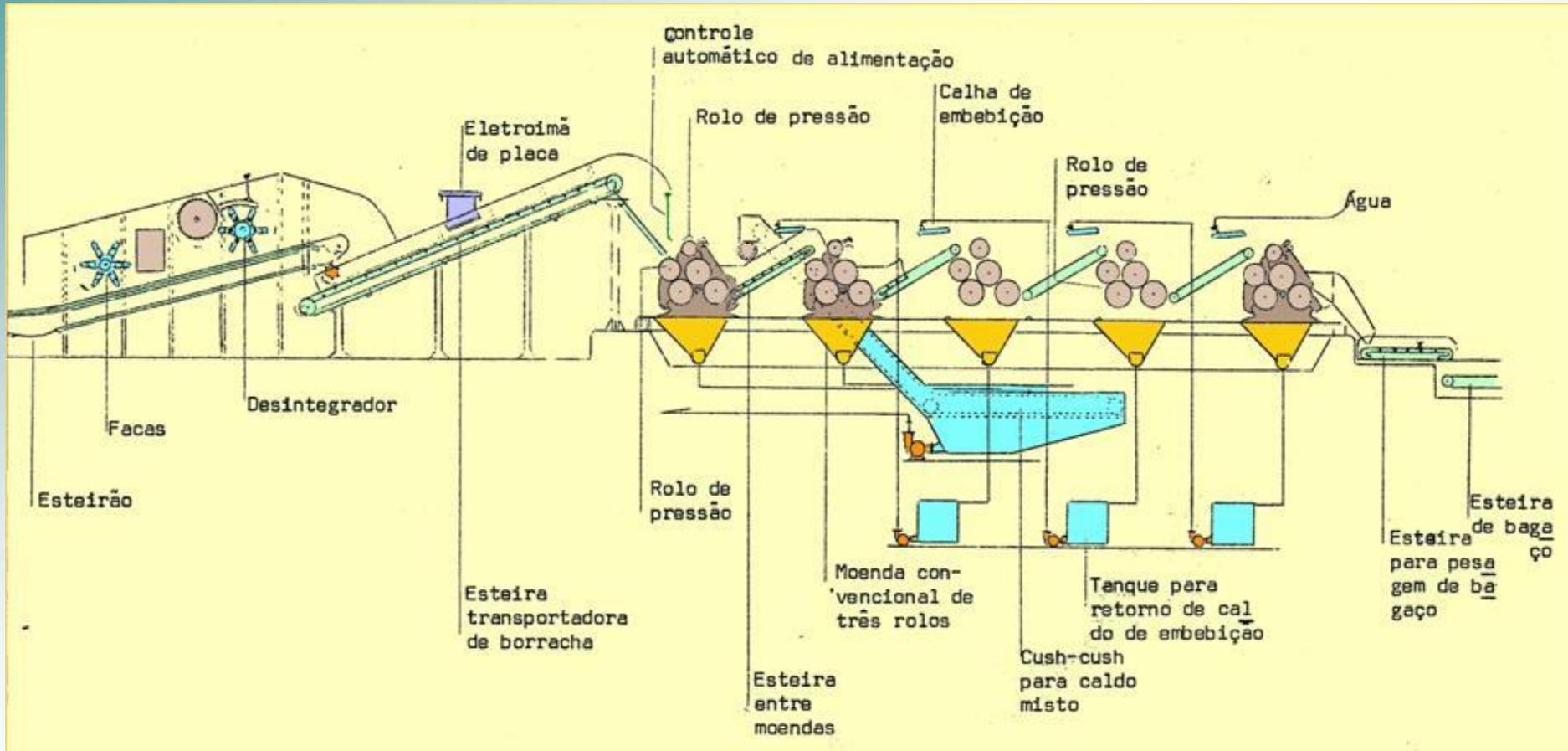
[**80% peso caldo cana**]



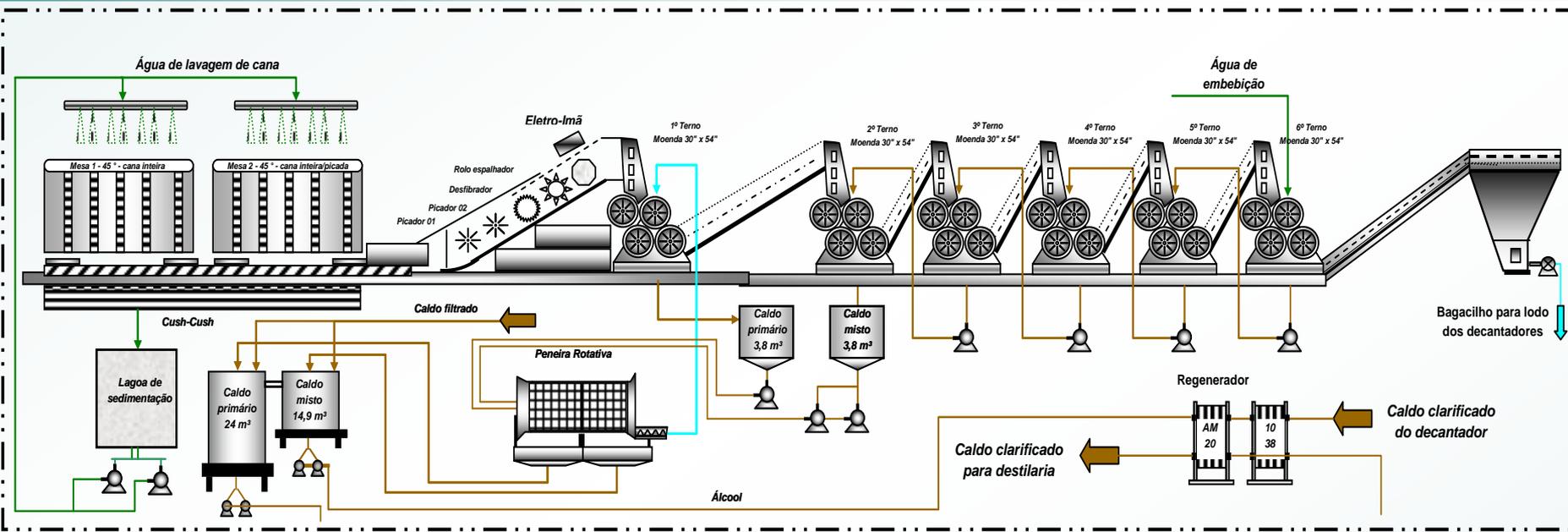
2. EXTRAÇÃO DO CALDO

- Processo físico de separação: caldo - bagaço
- Realizada por moagem ou difusão
 - Moagem: pressão mecânica dos rolos da moenda sobre o colchão de cana desfibrada
 - Difusão: operação de lixiviação, lavagem e de percolação em que o caldo é extraído pelo efeito de embebição composta
- Processos mais antigos:
 - moagem de cana inteira → baixa extração
 - Atualmente - moagem da cana desintegrada
- Extração da cana em duas fases
 - preparo da cana
 - extração do açúcar

2.1 EXTRAÇÃO DO CALDO POR MOAGEM



⇒ Visão de um conjunto de moagem (4 a 6 ternos)

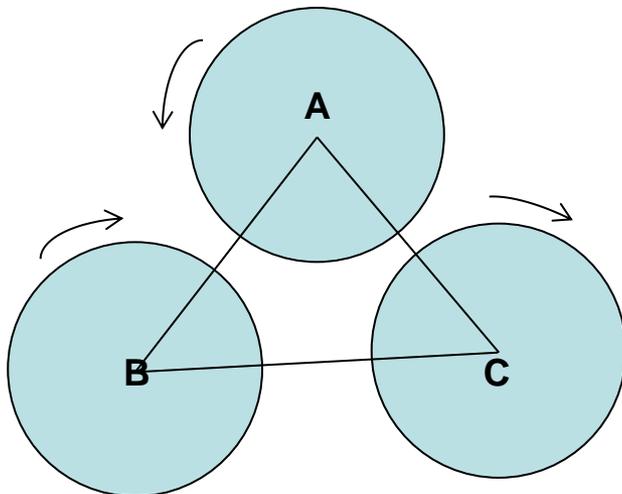


Usina Ipiranga Mococa - Fluxograma de Processo - Açúcar e Álcool.
Setor de Moendas



Moendas

- ✓ Unidade esmagadora constituída de 3 cilindros ou rolos principais, dispostos de tal modo que a união de seus centros forma um triângulo
- ✓ Dois ou mais ternos de moenda = tandem
- ✓ 1º terno – 50 a 70% de extração
 - ✓ O bagaço vai para o 2º terno
 - ✓ Sofre embebição



Exemplos

4. Dimensões de moendas construídas pelas Zanini-Farrel

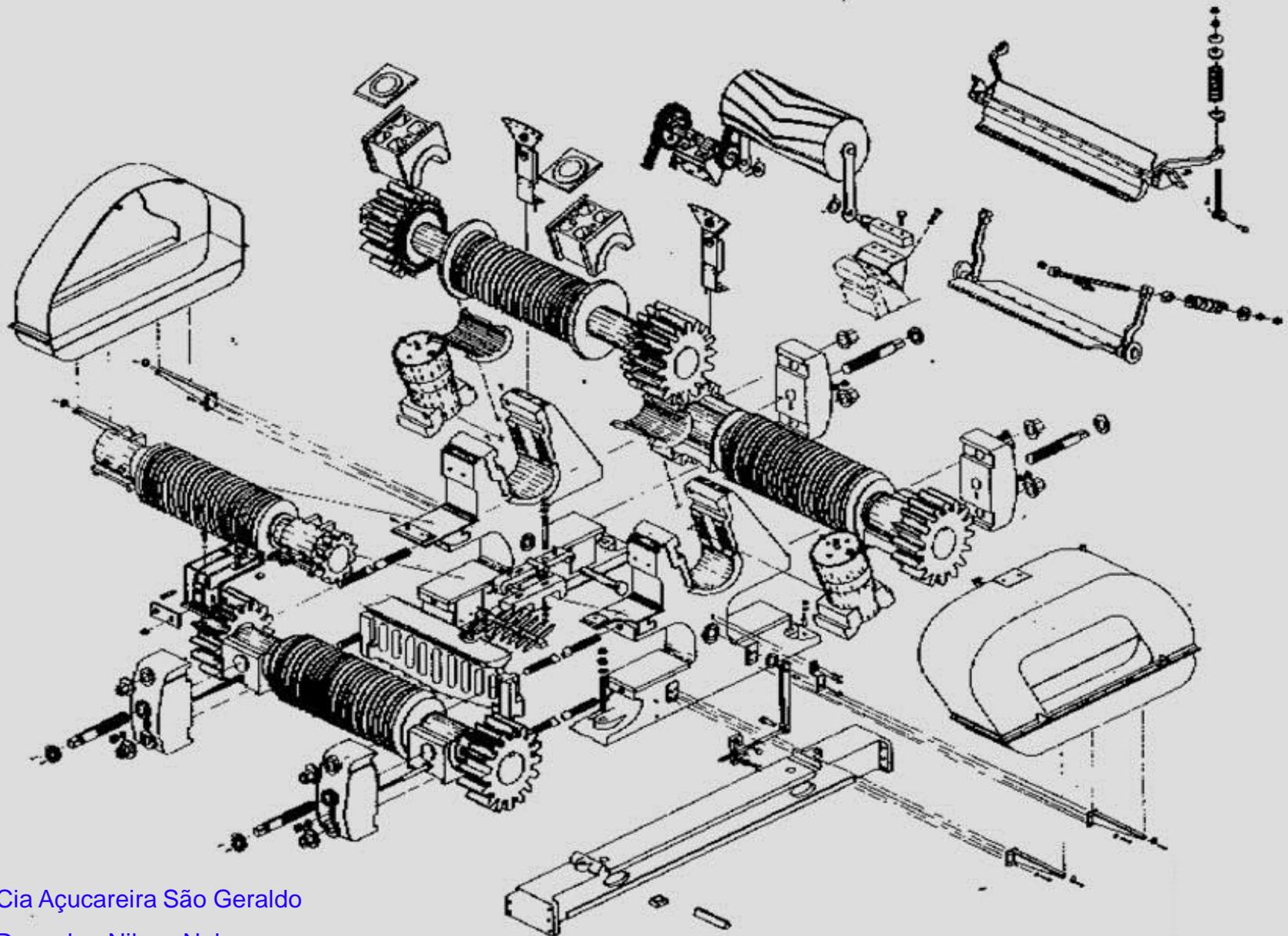
| Dimensões das moendas | | | | Dimensões dos eixos nos mancais | | | | | | | |
|-----------------------|---|-----------|-------|---------------------------------|-------|-----------|---|----|-----|---|-----|
| Polegada | | Milímetro | | Polegada | | Milímetro | | | | | |
| 26 | x | 48 | 660 | x | 1.219 | 12 | x | 15 | 305 | x | 381 |
| 32 | x | 60 | 813 | x | 1.524 | 15 | x | 19 | 381 | x | 483 |
| 34 | x | 66 | 864 | x | 1.676 | 16 | x | 21 | 406 | x | 533 |
| 36 | x | 72 | 914 | x | 1.829 | 17 | x | 22 | 432 | x | 559 |
| 38 | x | 78 | 965 | x | 1.981 | 18 | x | 24 | 457 | x | 610 |
| 35 | x | 80 | 889 | x | 2.032 | 17 | x | 22 | 432 | x | 559 |
| 42 | x | 84 | 1.067 | x | 2.134 | 19 | x | 26 | 483 | x | 660 |
| 43 | x | 90 | 1.092 | x | 2.286 | 20 | x | 27 | 508 | x | 686 |

(*) Medidas aproximadas

Componentes básicos em um terno de moenda

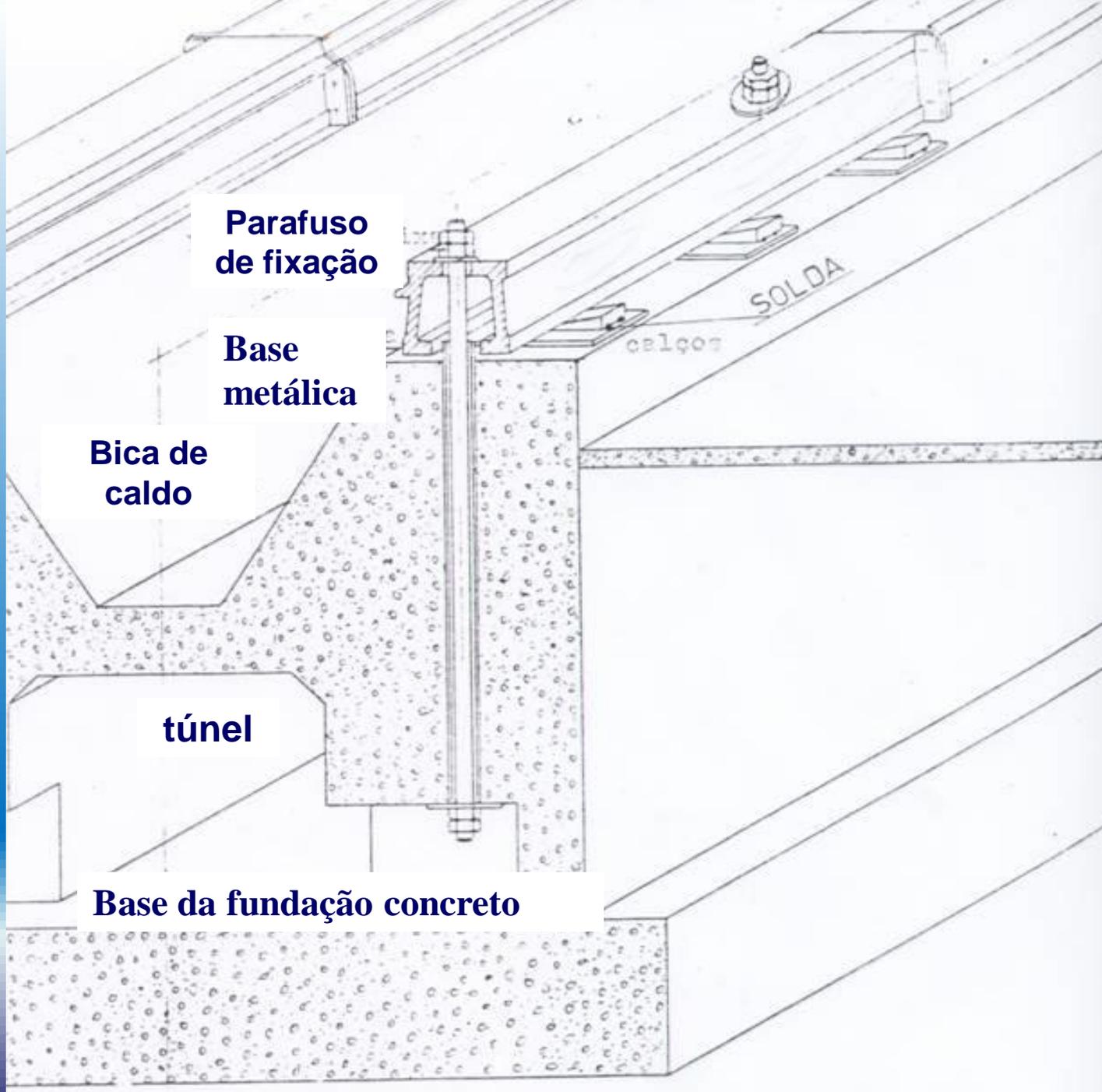
- Base da moenda
- Castelos
 - estruturas que sustentam os cilindros esmagadores
- Mancais
 - peças destinadas a suportarem os eixos das moendas e assentadas nas fendas dos castelos
- Bagaceira
 - manter os frisos limpos
 - facilitar a condução da cana
- Pentes
 - manter os frisos limpos
- Rolos

Terno de moenda explodida



Cia Açucareira São Geraldo

Desenho Nilson Nelson



**Parafuso
de fixação**

**Base
metálica**

**Bica de
caldo**

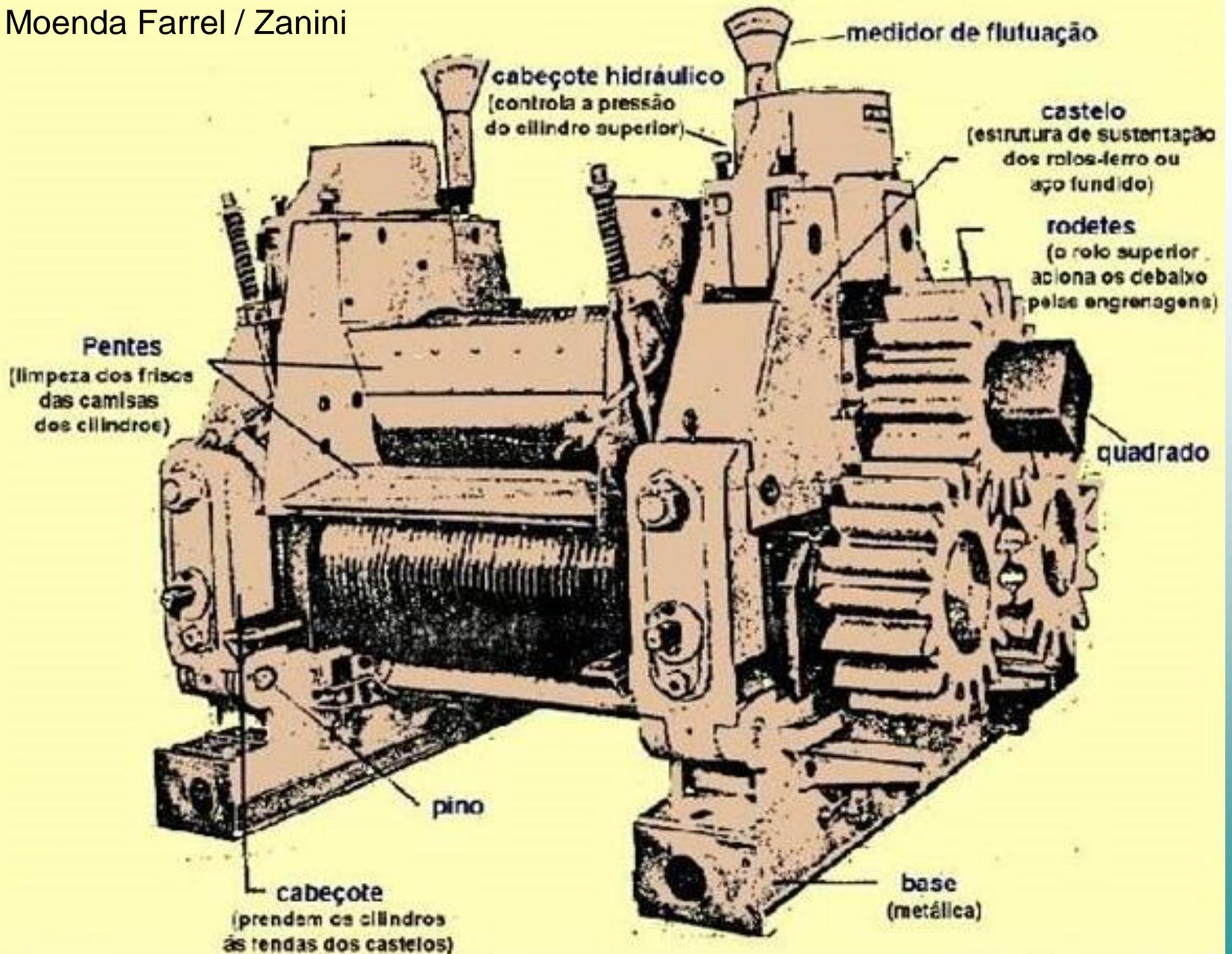
túnel

Base da fundação concreto

SOLDA

calços

Moenda Farrel / Zanini



Rolo de alimentação
(Press-roller)

Rodete do press-roller

Placa de ajuste
pente interno do
press-roller

Faquetas

Parafusos de regulagem

Cabeçote hidráulico

Mancal press-roller

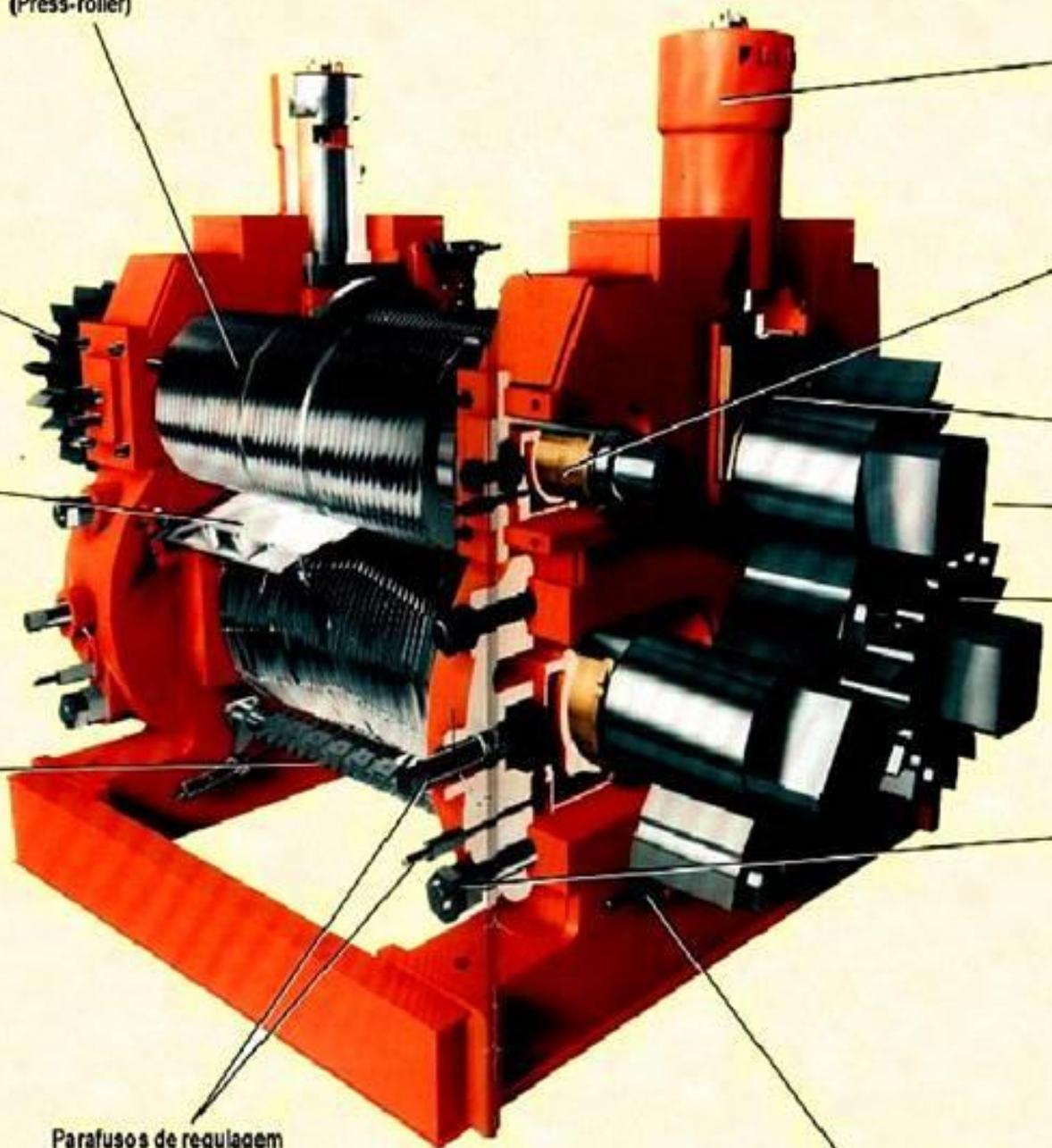
Mancal rolo superior

Quadrado

Rodete

Parafuso de fixação

Mancal inferior

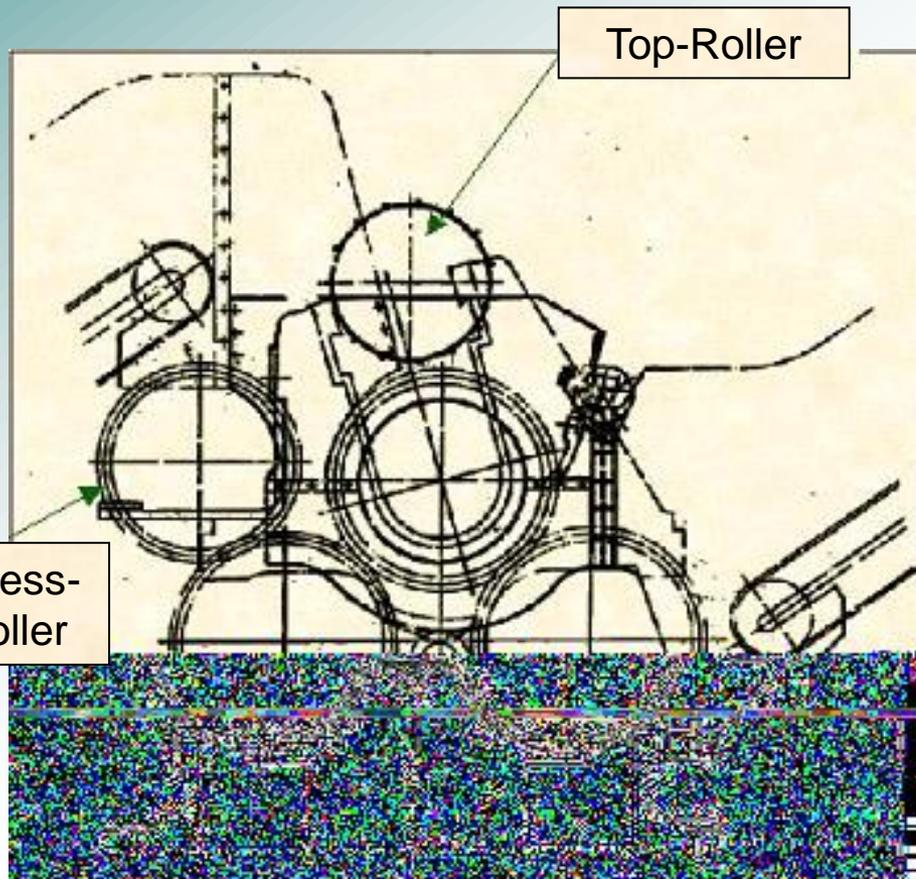


MCD 01
Moendas Dedini



Top roller (rolo de compressão) e Press roller (rolo de pressão)

Sistemas auxiliares de alimentação: ganhos em capacidade e extração

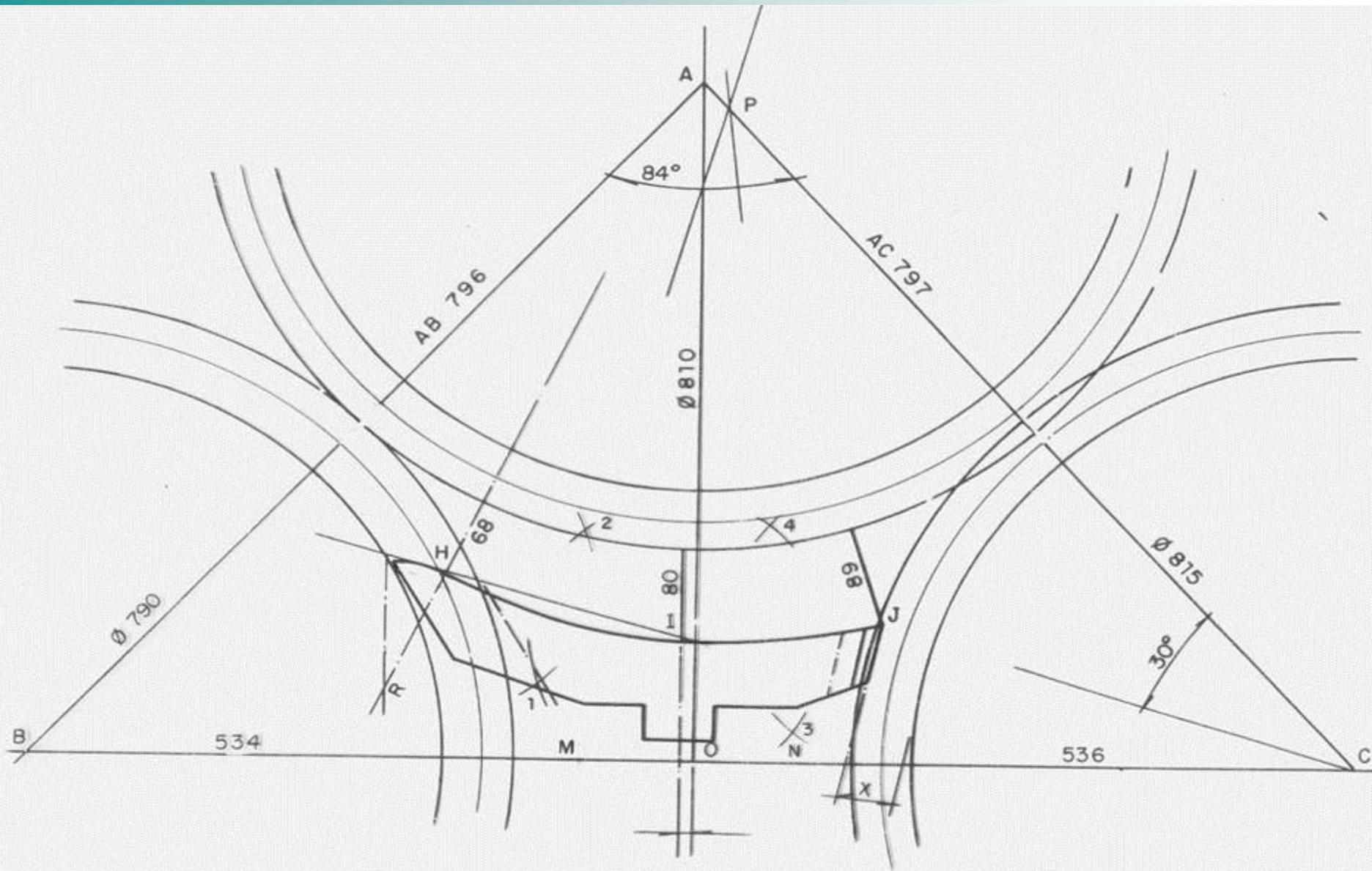


Rolo de pressão

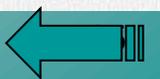
- Ganho cap. ~15%
- Consumo potência – 5 a 10% Moenda
- Regulagem – 5 a 6 x abertura Saída Trabalho

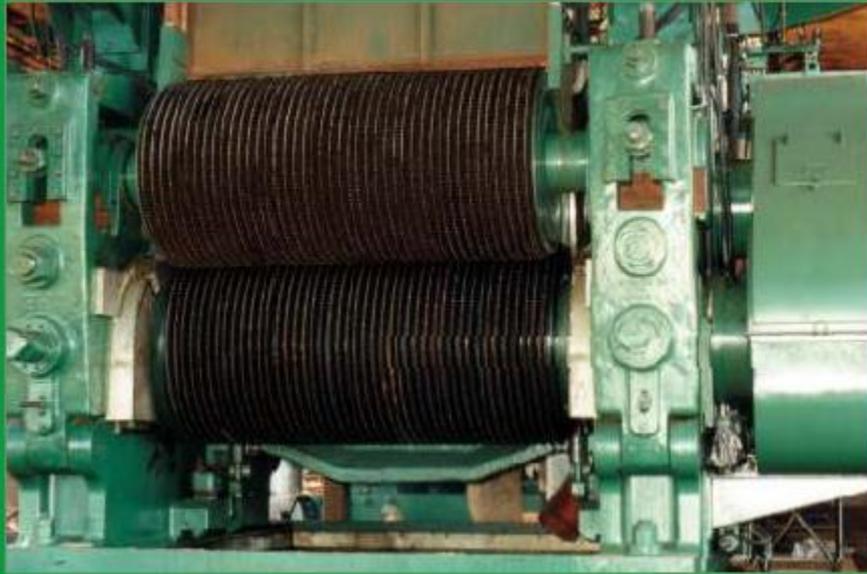
Rolo de compressão

- Ganho cap. ~5%
- Melhor alimentação
 - trabalha sobre o colchão de cana ou bagaço – orientando e forçando a “pega” das moendas



Traçado da Bagaceira – Moenda 30'' x 54''



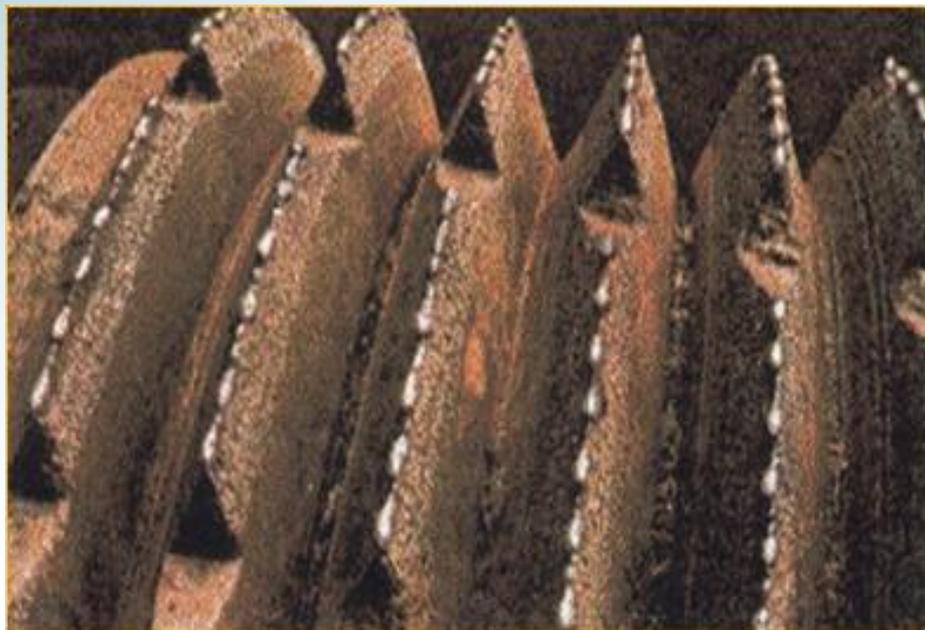


• Tamanhos x Capacidades

| | |
|-----------|----------|
| 37" x 66" | 400 TCH |
| 42" x 78" | 600 TCH |
| 46" x 84" | 750 TCH |
| 46" x 90" | 850 TCH |
| 50" x 96" | 1000 TCH |

Ranuras ou frisos de moendas

constituídas nos cilindros com a finalidade de aumentar a superfície útil de contato com o bagaço



Finalidades

- aumentar a superfície útil do cilindro
- melhorar a drenagem do caldo
- melhorar a apreensão

Tipos de soldas

- picote (crista de friso) em rolo parado
- chapisco (flancos nos frisos aplicados a 1/2 a 2/3 da altura do friso)

CONTROLE DA PERFORMANCE DAS OPERAÇÕES

Eficiência da
moagem
Brasil → 98%



Controles:

- open cells →
- curva de Brix

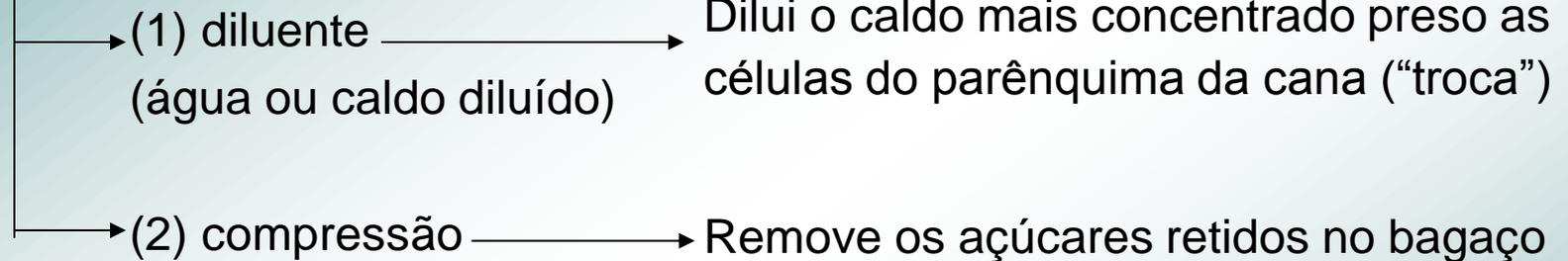
Definidos:
80-85% (horiz)
90-92% (vert)

• cálculos tecnológicos:

- extrações relativas, individuais e totais, curvas de umidade do bagaço, e extração do caldo do 1º terno.

EMBEBIÇÃO

Adição de água ou caldo diluído ao bagaço entre um terno e outro
(aumento da extração de sacarose)



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

Classificação embebição {
- simples
- composta
- com recirculação

Ação da água: diluente do caldo preso as células parênquima da cana, ocorrendo uma troca e pela compressão extrai-se mais sólidos solúveis retidos no bagaço.

Tipos de embebição:

1. Embebição simples: acrescenta água ao bagaço após cada moenda
 - Embebição simples única: água em um ponto
 - Embebição simples dupla: água em 2 pontos
2. Embebição composta: acrescenta-se água e caldo diluído ao bagaço
3. Embebição com recirculação: Desvia parte do caldo extraído pelo terno, para embeber o bagaço a ser processado no próprio terno e a outra parte do caldo embebe o bagaço que será processado pela terno anterior.

Quantidade de água de embebição:

A quantidade de água a ser usada na embebição é função de vários fatores:

- Capacidade de evaporação;
- Números de ternos;
- Condições de distribuição da água de embebição;
- Fibra da cana;
- Riqueza da cana em sacarose;
- Quantidade de açúcar extraído pelo efeito da embebição e açúcar extraível teoricamente;
- Preço do açúcar extraído pelo efeito de embebição e extraído teoricamente.

Temperatura da água de embebição $\geq 60^{\circ}\text{C}$ (60 - 80°C)

2.2 Eficiência das moendas

- **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

$$Ef (\%) = \frac{\text{Pol (caldo)} \times \text{massa (caldo)}}{\text{Pol (cana)} \times \text{massa (cana)}}$$

Fatores que afetam a Capacidade de moagem

- Preparo da cana
- Uniformidade de alimentação
- Fibra da cana
- Velocidade das moendas
- Automatismo do sistema de alimentação
- Regulagem da bagaceira
- Direção e elemento humano

Fórmulas para cálculo de capacidade de moagem

Segundo Hugot:

$$C = 0,8 \frac{c.n (1 - 0,06.n.D) L.D^2.\sqrt{N}}{f}$$

Onde, C = TCH, 0,8 = fator regional, c = coef. preparo (1,10 a 1,25), n = rotação(rpm), L = comprimento do rolo, D = diâmetro do rolo (m), N = número de rolos totais e f = fibra % cana.

Segundo Brunnely:

$$C \text{ max} = \frac{47,12 . D^2 .L .n}{(0,97 / dc) - 47,50. 10^{-3} . f}$$

Onde, C =TCH, D = diâmetro do rolo (m), L = comprimento rolo (m), dc = densidade da cana moenda(t/m³) e f fibra% cana.

Para atender variações de capacidade e extração

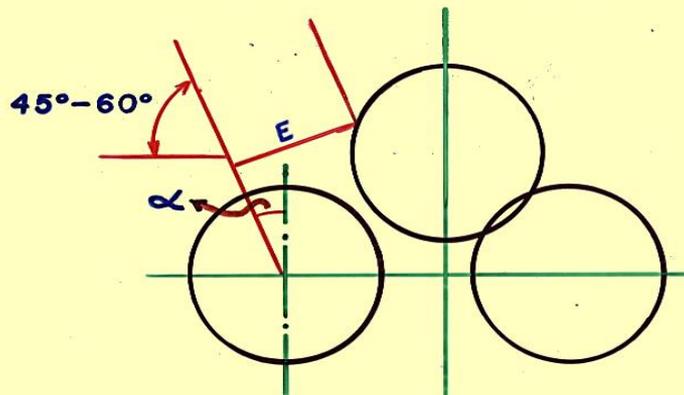
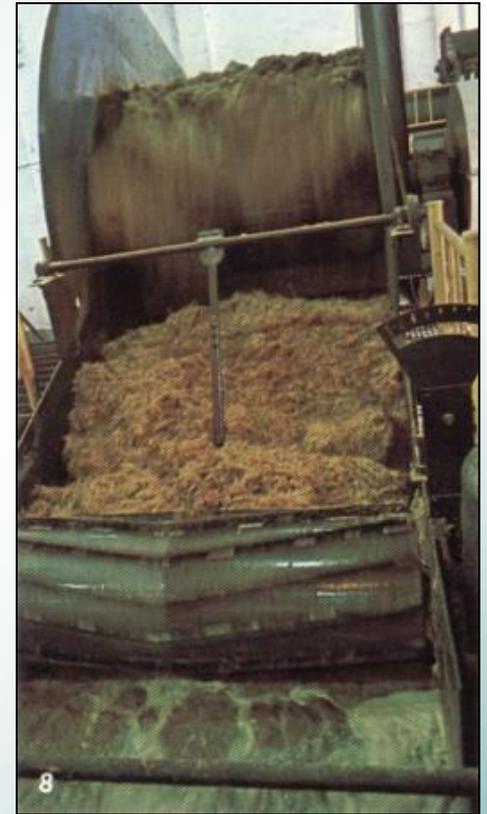
- Margem de segurança suficiente na potência das máquinas de preparo e moagem;
- Sobra de vapor direto para as máquinas absorver variação do processo;
- Sistema de automação eficiente;
- Operadores qualificados.

ALIMENTAÇÃO DO PRIMEIRO TERNO

- 1º Terno - Determina capacidade e extração

Sistemas {
Bicão
Esteira alimentadora forçada
Donnely (calha de alimentação)

Esteira de Alimentação forçada
Impulso fraco



$$\alpha = 90 - (45^\circ \text{ a } 60^\circ) = 45^\circ - 30^\circ$$

$$E = 16 ab . S . Trab. \quad s/ \text{ press roller}$$

$$E = 14 ab . S . Trab. \quad c/ \text{ press roller}$$

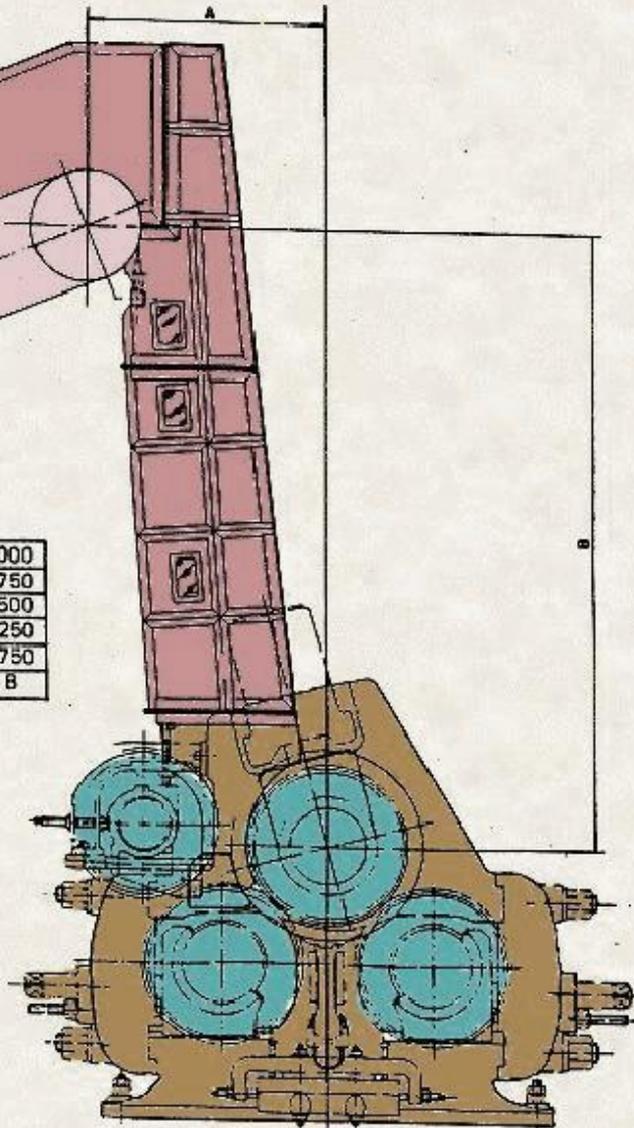
**Alimentação
por bicão**

Sistema de alimentação

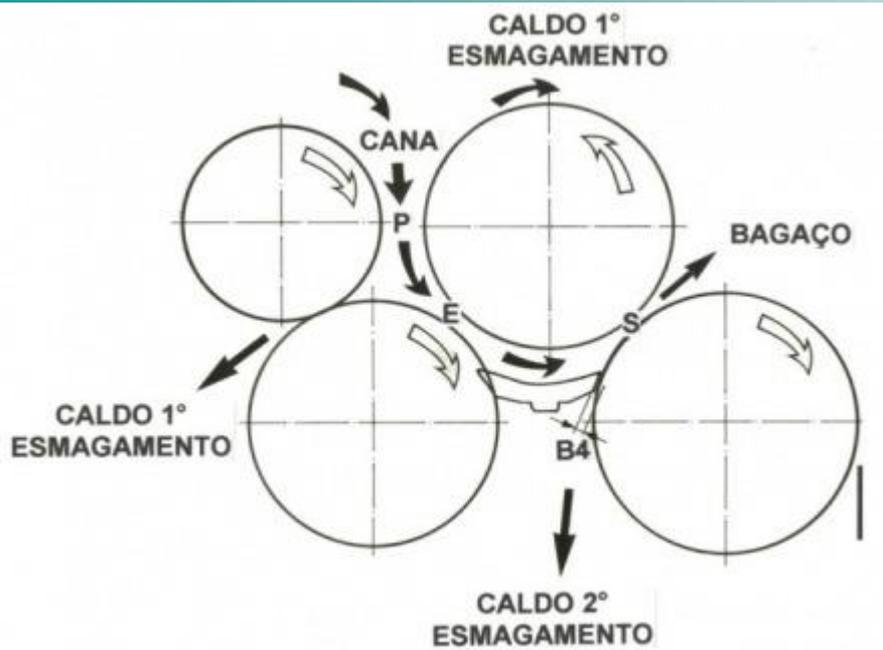
Donnelly - Calha de
alimentação por gravidade

> Angulo de pega de 60°

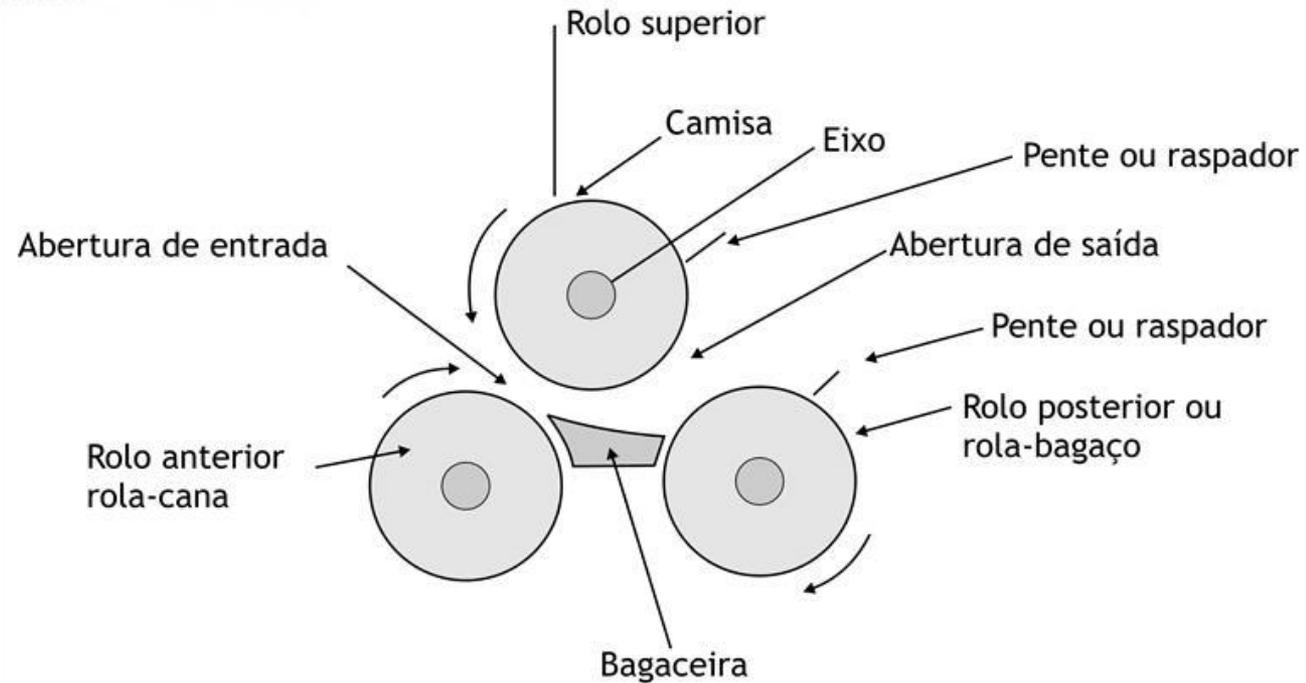
| | | |
|-----------|------|------|
| 42" x 84" | 1150 | 4000 |
| 37" x 78" | 1450 | 3750 |
| 34" x 66" | 1400 | 3500 |
| 30" x 54" | 1250 | 3250 |
| 26" x 48" | 1150 | 2750 |
| MOENDAS | A | B |



- a) capacidade:
50kg/m³ (densidade) a cada ganho
de 15 a 17%
- b) extração: >70% (bem operado)



<https://www.google.com.br/search?q=terno+moenda+de+cana&espv=2&biw=1440&bih=731&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwin7PWinufOAhXKjpAKHf77CwEQsAQIGw#imgdii=hpaH0c78nhNQqM%3A%3BhpaH0c78nhNQqM%3A%3BQWiZDnDQxWhs3M%3A&imgrc=hpaH0c78nhNQqM%3A>



REGULAGEM DAS MOENDAS

Regulagem da moenda:

→ Início: trabalhos de manutenção da entre-saфра → nivelamento/ alinhamento / esquadrejamento. (partindo do/ acionamento - turbinas)

- Nivelamento/ nível de precisão: 0,02 a 0,04 centésimos de mm/m linear.

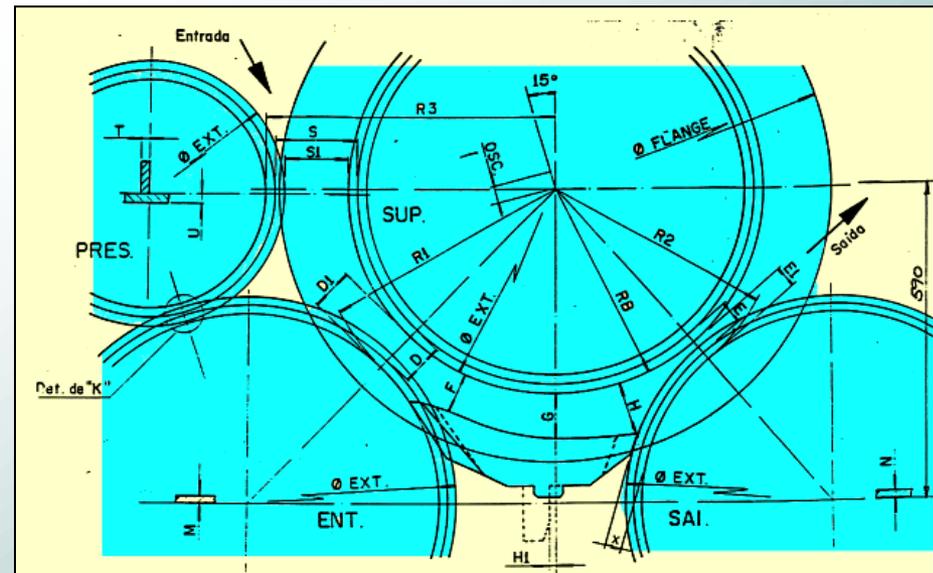
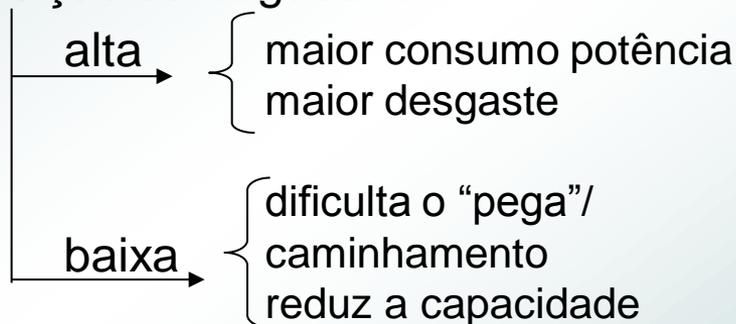
→ Cálculos e Traçado da bagaceira:

- Relação das aberturas em trabalho de entrada (E) e saída (S)

| |
|-----------------------------|
| 1,8 a 2,0 (c/ press-roller) |
| 2,3 a 3,0 (s/ press-roller) |

$$E = 1,8 \text{ a } 2,0 \times S$$

Posição da bagaceira:



Pontos de regulagem das moendas DZ



https://www.google.com.br/search?q=terno+moenda+de+cana&espv=2&biw=1440&bih=731&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwin7PWinufOAhXKjpAKHf77CwEQsAQIGw#tbm=isch&tbs=rimg%3ACe1N3PdcL8vrlji_1UHbqa1DMDsm6N-v_1uil_1aGvXdkZngwsf7anw_1p2cgrWA-fTxcMpjR81sBo85ViZ8SfsFjAkvsCoSCb9QduprUMwOEVQ1oQPKL_1wkKhIjybo36_1-6lj8RPBuGtFCn0aAqEgloa9d2RmeDCxF8t8b7m9m1wioSCR_1tqfD-nZyCEYHeHY4mWnzdkhIjtYD59PFwymMRa9jPIYRPMwgqEglHzWwGjzIWJhG5naQiNjRw6CoSCXxJ-wWMCS-wEfopJTDjPD1F&q=terno%20moenda%20de%20cana&imgcr=ObcZ0GJe5AenPM%3A



Acionamento por motor elétrico e redutor planetário

Extração de um conjunto de moendas

- Indica a fração ou porcentagem do açúcar contido na cana que efetivamente aparece no caldo primário/misto, o restante é perdido no bagaço
- Ex. Moenda com 92% de extração
 - Bagaço com 8% açúcar
- Extração – Sacarose no caldo por cento cana, dividido pela sacarose por cento cana

$$\text{Extração} = \frac{\text{sacarose no caldo \% cana} \times 100}{\text{sacarose \% cana}}$$

Na prática

$$C + A = J + B$$

C – cana processada em t/h

A – água de embebição em t/h

J - caldo misto em t/h

B – bagaço gerado em t/h

$$E = \frac{100}{Sc \cdot fb} (fb \cdot Sc - fc \cdot Sb)$$

Fb – teor de fibra no bagaço

Fc - teor de fibra na cana

Sc – açúcar na cana

Sb - açúcar no bagaço

2.3 EXTRAÇÃO DO CALDO POR DIFUSÃO

Introdução

Somente após a 2ª Guerra Mundial, por ocasião da reconstrução da indústria açucareira europeia, se introduziu o conceito de difusão contínua que os fabricantes europeus tentaram adaptar à indústria da cana-de-açúcar após 1950.

E. Hugot, uma das maiores autoridades em tecnologia açucareira, mencionava nos anos 1970:

“A moenda é um equipamento bárbaro. Gasta uma quantidade tremenda de energia para extrair o caldo da cana.... um consumo fora de proporção ao resultado obtido... Qualquer que seja a potência aplicada, é reconhecido que uma certa proporção do caldo ou do líquido contido na cana não pode ser extraída por pressão. Apesar de que a pressão é aplicada repetidamente e do artifício da embebição, este é um defeito inerente ao equipamento que põe a extração por moendas em uma posição inferior.”

Brasil - 1968 (BMA + 4 ternos)

(1) U.S. São Francisco

- Piracicaba-SP

(2) RG do Norte - DDS

Atualmente: Difusores Horizontais lineares

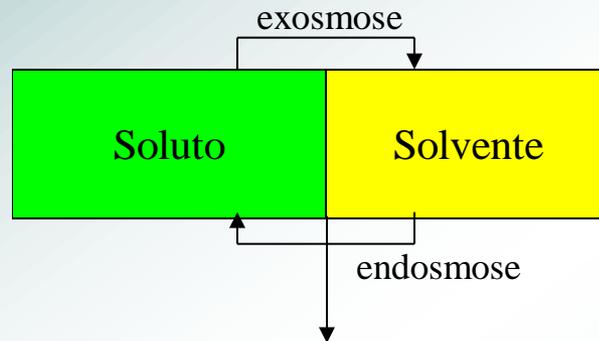
- Usina Galo Bravo, Cruz Alta, etc.

Hoje existem difusores de diferentes concepções operando:

- África do Sul
- Hawaí
- México
- Maurício, etc.
- Brasil

Princípios de difusão

Difusão (osmose)



Membrana semipermeável

Semelhança



Processo muito lento

massa da cana (água quente)

extração de 3%

Interesse desta técnica se deve

- ✓ bom desempenho na extração (beterraba açucareira)
- ✓ ↓ eficiência das moendas
- ✓ ↓ índices de extração
- ✓ bagaço úmido (caldeiras)

Extração do caldo por difusão

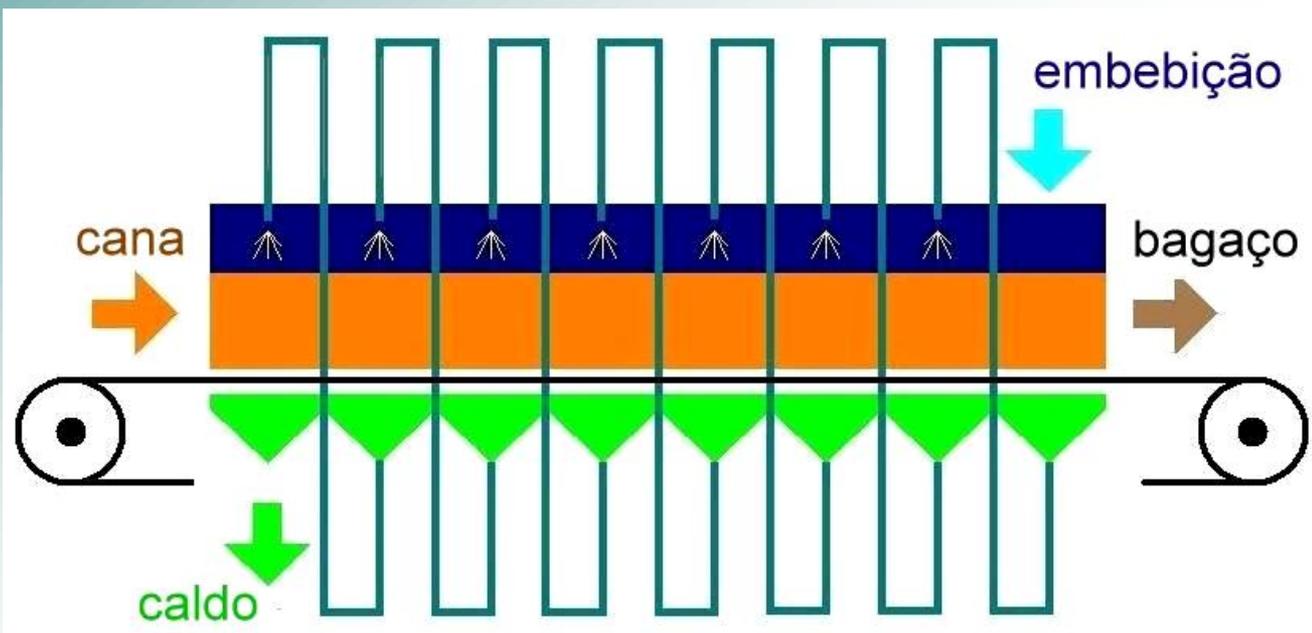
- lixiviação
- lavagem (água quente) ← embebição composta (moendas)
- percolação [maceração]
(passar um líquido através de um meio para extrair substâncias deste meio)

Eficiência da extração ⇒ constituição e preparo da cana

- **O equipamento que se convencionou chamar de difusor é na realidade um lixiviador de cana.**
- **No processamento da cana-de-açúcar no difusor, a sacarose é extraída exclusivamente por um processo de lavagem repetitiva, passando por diluição para a solução de menor concentração.**
- **A razão principal da necessidade de um excelente preparo de cana é possibilitar à água entrar em contato com o maior número de células abertas e assim alcançar os elevados índices de extração no difusor.**

<https://www.youtube.com/watch?v=NUsLJhAYF6c>

Esquema de Funcionamento do Difusor de Cana



- Água de embebição é alimentada na parte final do difusor
- Um aquecedor por contato direto com vapor com controle automático permite manter a adequada temperatura da água.
- A embebição é enviada a uma canaleta transversal que cobre toda a largura do difusor e é uniformemente distribuída sobre o colchão de bagaço; a água percola através das fibras, passa pelas chapas perfuradas e é recolhida no captador de caldo
- A circulação dos caldos é feita em contra-corrente com o bagaço, permitindo assim a manutenção de um diferencial de concentração praticamente constante ao longo do difusor.

Tipos de difusores

A - Construção

- oblíquos (DDS)
- horizontais (BMA, De Smet)
- circulares (Silver - **Circ. Horizontal** - Saturno
Circular vertical)

B - material processado

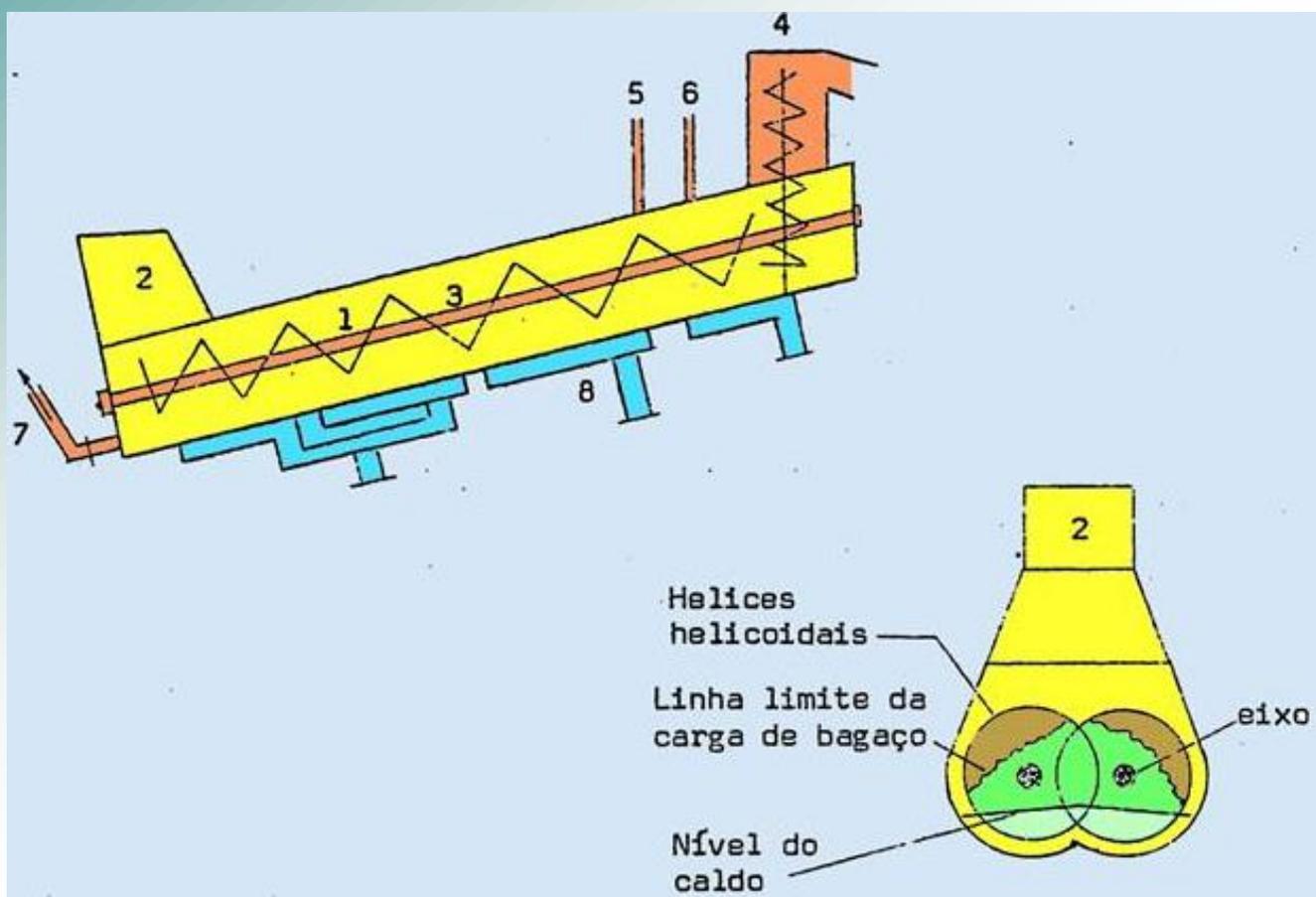
- cana
- bagaço

Difusor oblíquo (DDS)

- De Danske Sukker-fabriker (Dinamarca)
- Difusor de bagaço (moagem-difusão)

- Importância do pH e da temperatura
 - pH do caldo = 6,2
 - maior reteno no difusor mais temperatura
 - ocorrerá uma inversão de sacarose (< 0,05%)

Vista longitudinal
e transversal do
Difusor DDS

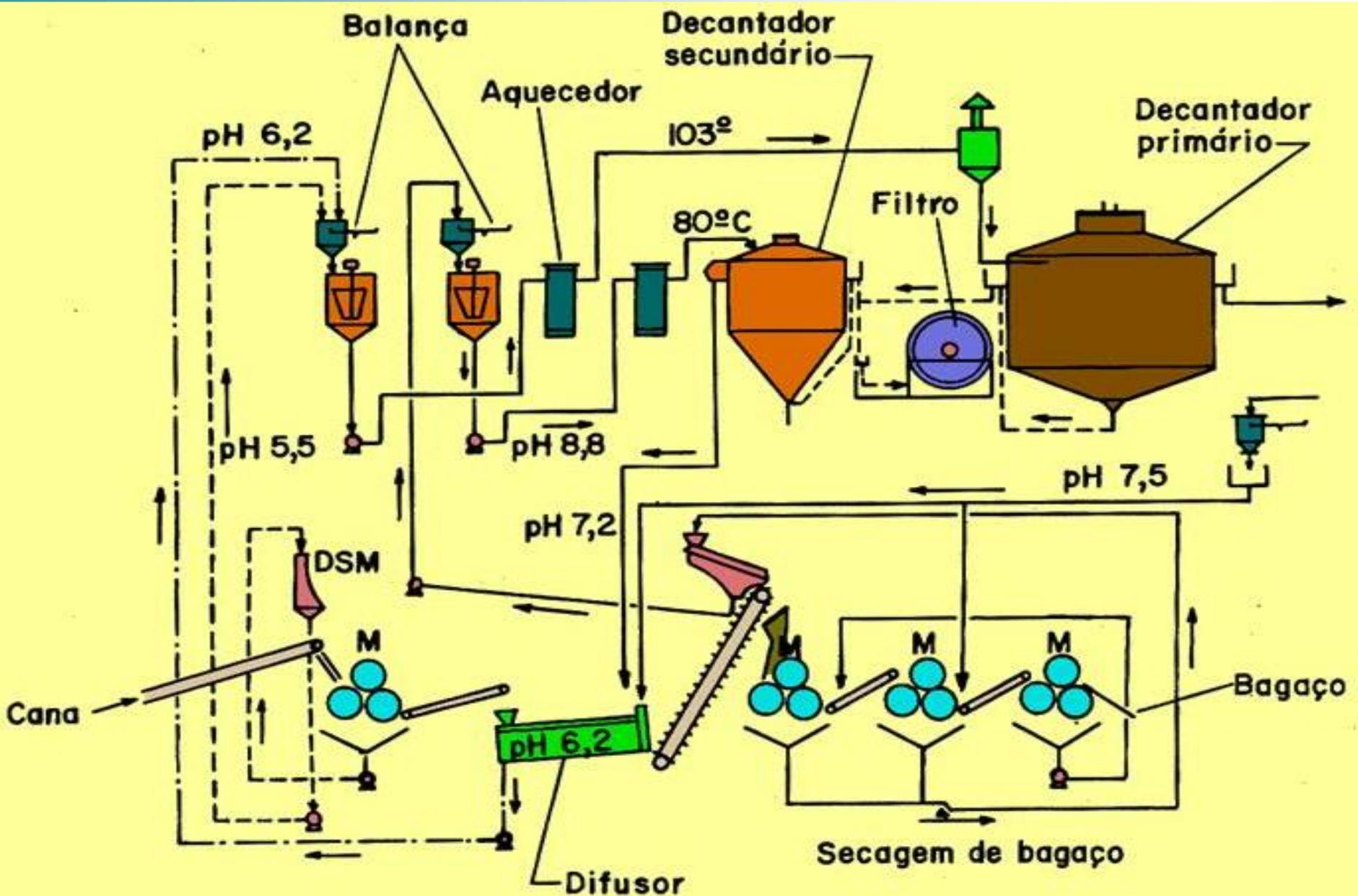


- 1 - Hélices helicoidais transportadoras,
- 2 - Alimentação do bagaço com 35 a 40% de caldo,
- 3 - Eixos centrais,
- 4 - Parafusos sem fim para a retirada do bagaço,
- 5 - Água fresca para a lavagem (55 a 60°C),
- 6 - Caldo diluído extraído das moendas desunificadoras (água doce),
- 7 - Saída de caldo para a fabricação,
- 8 - Câmaras de aquecimento a vapor para o caldo retornado (60-70 °C).

Funcionamento:

- Velocidade da hélice - 2 rpm
- Tempo do ciclo - 20-30 min
- Ação mecânica diferente dos outros processos, retira o caldo residual do bagaço após a passagem das canas pela moagem.

Instalação do difusor DDS e tratamento de caldo

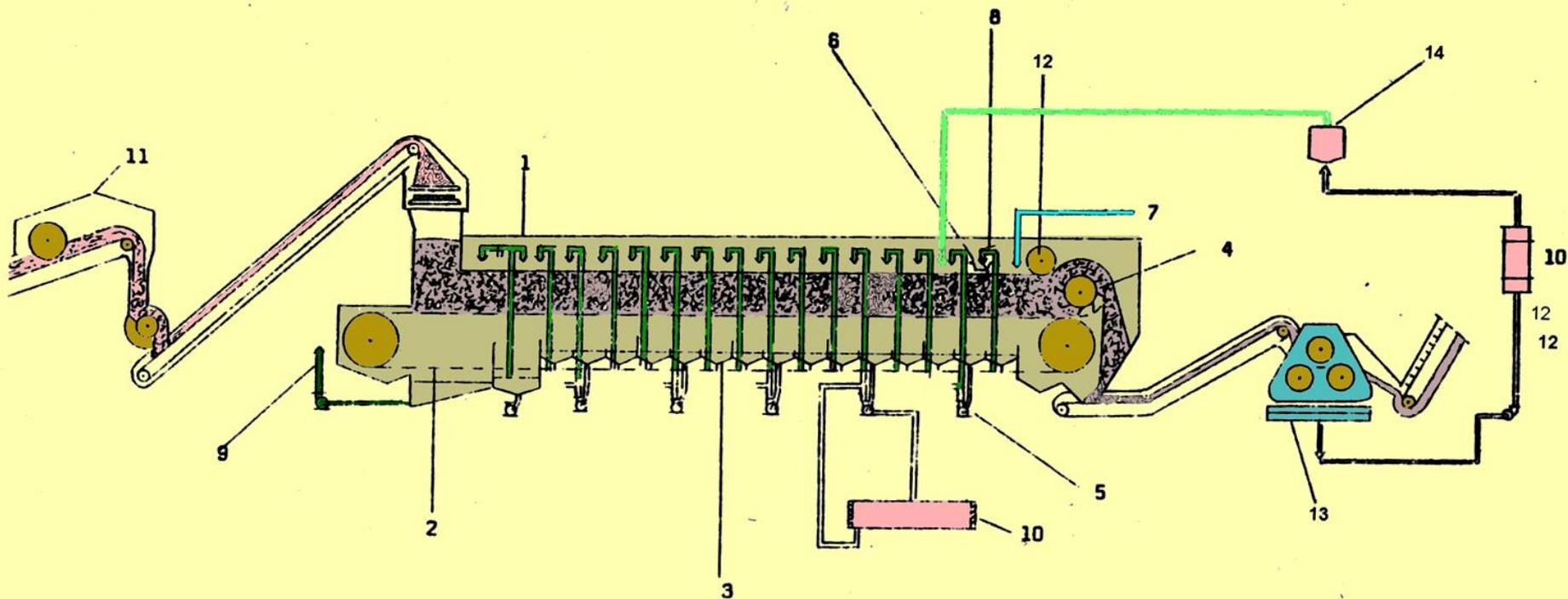


Comparação entre o sistema de moagem com o de moagem-difusão

| Sistema de trabalho | Cana-de-açúcar | | Pol % de bagaço | Extração % | Açúcar em t | Kg por T.C. |
|------------------------------|----------------|-------|-----------------|------------|-------------|-------------|
| | Toneladas | Pol | | | | |
| 4 ternos de moendas 26 x 48" | 8.251 | 12,98 | 3,29 | 92,49 | 827 | 100,23 |
| 4 ternos mais difusor | 8.497 | 13,10 | 1,48 | 96,87 | 914 | 107,57 |

Difusor horizontal (De Smet)

- Difusores de cana ou de bagaço
 - ⇒ cana: corpo metálico c/ forma retangular - comprimento 35 a 52m (**aço inox**)
 - cinta metálica perfurada com 2 correntes p/ tração
(tempo: 40 a 60 min.)
 - Princípio: lixiviação ou lavagem sucessivas c/ caldo diluído, H₂O doce e água pura em contra-corrente.
 - Aquecedor de caldo diluído = 65 - 70°C



Difusor de cana de SMET

Legenda:

1 - Corpo metálico

2 - Cinta metálica perfurada

3 - Compartimentos individuais

4 - Raspador rotativa (retirada de bagaço)

5 - Bomba centrífuga

6 - Calha de caldo

7 - Entrada de água

8 - Circulação de água doce

9 - Saída do caldo

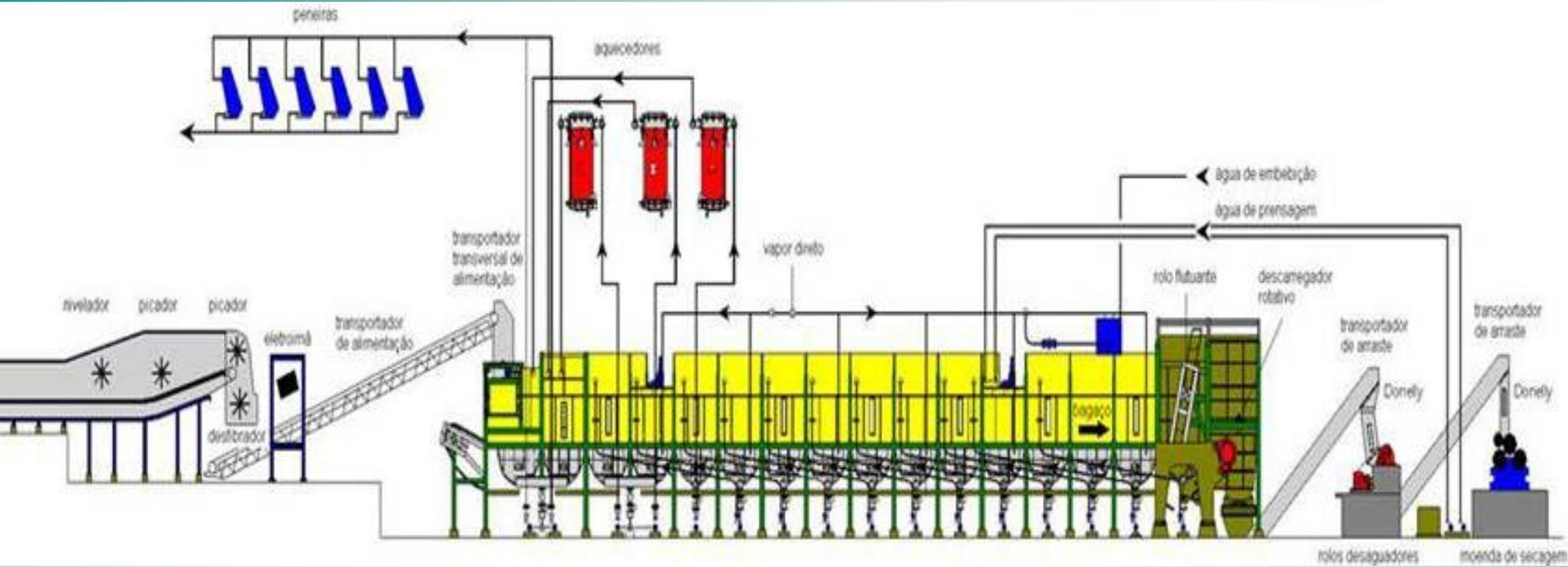
10 - Aquecedor de caldo

11 - Facas rotativas e desintegrador

12 - Rolo compressor

13 - Moenda de secagem

14 - Clarificação de caldo



Especificações Técnicas do Difusor Uni-Systems

- Capacidade.....até 80 t de fibra por hora (TFH)
- Comprimento.....61,5 metros
- Largura.....compatível com a capacidade
- Tempo de retenção.....aproximadamente 50 minutos
- Altura do colchão de bagaço.....de 0,8 a 1,6 metro
- Velocidade linear das correntes.....de 0,4 a 1,1 metro/min
- Consumo total de energia.....~17 HP/TFH
(excluída a moenda de secagem)
- Embebição.....de 250 a 300 % sobre fibra
- Temperatura em operação.....de 70 a 90°C
- Consumo de vapor.....de 6 a 10% sobre cana
- Extração de sacarose.....até 98,6%
- Umidade final do bagaço.....de 48 a 51%
(incluída a moenda de secagem)
- Índice de células abertas.....89% mínimo

Difusores (unidades instaladas)

Uni Systems

| Ano | Cliente | Pais | Cap. Nom. TCD | Fibra % | TFH |
|------|-----------------------|-----------|-----------------|---------|-----|
| 1985 | Galo Bravo | Brasil | 4.000 | 12,5 | 21 |
| 1987 | Cruz Alta | Brasil | 8.000 | 13,0 | 44 |
| 1996 | Vale do Rosário | Brasil | 10.000 | 13,0 | 54 |
| 1998 | Providencia (Arcor) | Argentina | 10.000 | 15,0 | 62 |
| 2000 | Cevasa | Brasil | 4.000 | 14,0 | 23 |
| 2002 | Vale do Paranaíba | Brasil | 6.000 | 14,0 | 35 |
| 2003 | Vertente | Brasil | 8.000 | 12,0 | 40 |
| 2004 | Dracena | Brasil | 4.000 | 14,0 | 23 |
| 2004 | Lacassine | EUA | 12.000 | 15,0 | 75 |
| 2005 | São João de Araras II | Brasil | 12.000 | 13,4 | 67 |
| 2006 | encomendas de 10 | unidades | 10 mil e 15 mil | | |

Sermatec

2º semestre de 2006 a agosto de 2007 - quatorze unidades comercializadas.
Outras oito estão sendo negociadas.

DIFUSÃO DE CANA E DIFUSÃO DE BAGAÇO

- Difusores → cana
→ bagaço
- Defensores do difusor de bagaço
 - maior economia (retirada da sacarose residual)
 - extração inicial (moendas), prepara o bagaço para o difusor
 - maior capacidade (TC) de processamento por hora
 - elevação da extração para níveis de 97%

Comparação entre Moagem e Difusão:

- uso difusão - desenvolvimento tecnológico
 - a) locais de tecnologia avançada { custo de prod. elevada
bom preparo da cana
↓
Tenderá difusor de cana + barato moenda
 - b) regiões menos adiantadas → difusores de bagaço

VANTAGENS DA DIFUSÃO EM CANA-DE-AÇÚCAR

Vantagens:

- a) pol do bagaço → 1 a 2%
- b) extração em sacarose % de sacarose de cana → 96,5 a 98,0%
- c) menor custo inicial (investimento comparativo)
- d) baixo custo de manutenção
- e) processo automático
- f) baixo consumo de energia
- g) facilidade de trabalho para esterilização ($t^{\circ}c$)
- h) obtenção de caldos parcialmente clarificados
- i) obtenção de caldos mais puros < colchão de cana - elemento filtrante >
- j) possibilidade de retorno do lodo ao processo
- l) obtenção de caldos de maior pureza

Limitantes ao bom desempenho:

- a) quantidade de cana ou bagaço processado por hora
- b) qualidade da matéria-prima
- c) índice de preparo da cana adequado
- d) profundidade do leito de massa fibrosa
- e) tempo de ciclo de difusão
- f) quantidade de água de embebição
- g) quantidade e qualidade do caldo de retorno
- h) temperatura e pH da difusão
- i) número de retornos

Questões

1. O DIFUSOR EXTRAÍ MAIS DO QUE A MOENDA ?

Na teoria não, mas na prática brasileira sim.

Para os critérios de comparação normalmente vigentes no Brasil, podemos dizer que o difusor extrai mais do que a moenda (97,5 a 98,5% do difusor contra 96,5 a 97,5% da moenda).

2. O DIFUSOR CONSOME MENOS ENERGIA DO QUE A MOENDA ?

Temos que pensar em dois tipos de energia, energia mecânica e energia térmica. O difusor consome muito menos energia mecânica, mas sempre vão existir perdas de calor para o ambiente, as quais são menores na moenda.

3. O DIFUSOR TEM MENOR CUSTO DE MANUTENÇÃO ?

O difusor tem um custo de manutenção muito menor do que um tandem de moendas equivalente, principalmente se estivermos falando de instalações com o mesmo nível de extração.

Temos um terno de secagem contra seis ternos, o que significa 80 a 85% menos manutenção em eixos, camisas, mancais, etc.



PICADOR
4633 RPM

DESFIBRADOR
4663 RPM

1°/2° TERNO
3867 RPM

3°/4° TERNO
4153 RPM

5°/6° TERNO
3956 RPM

ESTEIRÃO

18.86 NIVEL

55.28 SP

75.00 A

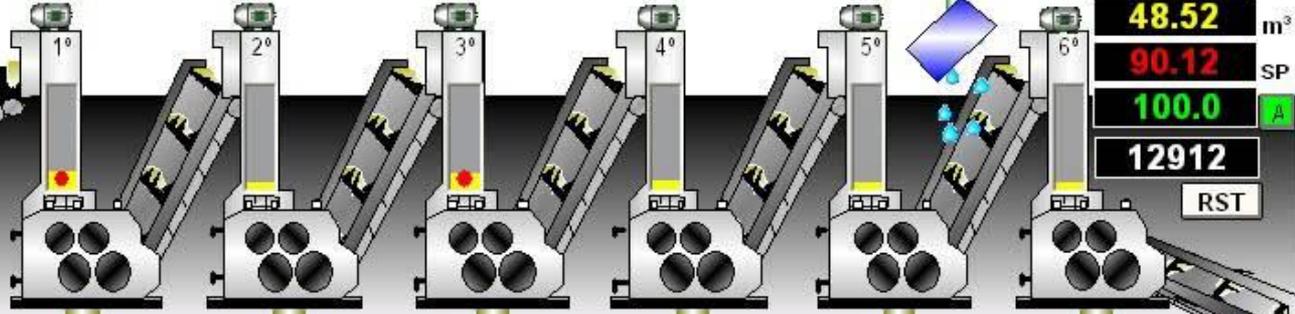
EST. DE BORRACHA

18.86 NIVEL

90.00 SP

70.00 A

NIVEL DONELLY
18.86 %



VAZÃO AGUA EMB.

48.52 m³

90.12 SP

100.0 A

12912 RST

RPM 1°/2° TERNO

10.02 %

0.00 SP

3.00 A

DESL. 3°/4° TERNO

10.96 %

32.03 SP

5.00 A

DESL. 5° TERNO

9.77 %

DESL. 6° TERNO

9.83 %

20.00 SP

34.77 A



PENEIRA

PRESSÃO DAS CALDEIRAS

22.28 kgf



CALDO VAÍ P/FABRICA