

# **‘Know-how’- Produção de Açúcar e Etanol**

PROCESSO PRODUTIVO

**Eder Pacheco**

**Químico Industrial, MBA em Gestão industrial, Esp. Em produção de Açúcar e Etanol.**

# Preparo de Solo Plantio de cana-de-açúcar





**Idade do canavial?**





# Quando realizar a Colheita?

## MATURAÇÃO

Considera-se uma **CANA MADURA** quando esta atinge seu **MÁXIMO TEOR DE SACAROSE.**

*É conseguido através de análises laboratoriais, de amostras retiradas da lavoura. Que são periodicamente monitoradas.*



# Sistemas de Colheita Mecanizada - Corte



# **Sistemas de Colheita Mecanizada - Transbordo**





# Sistemas de Colheita Mecanizada - Transporte



# Cuidados com a matéria prima?

## DETERIORAÇÃO



- Fator determinante: Tempo entre corte e processamento.
- Ocorre inversão de Sacarose para Glicose e Frutose.
- Causada pela ação de Fungos e Bactérias.
- Perdas consideráveis de produção (sacarose).



# IMPUREZAS

*são elementos indesejáveis ao processo de origem mineral ou vegetal.*

## Mineral

Pedra ou pedrisco.

- Causam prejuízos à indústria por provocarem desgastes em equipamentos (Bombas, tubulações, desgaste de moendas).
- Geralmente removida na mesa de Alimentação (lavagem de cana).

## Vegetal

- São fibras que não contém sacarose. Geralmente palha resultante de mal queima da cana devido umidade do canavial ou do desponte alto.
- Aumenta o volume de cana reduzindo o rendimento da extração.

# Composição

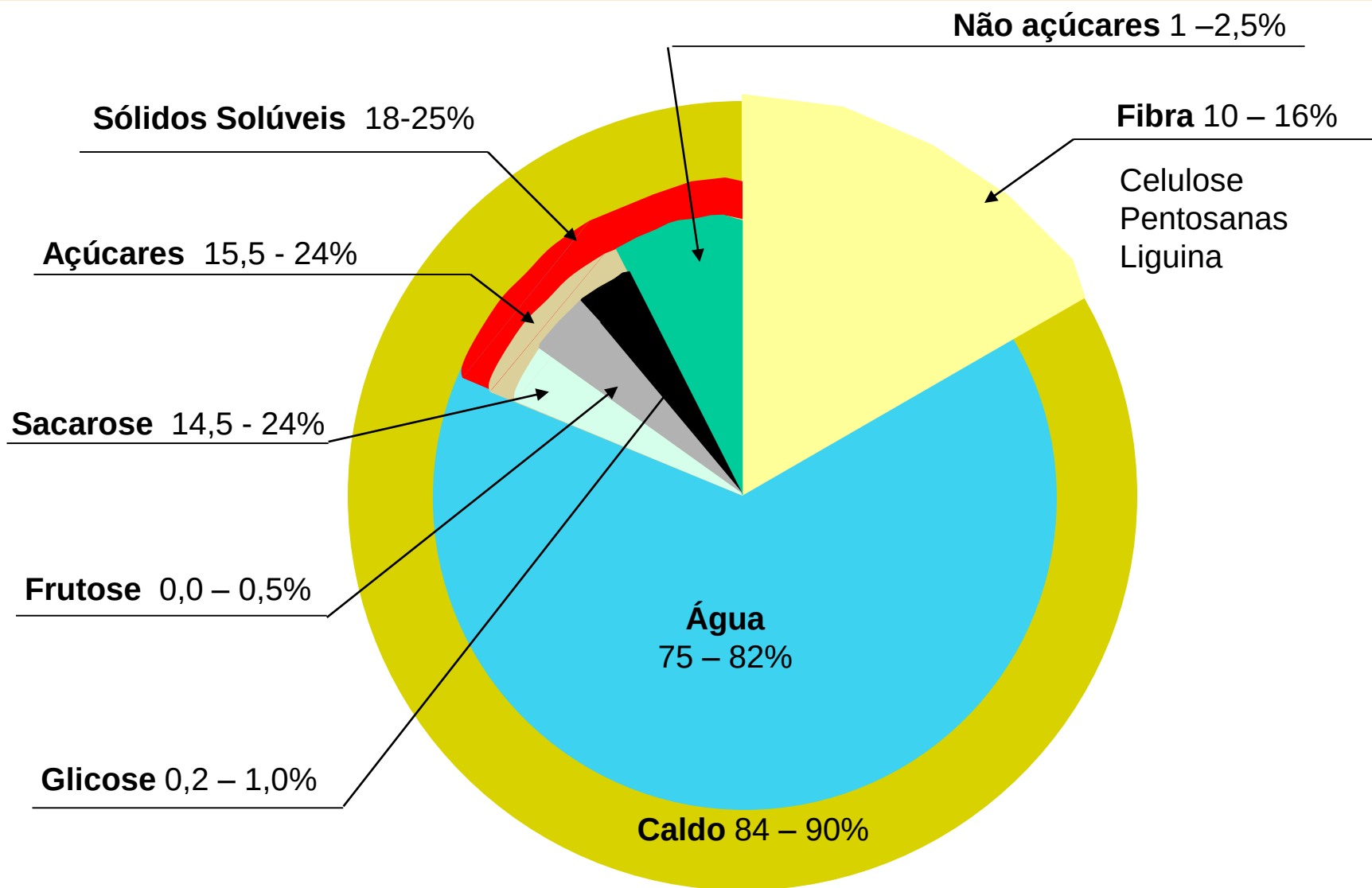
---

## Básica da Cana

- Possui em média de 10 a 16% de fibras;
- De 84 a 90% de caldo, desta composição 75 a 82% representa água, o restante são substâncias sólidas dissolvidas.
- Os sólidos dissolvidos dividem-se em:
  - Sacarose (14,4 a 24%)
  - Glicose (0,2 a 1,0%)
  - Frutose (0 a 0,5%)
  - Não Açúcares ( 1,0 a 2,5 % )

*Veja ilustração no próximo slide >>*





# Processo de Industrialização

---

- **Conceito**
- **Recepção e Preparo**
- **Extração do Caldo**
- **Geração de vapor Energia Elétrica**
- **Tratamento de Caldo e Evaporação**
- **Cristalização e Cozimento**
- **Fermentação e Destilaria**



# Processo de Industrialização

---

**Conceitos**

# Alguns Conceitos

---



- **Caldo misto**

Caldo obtido no processo de extração e enviado para a fabricação de açúcar e álcool.

---



- **Fibra**

Matéria seca e insolúvel em água contida na cana-de-açúcar

---



- **Pol**

Porcentagem em massa de sacarose aparente, contida em uma solução açucarada.

---

# Alguns Conceitos

---



- **Pureza**

Relação entre a porcentagem em massa de sacarose e a de sólidos solúveis contido em uma solução açucarada.

---



- **Brix**

Porcentagem de sólidos solúveis contidas em uma solução

---



- **Embebição**

Processo na qual a água ou caldo é aplicado ao bagaço em benefício da extração.

---



# Alguns Conceitos

---



- **Bagaço** -

Resíduo da cana após a moagem em um terno ou em um conjunto de ternos.

---



- **Extração**

Define a proporção de um componente da cana, em porcentagem, que foi removido durante o processo de moagem.

---

# Alguns Conceitos

---



## • Índice de Preparo (Open Cell)

Relação porcentual da pol das células abertas em relação à pol total da cana.

---



## • Densidade da cana

É a relação existente entre a massa de cana (Kg) e o volume que esta se ocupa ( $\text{m}^3$ ). *A moagem é um processo volumétrico e que, portanto ela será mais eficiente a medida em que aumentarmos a densidade da cana na entrada do primeiro terno.* Isto é conseguido após a passagem da cana pelo picador e pelo desfibrador, elevando a densidade da cana inteira (  $175 \text{ Kg/m}^3$ ) ou da cana picada (  $350 \text{ Kg/m}^3$ ) para valores em torno de  $450 \text{ Kg/m}^3$  de cana desfibrada

---

# Processo de Industrialização

---

**Recepção e Preparo**

## **Balança de cana**

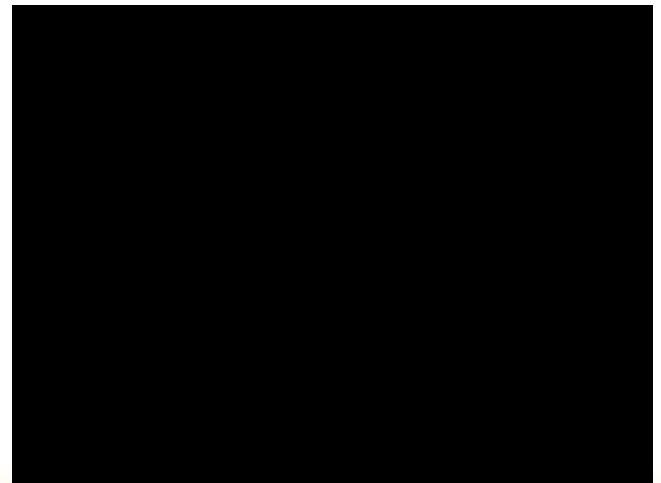
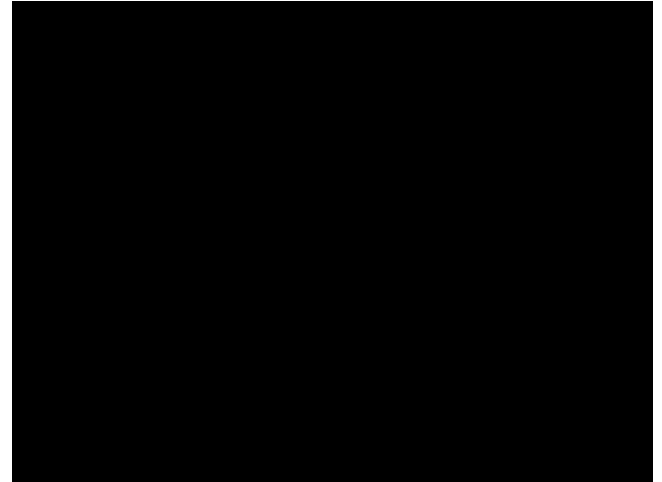
Tem como objetivo quantificar a matéria-prima recebida pela indústria.





# Tomador de Amostras

Retira amostras de cana para serem analisadas no laboratório, onde obteremos resultados para qualificar a matéria-prima.



# Descarregamento da Cana

Para descarregarmos a cana contamos com dois equipamentos:

## Hilo

- ❖ Guincho composto de uma estrutura tubular com altura variando entre 13 a 15m.
- ❖ Efetua o descarregamento da carga de cana geralmente em uma rampa de descarregamento.
- ❖ Pode ser fixo ou móvel.







# Mesas Alimentadoras (45°)

- Recebe cargas de cana do hilo.
- Tendo como função alimentar as esteiras metálicas.
- Devido a sua inclinação fornece uma camada de cana uniforme de pouca espessura, melhorando a eficiência do sistema de limpeza.
- Facilitar a dosagem de cana na esteira.
-

# Sistema de Limpeza de Cana

- É realizada Através de ventiladores (Ar forçado).
- Tem como função retirar a palha e a terra que está impregnada na cana
- A palha retirada é enviada para lavoura e utilizada como adubo.





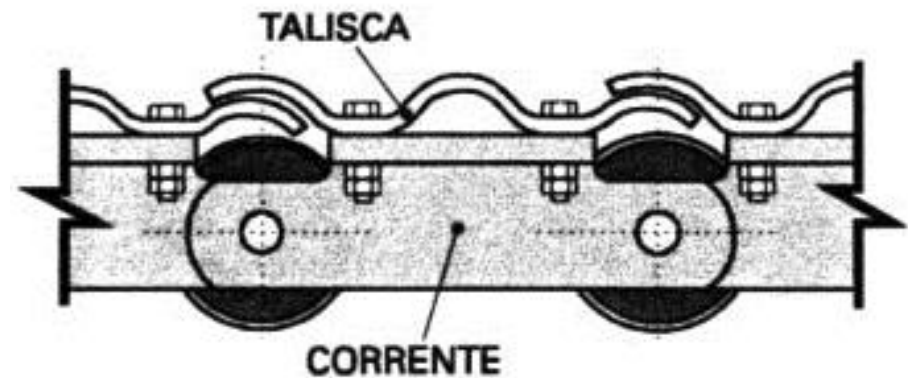
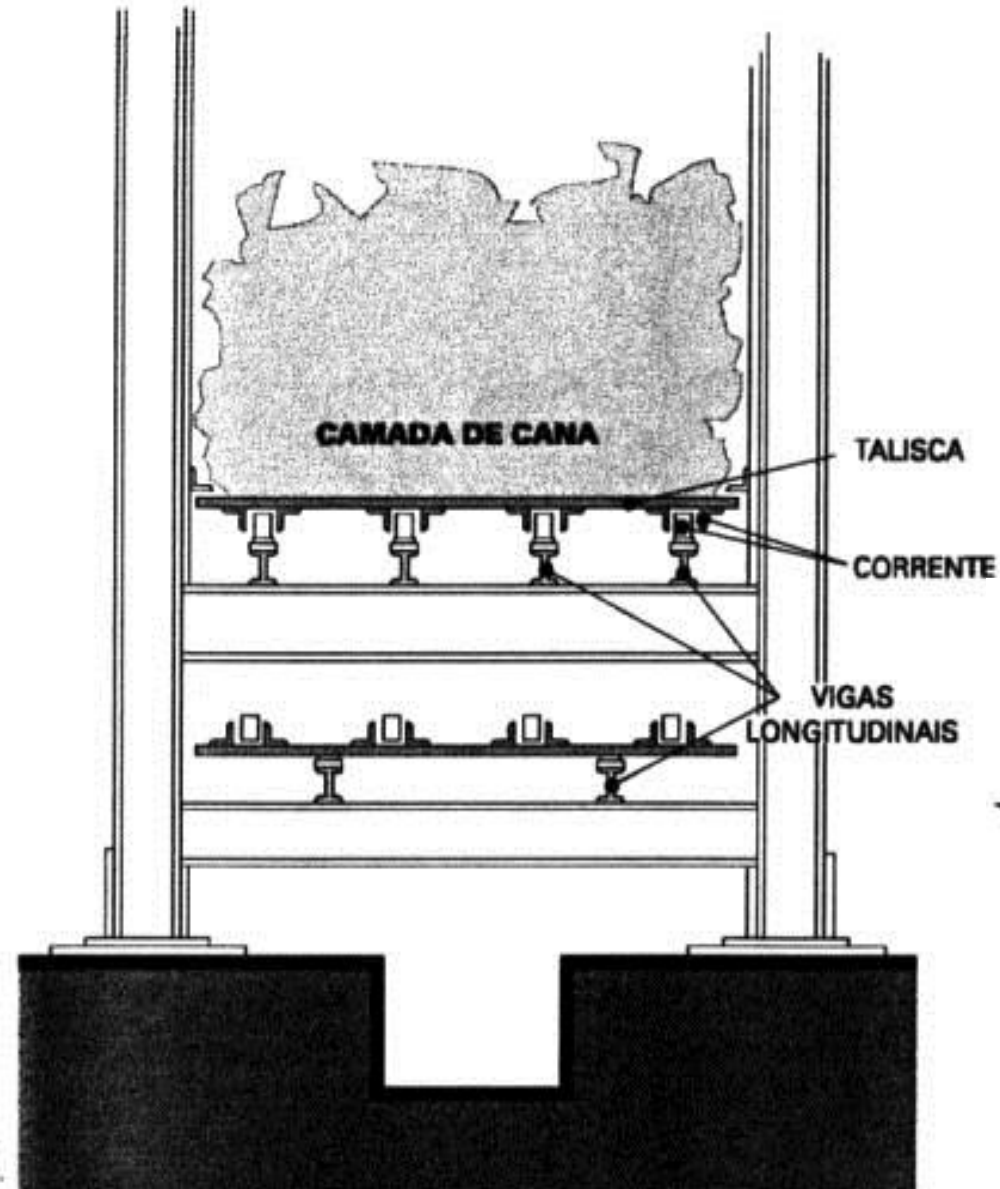
# Sistemas de Limpeza É eficiente?





# Esteiras de Cana

(Transportadora Metálica)





# CONTROLE?

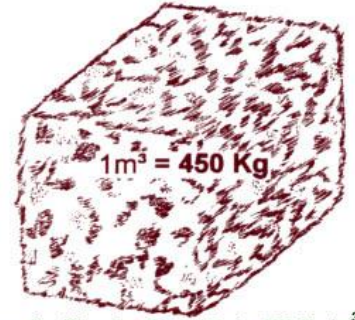


# Preparo de Cana

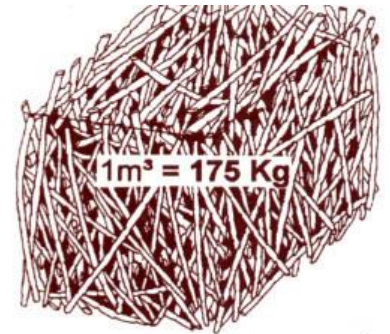
Transforma a cana em um material homogêneo, composto por longas fibras, o que facilita a alimentação no primeiro terno e melhora a extração.

## Objetivos

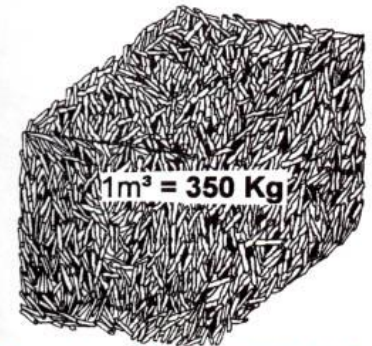
- Promover o rompimento da estrutura da cana;
- Romper as células da cana para facilitar a extração do caldo;
- Aumentar a densidade da cana;
- Melhorar a eficiência da embebição.



Cana desfibrada: Densidade 450 Kg/m<sup>3</sup>



Cana inteira: Densidade 175 Kg/m<sup>3</sup>



Cana picada: Densidade 350 Kg/m<sup>3</sup>



# Picadores

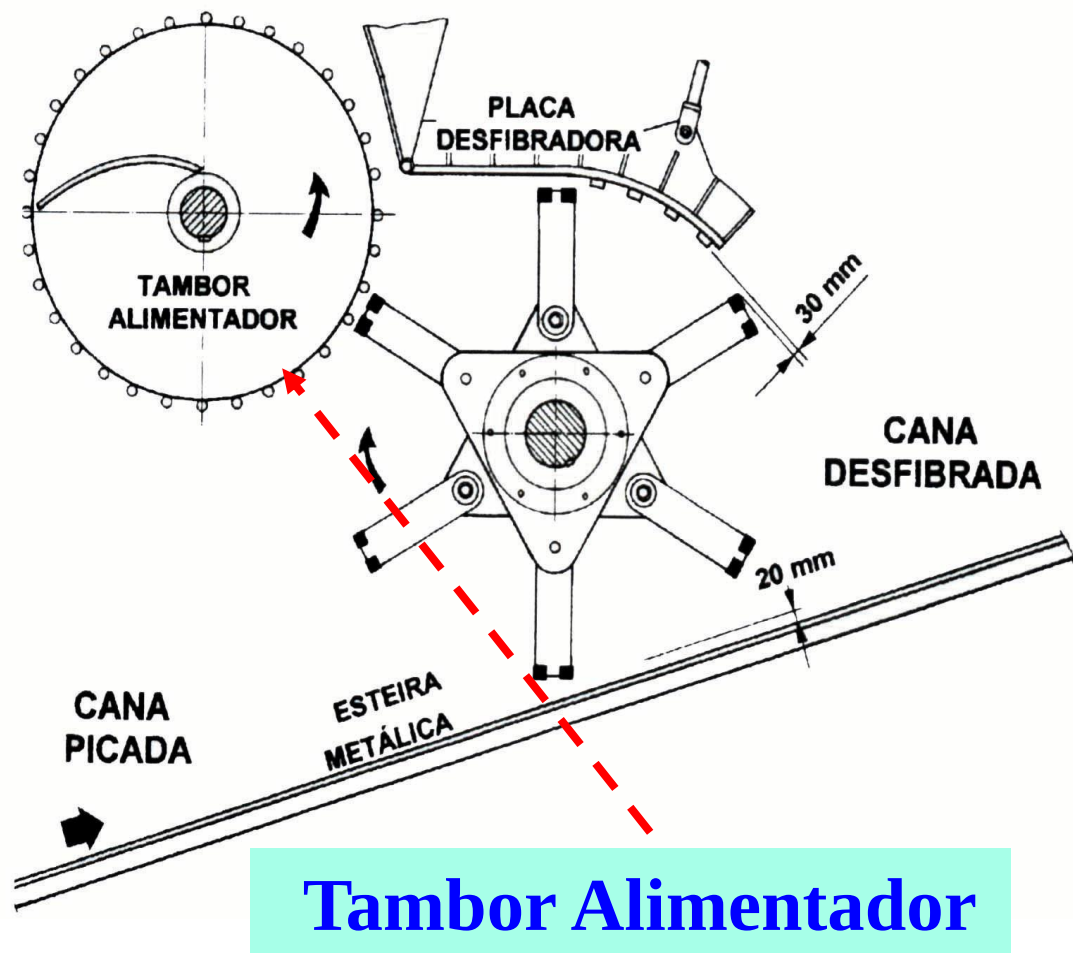
- ☐ Picar a cana, facilitando a alimentação do desfibrador.
- ☐ Sentido de rotação correspondente ao da esteira metálica.



*Picador desmontado para manutenção (entre safra).*

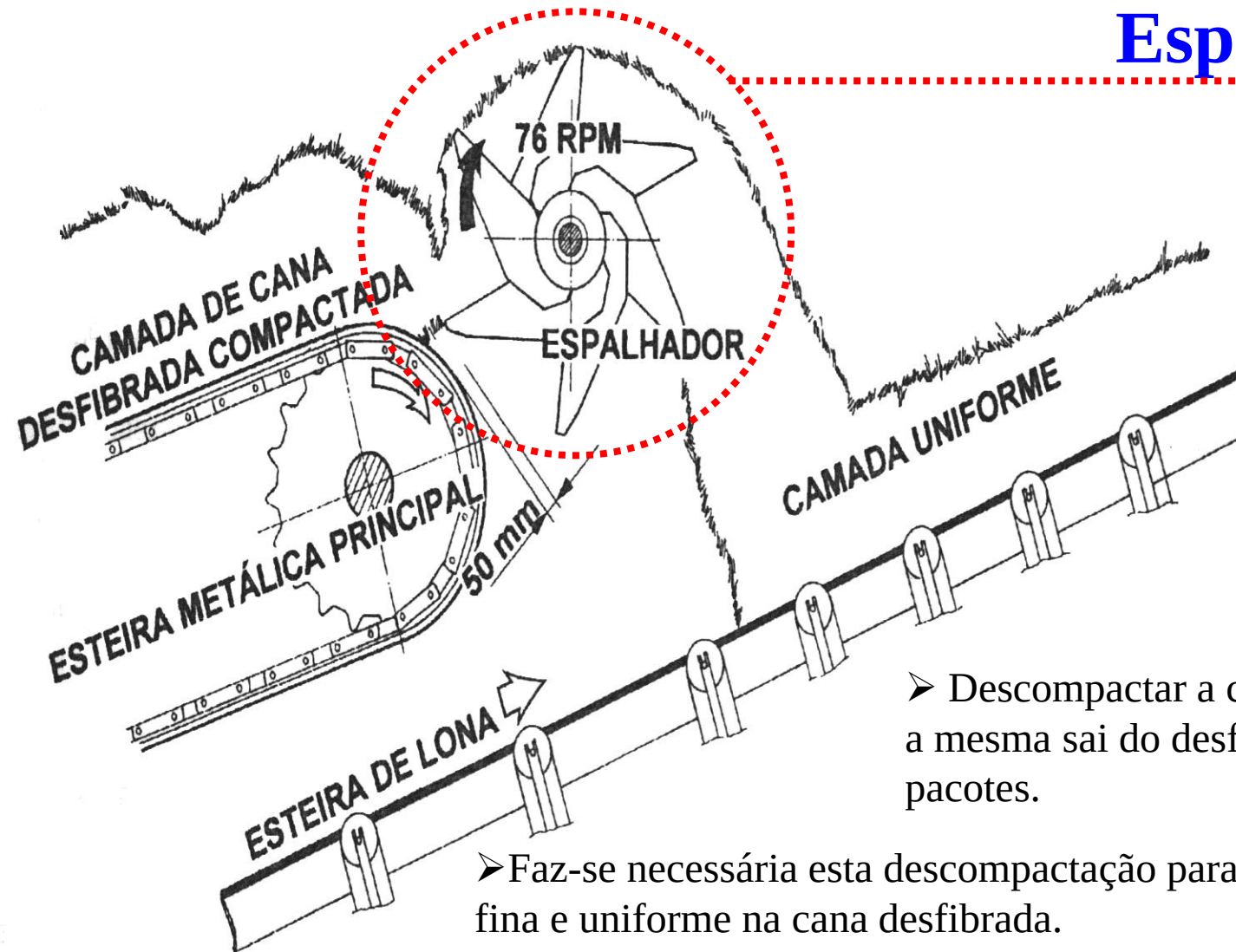
# Desfibrador

- ❖ Realiza o desfibramento da cana picada ao esfrega-lá contra uma placa desfibradora.
- ❖ A placa desfibradora é fixada logo acima do rotor, tem formato curvo e acompanha o diâmetro do giro dos martelos.



- ◆ Força a passagem de cana entre os martelos e a placa desfibradora.

# Espalhador



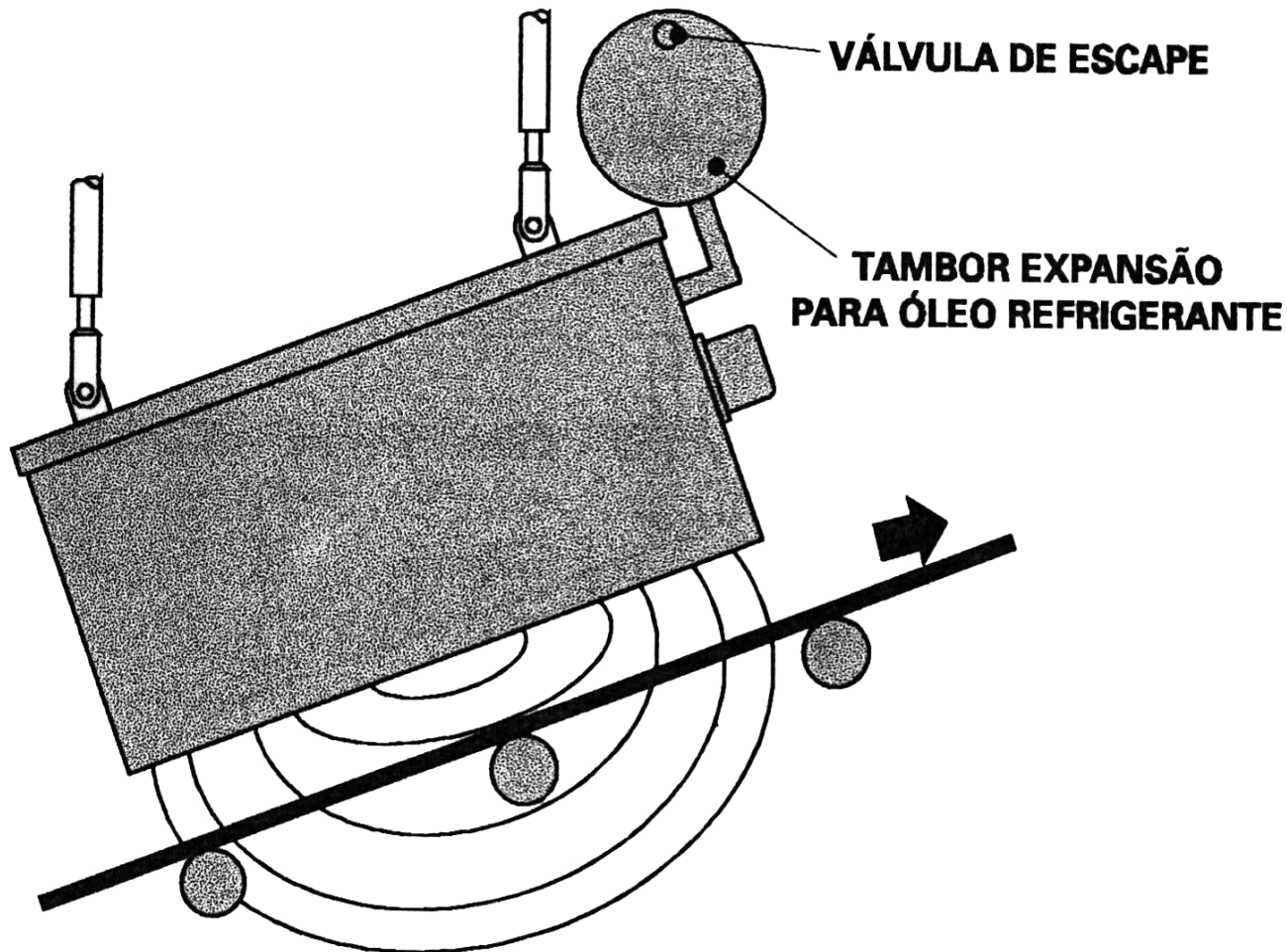
- Descompactar a cana desfibrada, pois a mesma sai do desfibrador de forma de pacotes.
- Faz-se necessária esta descompactação para obtermos uma camada fina e uniforme na cana desfibrada.
- Otimiza a alimentação → tornando-a homogênea.





# Eletro-Imã

Proteger os componentes da moenda contra materiais ferrosos estranhos, que por ventura venham junto com o carregamento ou desprendidos dos equipamentos.



## Extração do Caldo

# Extração do Caldo

## Objetivo

Quantificar o trabalho principal da moenda, que consiste em deslocar o caldo separando-o da fibra.

## Cuidados operacionais

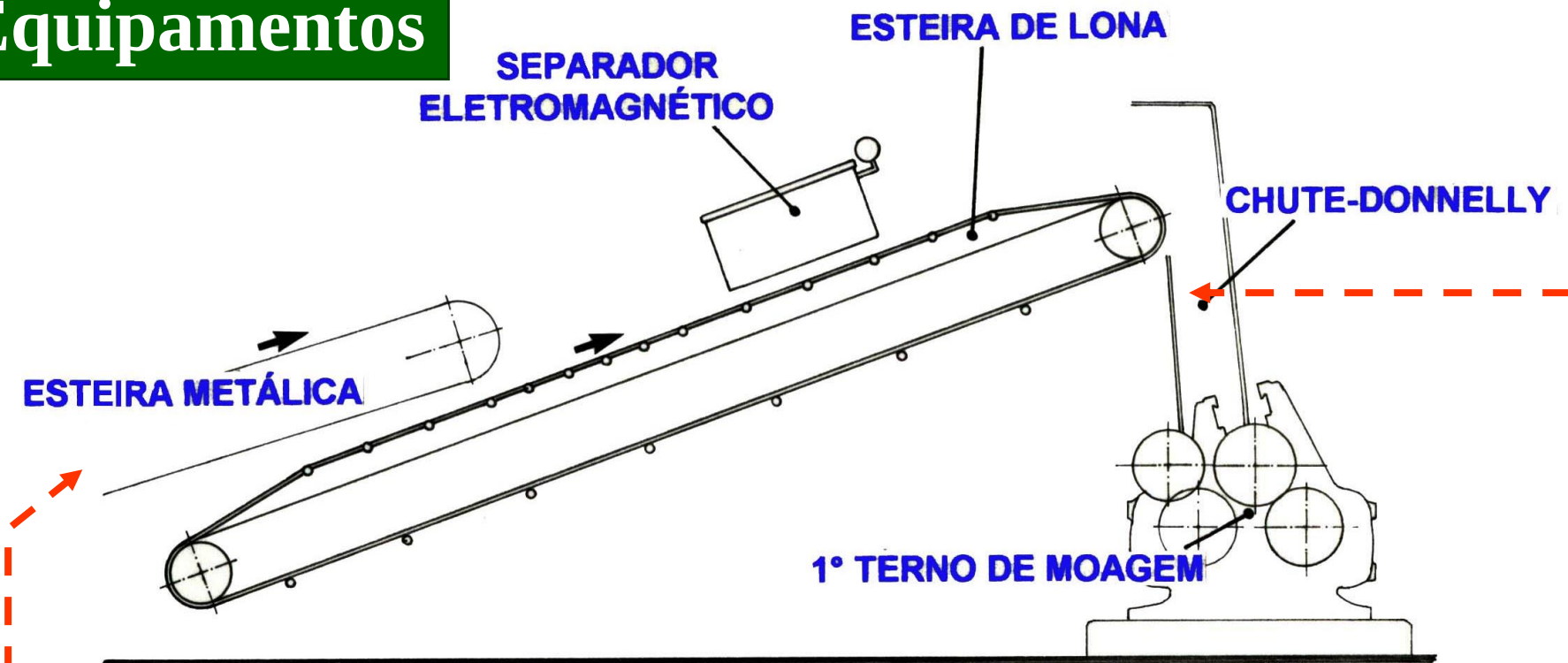
Acompanhar **sempre** as variáveis de moagem, taxa de embebição, pressão hidráulica, oscilação e etc, pois as mesmas influenciam diretamente na extração.

Do início ao final da safra há uma tendência de queda da extração devido a fatores como:

1. aumento de fibra
2. desgaste de equipamento e
3. outros fatores



# Equipamentos



## Operação

Para alimentar esta calha é necessário uma camada de cana (desfribada uniforme) fina, que conseguimos através da velocidade elevada da esteira.

Tem como função regularizar e uniformizar a moagem, ainda torna a pressão dos rolos sobre o colchão de cana mais constantes durante o processo de moagem desde que a mantenha cheia.

# Ternos de Moenda

## O que é

---

Conjunto de 04 rolos de moenda dispostos de maneira a formar aberturas entre si, sendo que 03 rolos giram no sentido horário e apenas 01 no sentido anti-horário.

## Função

---

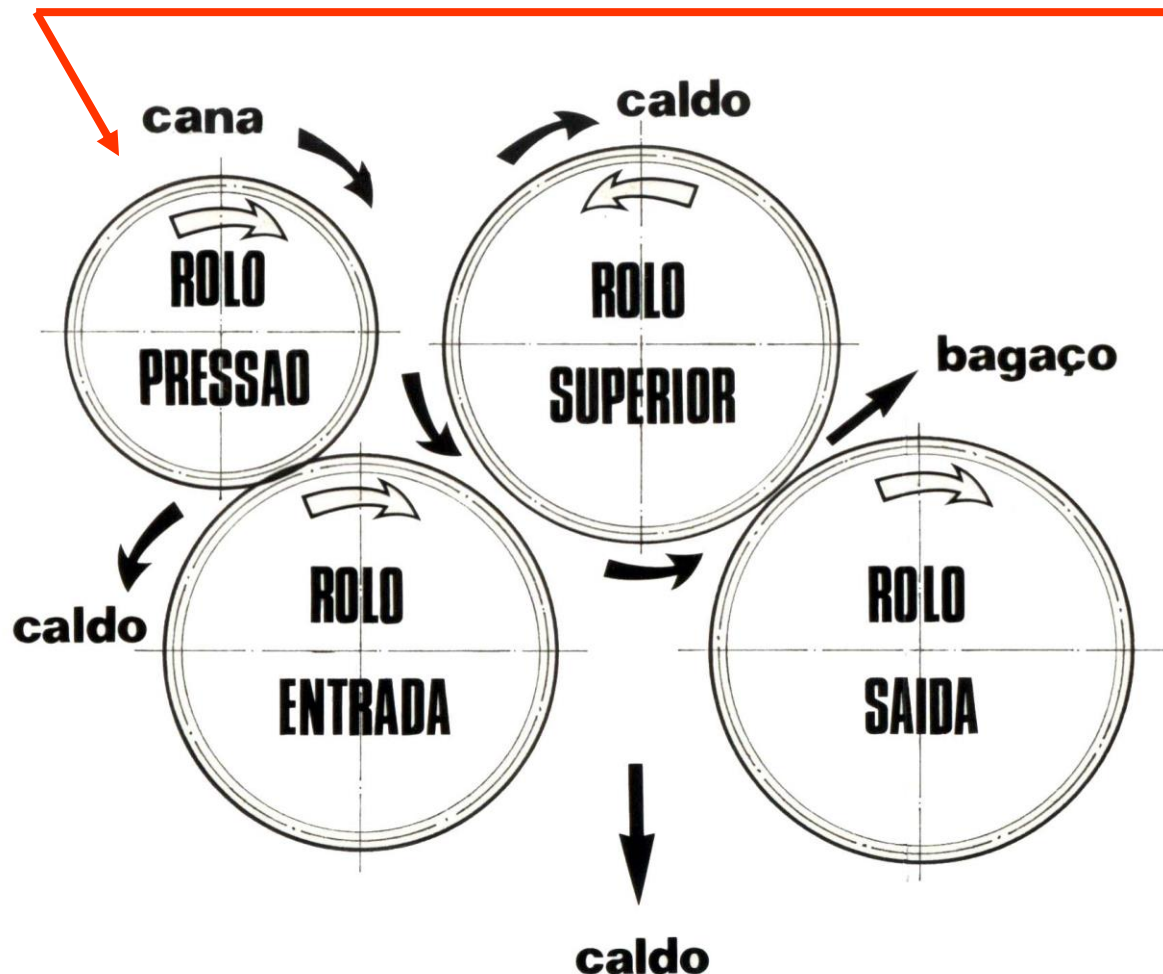
Sua função é forçar a cana a passar por essas aberturas de maneira separar o caldo contido no bagaço.

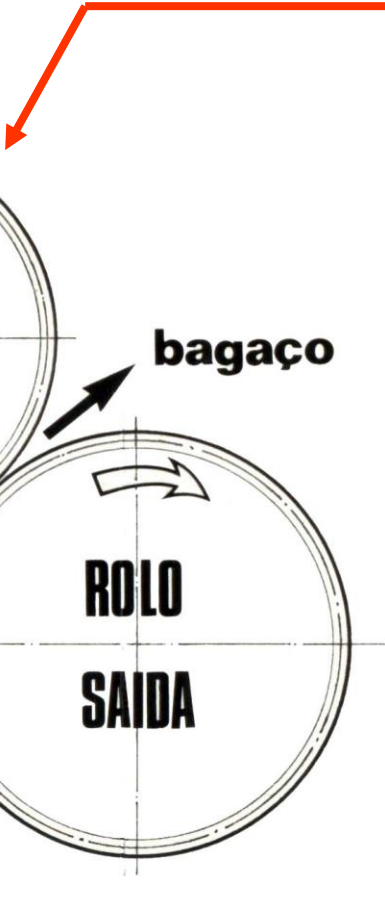
## Rolo de Pressão

Encontra-se na parte superior do termo logo acima do rolo inferior de entrada.

### Sua Função

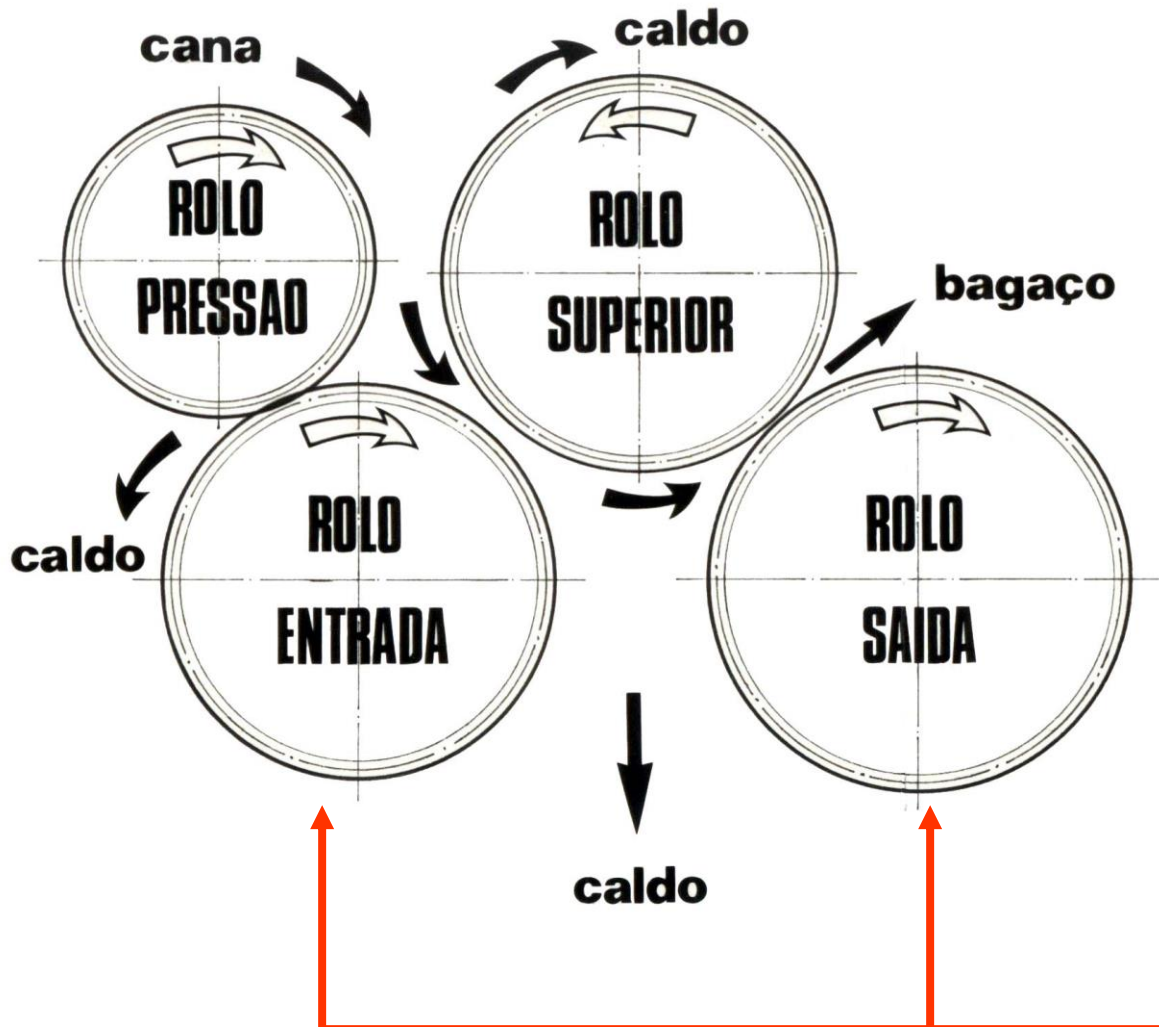
Compactar a camada de cana permitindo uma melhor alimentação do termo.





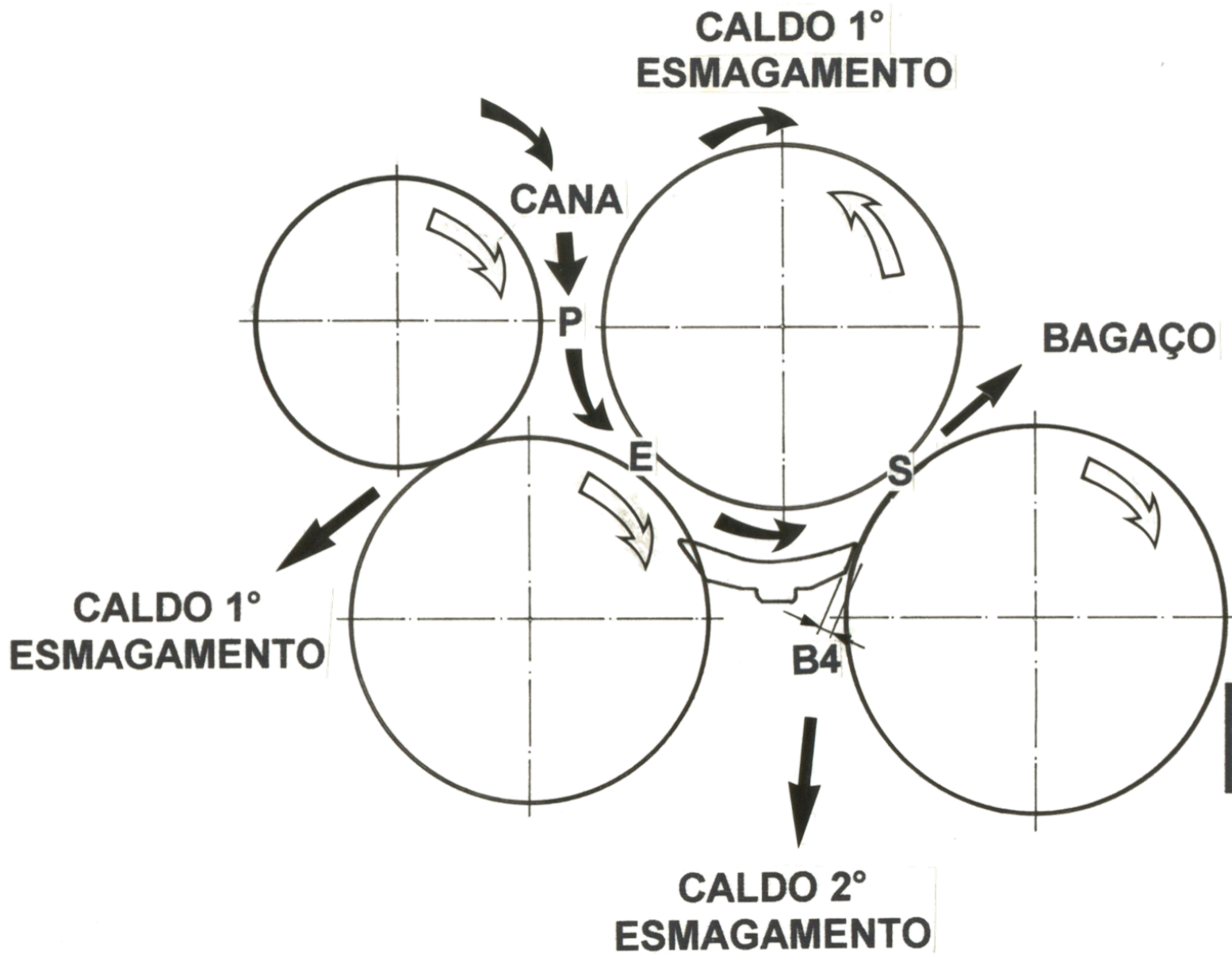
Está localizado na parte superior do castelo, entre o rolo de entrada e o rolo de saída, gira no sentido anti-horário. É muito importante no conjunto de ternos devido ao maior contato com a cana..

## Rolos Inferiores

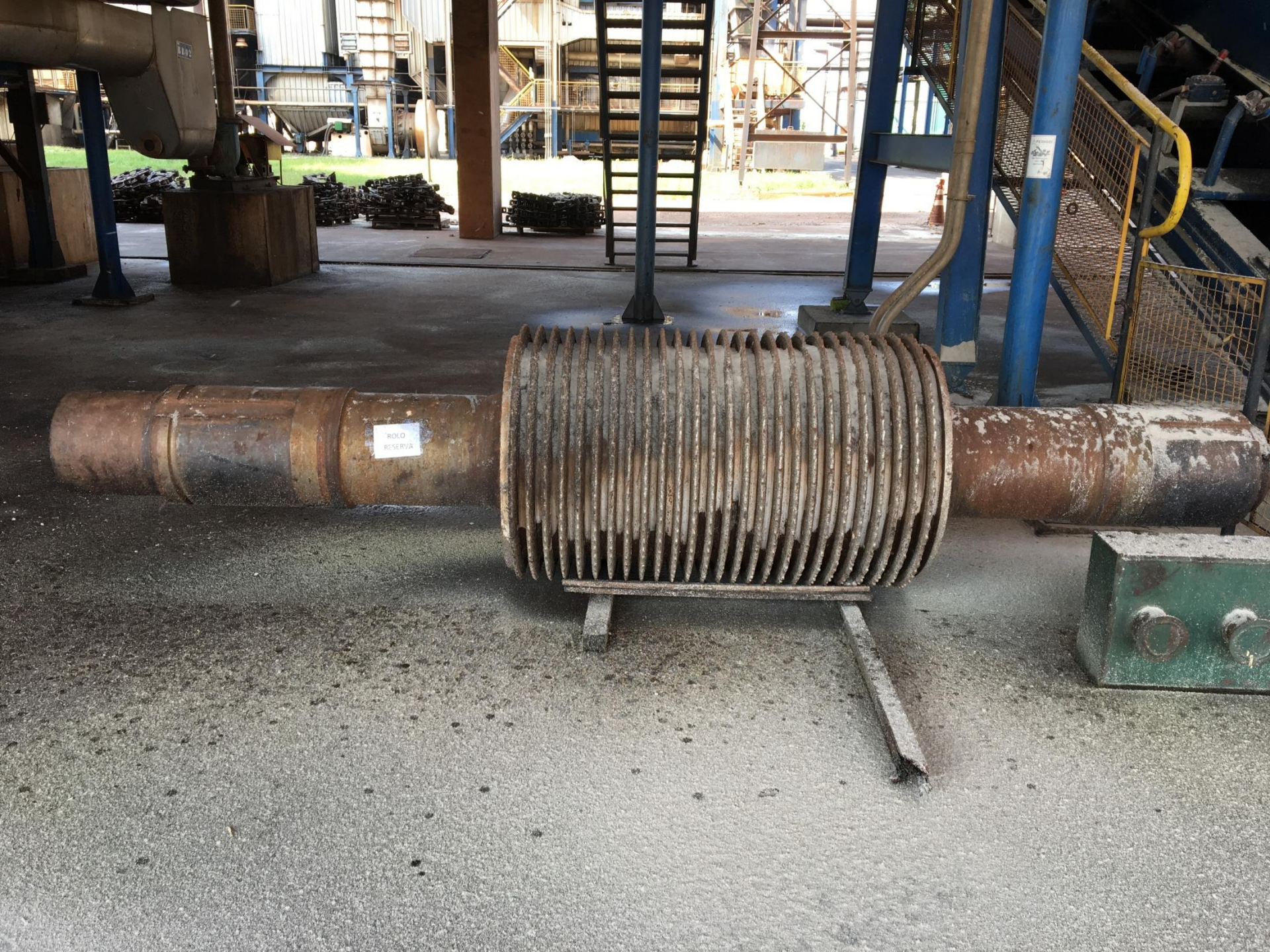


Em cada terno de moenda possui 02 rolos (*entrada e saída*), a função do de entrada é fazer uma pequena extração de caldo e direcionar a cana na abertura de saída.











# Fatores a seguir, visando melhora na performance dos ternos:

- Índice de Preparo;
- Alimentação de Cana;
- Pressão hidráulica aplicada;
- Rotação e oscilação;
- Aberturas;
- Condições Superficiais dos rolos
  - Picotes,
  - Chapiscos e
  - Frisos;
- Estados dos Pentes;
- Ajuste entre a bagaceira e o rolo de Entrada.

## •Observação:

É de fundamental importância no processo de moagem a extração no 1º Terno, este é responsável por cerca de 70% de todo caldo contido na cana. Quando não atingimos esta extração de caldo, a extração global da moenda é insatisfatória.



# SISTEMA DE EMBEBIÇÃO

## O que é

---

Processo na qual água ou caldo são aplicados ao bagaço de um terno, sob a forma de aspersão, jatos pressurizados ou bicas de embebição.

## Objetivo

---

Aumentar a diluição do caldo contido no mesmo, levando ao conseqüente aumento da extração do caldo no terno seguinte.





# Limpeza



## Objetivo

É manter sob controle os processos infecciosos que nela se desenvolvem .



## Contaminação

Os microorganismos presentes no ar, ou trazidos pela cana, se instalam e se proliferam em esteiras de cana, castelos, calhas, tanques e etc, alimentando-se dos açúcares contidos no caldo, e produzindo, principalmente ácido acético e gomas.

# Peneira Rotativa

São cilindros rotativos inclinados, revestidos com tela e sua principal função é de filtrar o caldo.



*Peneira rotativa desmontada para manutenção (entre safra).  
No detalhe observa-se o bagaço.*

# Importante

Existe uma correlação entre o pH do caldo do 1° terno e a idade da cana em processo:

- pH do caldo 1° terno de 5,2 à 5,6, consideramos cana fresca;
- pH menor que 5,2 mais velha é a cana, portanto maiores chances de infecção

# ANÁLISE DE CALDOS E BAGAÇO DA MOENDA

Doc: RG.LI.06  
Emissao: 31-01-2017  
Revisao: :  
Data Revisao:  
Pagina: 1/2  
Folha N°106

DATA:     /     /2017

| CALDO PRIMÁRIO |       |       |       |       |          | CALDO MISTO |       |       |          |       |        |       |
|----------------|-------|-------|-------|-------|----------|-------------|-------|-------|----------|-------|--------|-------|
| HORA:          | BRIX  | PH    | LS *Z | POL   | PUREZA   | HORA:       | BRIX  | PH    | LS *Z    | POL   | PUREZA |       |
| 07:00          |       |       |       |       |          | 03:00       |       |       |          |       |        |       |
| 15:00          |       |       |       |       |          | 07:00       |       |       |          |       |        |       |
| 23:00          |       |       |       |       |          | 11:00       |       |       |          |       |        |       |
| CALDO RESIDUAL |       |       |       |       |          | 15:00       |       |       |          |       |        |       |
| HORA:          | BRIX  | PH    | LS *Z | POL   | PUREZA   | 19:00       |       |       |          |       |        |       |
| 07:00          |       |       |       |       |          | 23:00       |       |       |          |       |        |       |
| 15:00          |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| 23:00          |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| BAGAÇO PRENSA  |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| HORA:          | 01:00 | 03:00 | 05:00 | 07:00 | 09:00    | 11:00       | 13:00 | 15:00 | 17:00    | 19:00 | 21:00  | 23:00 |
| PESO 1         |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| PESO 2         |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| PESO 3         |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| PESO 4         |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| PESO 5         |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| UMIDADE        |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| BRIX           |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| LS *Z          |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| POL            |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| FIBRA          |       |       |       |       |          |             |       |       |          |       |        |       |
| TURNO A :      |       |       |       |       | TURNO B: |             |       |       | TURNO C: |       |        |       |



**Geração de vapor  
Energia Elétrica**

# Caldeira



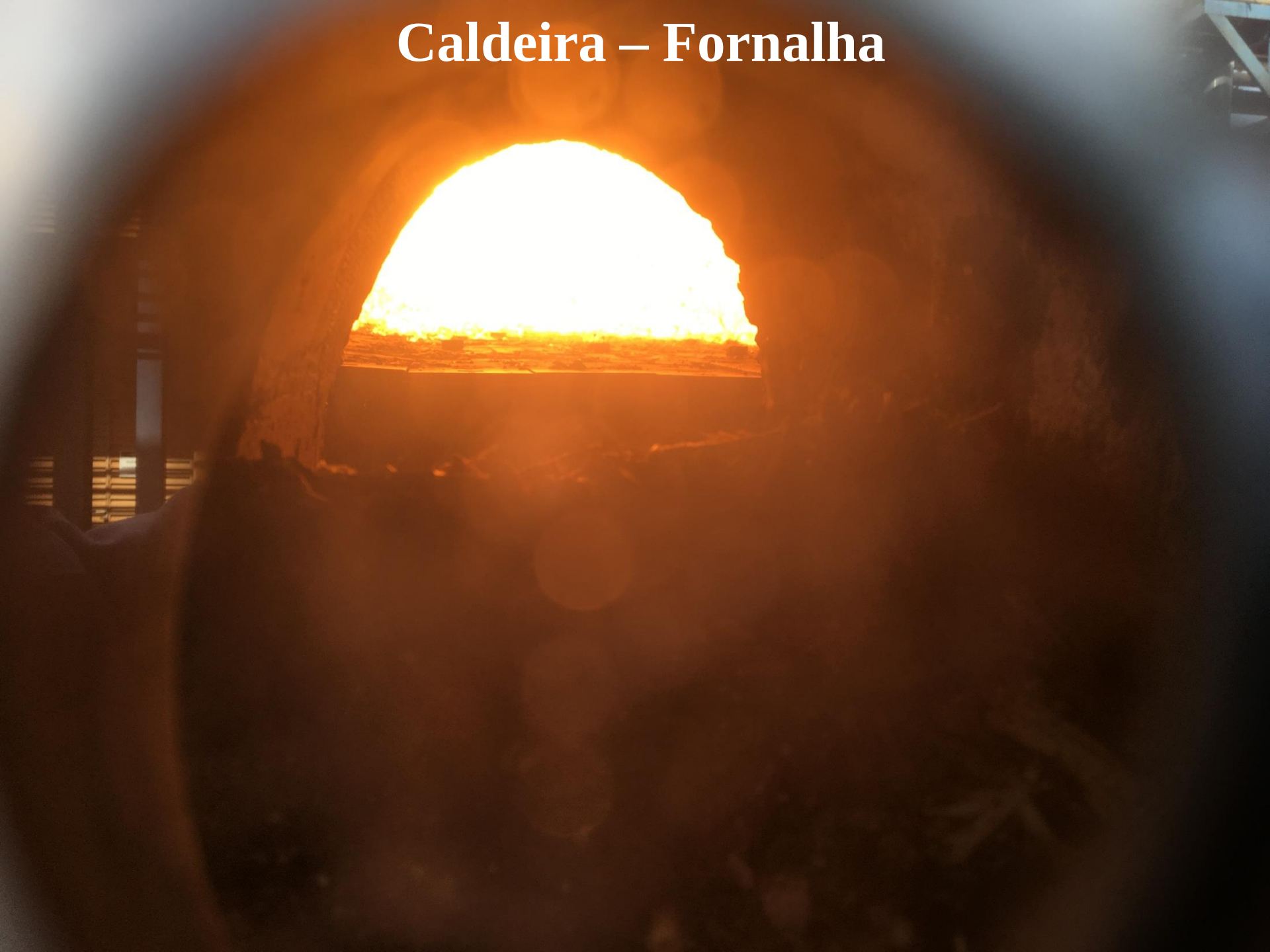


# Caldeira – Distribuição do bagaço





# Caldeira – Fornalha





# Caldeira – Sistema de limpeza



## SEGURANÇA

É PROIBIDO O USO  
DE AR COMPRIMIDO  
PARA LIMPEZA PESSOAL



# Controle de Emissões Atmosféricas

## Resolução SEMA – 016/14





# Caldeira – Armazenamento de bagaço



## **Tratamento de Caldo e Evaporação**

# ANÁLISE DE CALDOS E TORTA DO TRATAMENTO DE CALDO

Doc: RG LI07

Emissão: 31-01-2017

Revisão:

Data Revisão:

Página: 1/2

Folha N°115

Data: / /2017

| Caleado |    | Clarificado |    |        |     | Lodo |            |            |       |      | Torta de Filtro |            |           |         |     |     |
|---------|----|-------------|----|--------|-----|------|------------|------------|-------|------|-----------------|------------|-----------|---------|-----|-----|
| Horario | pH | Brix        | pH | %Trans | Cor | pH   | Vol. Depos | Vol. Total | %Imp. | Brix | Horario         | Peso úmido | Peso Seco | Umidade | L*Z | Pol |
| 01:00   |    |             |    |        |     |      |            |            |       |      | 01:00           |            |           |         |     |     |
| 03:00   |    |             |    |        |     |      |            |            |       |      | 05:00           | ****       | ****      | ****    |     |     |
| 05:00   |    |             |    |        |     |      |            |            |       |      | 09:00           |            |           |         |     |     |
| 07:00   |    |             |    |        |     |      |            |            |       |      | 13:00           | ****       | ****      | ****    |     |     |
| 09:00   |    |             |    |        |     |      |            |            |       |      | 17:00           |            |           |         |     |     |
| 11:00   |    |             |    |        |     |      |            |            |       |      | 21:00           | ****       | ****      | ****    |     |     |
| 13:00   |    |             |    |        |     |      |            |            |       |      |                 |            |           |         |     |     |
| 15:00   |    |             |    |        |     |      |            |            |       |      |                 |            |           |         |     |     |
| 17:00   |    |             |    |        |     |      |            |            |       |      |                 |            |           |         |     |     |
| 19:00   |    |             |    |        |     |      |            |            |       |      |                 |            |           |         |     |     |
| 21:00   |    |             |    |        |     |      |            |            |       |      |                 |            |           |         |     |     |
| 23:00   |    |             |    |        |     |      |            |            |       |      |                 |            |           |         |     |     |

| Caldo Clarificado |      |       |    |     |        |      | Caldo Filtrado |      |       |    |            |            |       |     |        |
|-------------------|------|-------|----|-----|--------|------|----------------|------|-------|----|------------|------------|-------|-----|--------|
| Horario           | Brix | LS *Z | pH | Pol | Pureza | %Imp | Horario        | Brix | LS *Z | pH | Vol. Depos | Vol. Total | % Imp | Pol | Pureza |
| 07:00             |      |       |    |     |        |      | 07:00          |      |       |    |            |            |       |     |        |
| 15:00             |      |       |    |     |        |      | 15:00          |      |       |    |            |            |       |     |        |
| 23:00             |      |       |    |     |        |      | 23:00          |      |       |    |            |            |       |     |        |

| Caldo Sulfitado/Misto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Horário               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| pH misto              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| pH sulfitado          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Observações:

TURNO C: 
 TURNO A: 
 TURNO B:



**Caldo misto – entrada decantador.**





# Sistema de sulfitação e calagem do Caldo misto





# Decantador.





# Parte inferior do Decantador.

















**Caldo Clarificado 12 a 14 brix.**

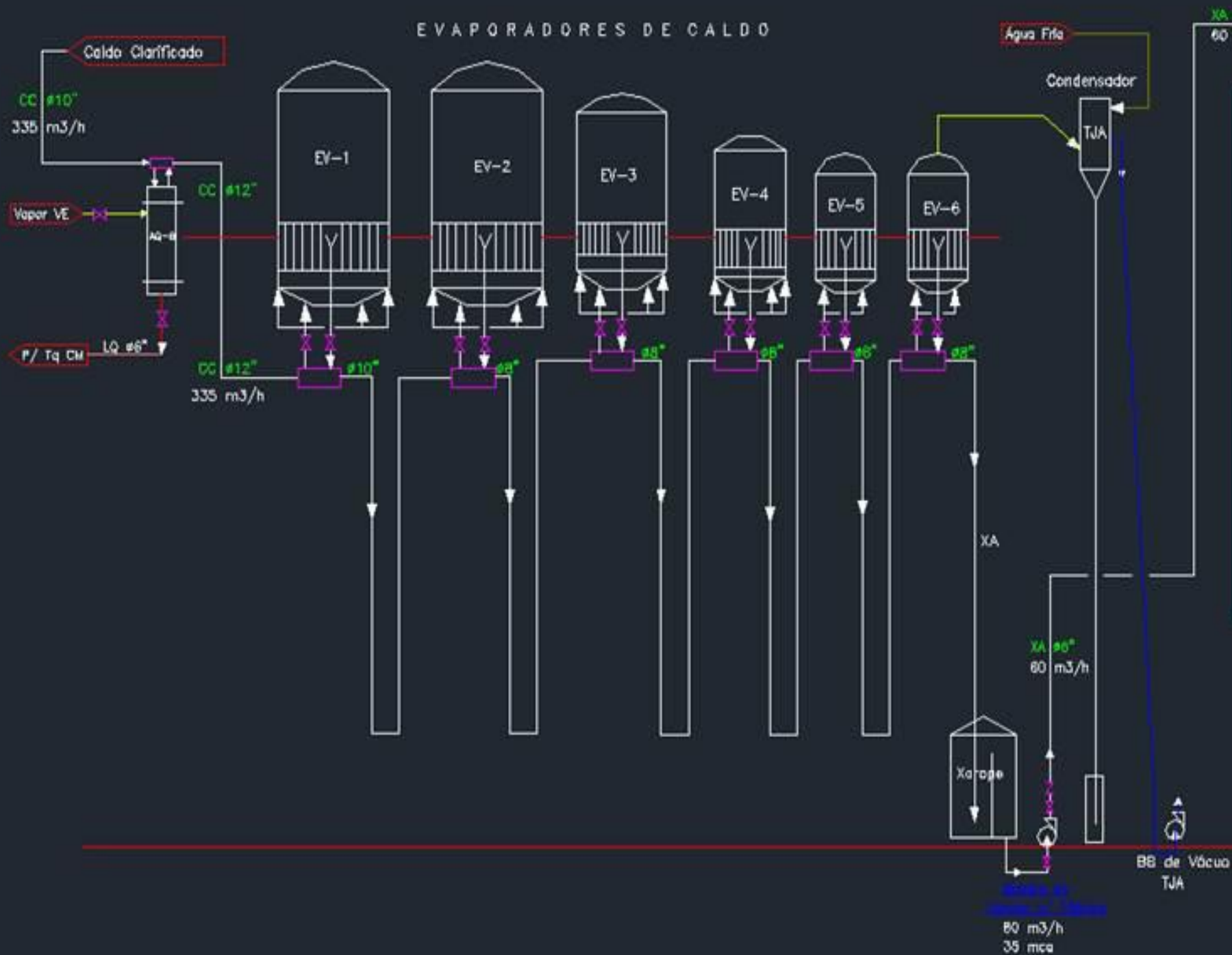


# Sistema de Evaporação do caldo.





# EVAPORADORES DE CALDO



**Xarope a 65 brix.**



## **Cristalização e Cozimento**

# ANÁLISE DE FÁBRICA E EVAPORAÇÃO

Doc: RG.LI.08

Emissão: 31-01-2017

Revisão:

Data Revisão:

Página: V1

Folha N° 150

Data: / / 2017

|                                           |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| XAROPE EVAPORAÇÃO<br>Fonte 69_SubFonte 01 | Horas | 01:00 | 03:00 | 05:00 | 07:00 | 09:00 | 11:00 | 13:00 | 15:00 | 17:00 | 19:00 | 21:00 | 23:00 |
|                                           | Brix  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|                                           | pH    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

|         |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Belfano | Brix |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

| XAROPE BRUTO Fonte 513_SubFonte 01 |    |            |         |      |     |        | CAIXA EVAPORAÇÃO Fonte 66_SubFonte de 01 a 06 |   |   |   |   |   |   |       |
|------------------------------------|----|------------|---------|------|-----|--------|-----------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|-------|
| Horas                              | pH | rix Diluid | LS (°Z) | Brix | Pol | Pureza | Turno/Hora                                    | A | : | B | : | C | : | Área  |
| 01:00                              |    |            |         |      |     |        | Caixa 1                                       |   |   |   |   |   |   | 5.000 |
| 05:00                              |    |            |         |      |     |        | Caixa 2                                       |   |   |   |   |   |   | 5.000 |
| 09:00                              |    |            |         |      |     |        | Caixa 3                                       |   |   |   |   |   |   | 3.000 |
| 13:00                              |    |            |         |      |     |        | Caixa 4                                       |   |   |   |   |   |   | 2.200 |
| 17:00                              |    |            |         |      |     |        | Caixa 5                                       |   |   |   |   |   |   | 1.200 |
| 21:00                              |    |            |         |      |     |        | Caixa 6                                       |   |   |   |   |   |   | 1.200 |

| AÇÚCAR VHP_ Fonte 503_Subfonte 01 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

| Horas | Transmit. | Temp. °C | LS (°Z) | POL   | Umidade | POL (°Z) | Brix | onc. Sacaros | Cor | % Cinzas | T.Ensaque °C |
|-------|-----------|----------|---------|-------|---------|----------|------|--------------|-----|----------|--------------|
| 01:00 |           | *****    | *****   | ***** |         | *****    |      |              |     | *****    |              |
| 03:00 |           |          |         |       |         |          |      |              |     |          |              |
| 05:00 |           | *****    | *****   | ***** |         | *****    |      |              |     | *****    |              |
| 07:00 |           |          |         |       |         |          |      |              |     |          |              |
| 09:00 |           | *****    | *****   | ***** |         | *****    |      |              |     | *****    |              |
| 11:00 |           |          |         |       |         |          |      |              |     |          |              |
| 13:00 |           | *****    | *****   | ***** |         | *****    |      |              |     | *****    |              |
| 15:00 |           |          |         |       |         |          |      |              |     |          |              |
| 17:00 |           | *****    | *****   | ***** |         | *****    |      |              |     | *****    |              |
| 19:00 |           |          |         |       |         |          |      |              |     |          |              |
| 21:00 |           | *****    | *****   | ***** |         | *****    |      |              |     | *****    |              |
| 23:00 |           |          |         |       |         |          |      |              |     |          |              |

Observações:



# ANÁLISE DE MASSAS E MÉIS DA FÁBRICA

Doc: RG.L109  
Emissão: 31-01-2017  
Revisão:  
Data Revisão:  
Página: 1/1  
Folha N 150

| MASSA A_ Fonte 400_Subfonte 01 |       |              |    |      |     |        | MEL RICO_ Fonte 505_Subfonte 01 |            |      |      |        |            | MEL POBRE_ Fonte 505_Subfonte 02 |      |      |        |        |
|--------------------------------|-------|--------------|----|------|-----|--------|---------------------------------|------------|------|------|--------|------------|----------------------------------|------|------|--------|--------|
|                                | Horas | Brix Diluido | LS | Brix | Pol | Pureza | Horas                           | rix Diluid | LS   | Brix | Pol    | Pureza     | rix Diluid                       | LS   | Brix | Pol    | Pureza |
| 1                              | :     |              |    |      |     |        | 01:00                           |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 2                              | :     |              |    |      |     |        | 05:00                           |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 3                              | :     |              |    |      |     |        | 09:00                           |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 4                              | :     |              |    |      |     |        | 13:00                           |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 5                              | :     |              |    |      |     |        | 17:00                           |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 6                              | :     |              |    |      |     |        | 21:00                           |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 7                              | :     |              |    |      |     |        | MAGMA_ Fonte 504_Subfonte 01    |            |      |      |        |            | MEL FINAL_ Fonte 506_Subfonte 02 |      |      |        |        |
|                                | Horas | Brix Diluido | LS | Brix | Pol | Pureza | rix Diluid                      | LS         | Brix | Pol  | Pureza | rix Diluid | LS                               | Brix | Pol  | Pureza |        |
| 8                              | :     |              |    |      |     |        | 01:00                           |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 9                              | :     |              |    |      |     |        | 05:00                           |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 00                             | :     |              |    |      |     |        | 09:00                           |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 00                             | :     |              |    |      |     |        | 13:00                           |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 00                             | :     |              |    |      |     |        | 17:00                           |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 00                             | :     |              |    |      |     |        | 21:00                           |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 00                             | :     |              |    |      |     |        | Observações:                    |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| MASSA B_ Fonte 400_Subfonte 02 |       |              |    |      |     |        |                                 |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
|                                | Horas | Brix Diluido | LS | Brix | Pol | Pureza |                                 |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 1                              | :     |              |    |      |     |        |                                 |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 2                              | :     |              |    |      |     |        |                                 |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 3                              | :     |              |    |      |     |        |                                 |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 4                              | :     |              |    |      |     |        |                                 |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 5                              | :     |              |    |      |     |        |                                 |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 6                              | :     |              |    |      |     |        |                                 |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 7                              | :     |              |    |      |     |        |                                 |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 8                              | :     |              |    |      |     |        |                                 |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |
| 9                              | :     |              |    |      |     |        |                                 |            |      |      |        |            |                                  |      |      |        |        |

Turno A:

Turno B:

Turno C:

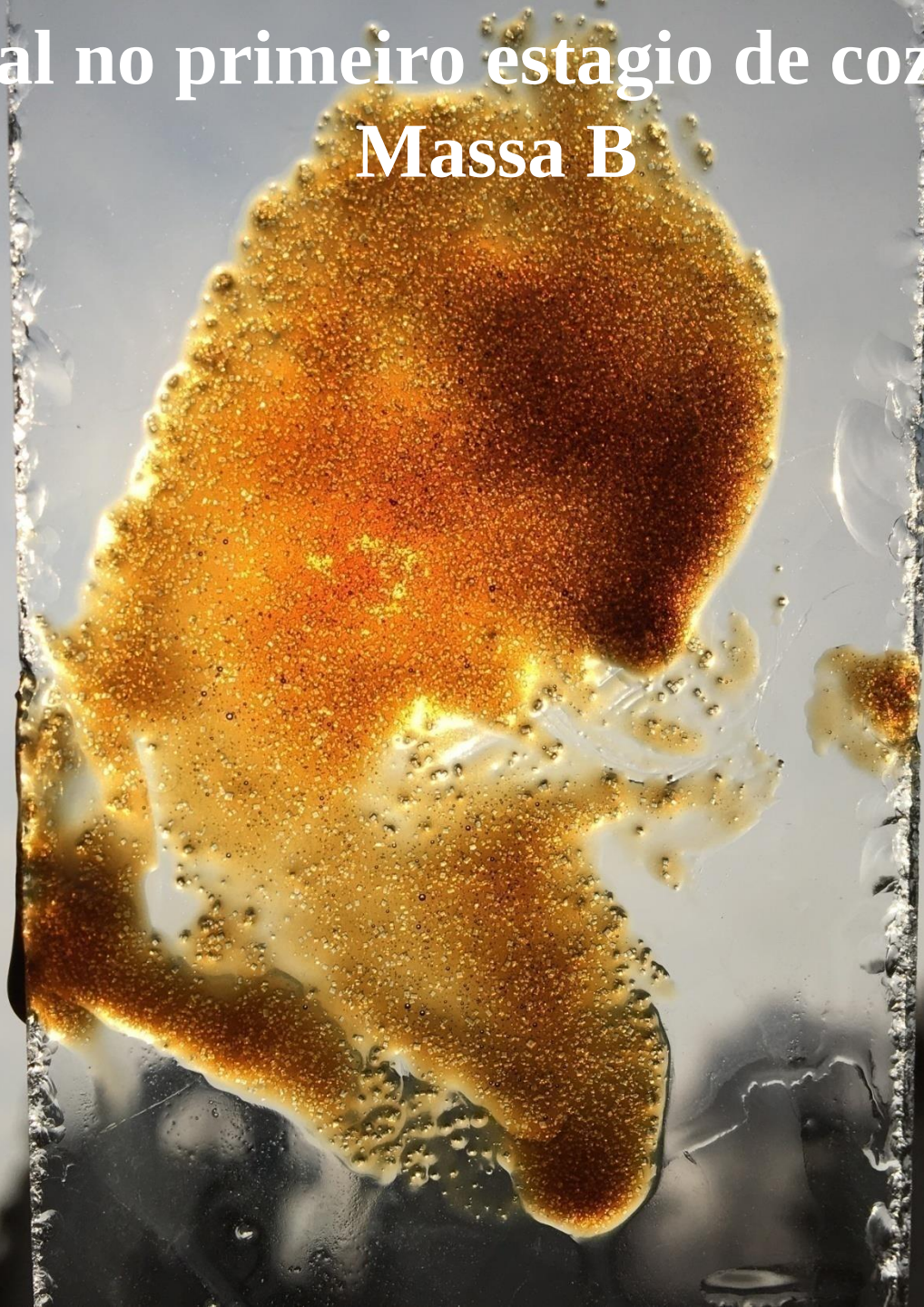
Cozedor a vácuo 800hect.





# Cristal no primeiro estagio de cozimento

## Massa B





# Centrifuga de massa B





# Cristal no primeiro estagio de cozimento

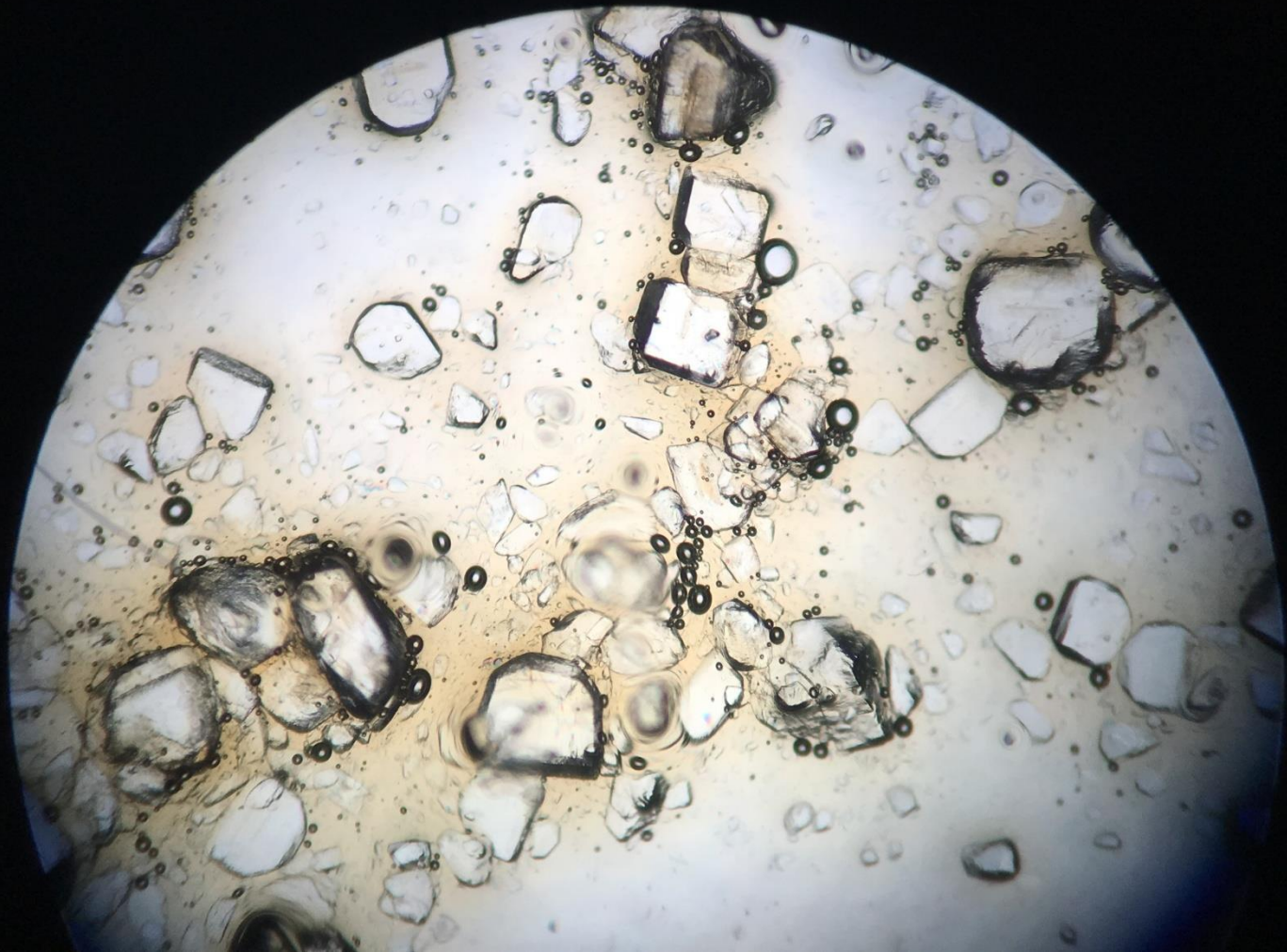
## Massa B





# **Cristal no primeiro estagio de cozimento**

## **Massa B**





Cristal no final do cozimento

Massa A





# Centrifugas de massa A













Secador





# Sistema de recuperação de pó.





# Balança de fluxo





# Armazenamento





# Armazém



# Processo de Industrialização

## Qualidade

| DETERMINAÇÃO                                                                                                                                                | ESPECIFICAÇÃO         | UNIDADE | METODO         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------|----------------|
| Polarização                                                                                                                                                 | 99,0 a 99,49          | *S      | GS2/2/3-1      |
| Umidade                                                                                                                                                     | 0,100 min a 0,150 max | %       | GS2/1/3-1      |
| Cor ICUNSA                                                                                                                                                  | 900 max 1200          | U.I     | GS2/1/3-15     |
| Cinzas Condutimetricas                                                                                                                                      | 0,150 max             | %       | GS1/3/4/7/8-13 |
| Granulometria - Tamanho médio                                                                                                                               | 0,8 a 0,85            | mm      | GS2-37/9       |
| Granulometria - Coeficiente de variação                                                                                                                     | 25,0 a 27             | %       | GS2-37/9       |
| Granulometria - % Fundo                                                                                                                                     | 0,20 max              | %       | GS2-37/9       |
| <p><b>ICUMSA:</b> INTERNATIONAL COMMISSION FOR METHOD OF SUGAR ANALYSIS</p> <p><b>V.H.P :</b> VERY HIGH POLARIZATION</p> <p><b>U.I :</b> UNIDADE ICUMSA</p> |                       |         |                |





**Mascavo**



**Demerara**



**VHP**



**Cristal**



**Cristal**



**VVHP**



**Refinado  
granulado**



**Refinado  
granulado**



**Refinado  
amorfo**



# Processo de Industrialização

---

**Fermentação e  
Destilaria**

# ANÁLISE DA FERMENTAÇÃO

Doc: RG.LI13

Emissão: 31-01-2017

Revisão:

Data Revisão:

Página: 1/2

Data: / / 2017

Folha N°170

| MOSTO Fonte 602_SubFonte 01 |       |     |          |         |     |        |      |     |        |             |        | FERMENTO Fonte 50_SubFonte 01 |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |
|-----------------------------|-------|-----|----------|---------|-----|--------|------|-----|--------|-------------|--------|-------------------------------|------|-------|----|-------|----|----------|------------|-------|--------|------------|--------|
| Dorna                       | Ciclo | Con | Brix Dil | LS (°Z) | pH  | % Imp. | Brix | Pol | Pureza | Vol. Acidez | Acidez | Hora                          | Cuba | Corri | pH | L °GL | GL | Vol. Dep | Vol. Total | % Lev | Altura | Vol.Acidez | Acidez |
|                             |       | 1º  |          | ---     | --- | ---    | ---  | --- | ---    | ---         | ---    |                               |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |
|                             |       | 2º  |          |         |     |        |      |     |        |             |        |                               |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |
|                             |       | 1º  |          | ---     | --- | ---    | ---  | --- | ---    | ---         | ---    |                               |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |
|                             |       | 2º  |          |         |     |        |      |     |        |             |        |                               |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |
|                             |       | 1º  |          | ---     | --- | ---    | ---  | --- | ---    | ---         | ---    |                               |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |
|                             |       | 2º  |          |         |     |        |      |     |        |             |        |                               |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |
|                             |       | 1º  |          | ---     | --- | ---    | ---  | --- | ---    | ---         | ---    |                               |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |
|                             |       | 2º  |          |         |     |        |      |     |        |             |        |                               |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |
|                             |       | 1º  |          | ---     | --- | ---    | ---  | --- | ---    | ---         | ---    |                               |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |
|                             |       | 2º  |          |         |     |        |      |     |        |             |        |                               |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |
|                             |       | 1º  |          | ---     | --- | ---    | ---  | --- | ---    | ---         | ---    |                               |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |
|                             |       | 2º  |          |         |     |        |      |     |        |             |        |                               |      |       |    |       |    |          |            |       |        |            |        |

| DORNAS Fonte 60_SubFonte de 01 |            |         |       |             |     |      |    |             |            |      |        |             |             |        | MEL FINAL Fonte 606_SubFonte 01 |              |         |      |     |        |
|--------------------------------|------------|---------|-------|-------------|-----|------|----|-------------|------------|------|--------|-------------|-------------|--------|---------------------------------|--------------|---------|------|-----|--------|
| Hora Proc.                     | Hora Anal. | Corrida | Dorna | Leitura °GL | °GL | Brix | pH | Vol. Depos. | Vol. Total | %Lev | %Floc. | Altura (cm) | Vol. Acidez | Acidez | Hora                            | Brix Diluido | LS (°Z) | Brix | Pol | Pureza |
|                                |            |         |       |             |     |      |    |             |            |      |        |             |             |        | 01:00                           | ---          | ---     | ---  | --- | ---    |
|                                |            |         |       |             |     |      |    |             |            |      |        |             |             |        | 05:00                           |              |         |      |     |        |
|                                |            |         |       |             |     |      |    |             |            |      |        |             |             |        | 09:00                           | ---          | ---     | ---  | --- | ---    |
|                                |            |         |       |             |     |      |    |             |            |      |        |             |             |        | 13:00                           |              |         |      |     |        |
|                                |            |         |       |             |     |      |    |             |            |      |        |             |             |        | 17:00                           | ---          | ---     | ---  | --- | ---    |
|                                |            |         |       |             |     |      |    |             |            |      |        |             |             |        | 21:00                           |              |         |      |     |        |

Turno A: Turno B: Turno C:

OBSERVAÇÕES

# ANÁLISE DA DESTILARIA

Doc: RG.11.15  
Emissão: 31-01-2007  
Data Revisão:  
Página: 02  
Folha N 130

Data: / / 2017

| ETANOL HIDRATADO PRODUÇÃO_Fonte 722_Subfonte 01 |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | NOL HIDRATADO APARELHO_Fonte 727_Subfont |      |       |                         |           |                 | VINHAÇA_Fonte 725 |            |      |  |
|-------------------------------------------------|--------------|----------|----------|--------------|---------------------------------------|-------------|-----------|--------------|-------|------------------------------------------|------|-------|-------------------------|-----------|-----------------|-------------------|------------|------|--|
| Horas                                           | Nº           | pH       | * INPM   | Temp.        | Cond.                                 | Vol. Acidez | Acidez    | Densidade    | * GL  | Horas                                    | pH   | INPM  | Cond.                   | ol. Acide | Acidez          | Horas             | Leit. * GL | * GL |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | 01:00                                    |      |       |                         |           |                 | 01:00             |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | 03:00                                    |      |       |                         |           |                 | 03:00             |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | 05:00                                    |      |       |                         |           |                 | 05:00             |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | 07:00                                    |      |       |                         |           |                 | 07:00             |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | 09:00                                    |      |       |                         |           |                 | 09:00             |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | 11:00                                    |      |       |                         |           |                 | 11:00             |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | 13:00                                    |      |       |                         |           |                 | 13:00             |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | 15:00                                    |      |       |                         |           |                 | 15:00             |            |      |  |
| ÁGUA CO2_Fonte 006                              |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | 17:00                                    |      |       |                         |           |                 | 17:00             |            |      |  |
| Horas                                           |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | 19:00                                    |      |       |                         |           |                 | 19:00             |            |      |  |
| leit. * G                                       |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | 21:00                                    |      |       |                         |           |                 | 21:00             |            |      |  |
| * GL                                            |              |          |          |              |                                       |             |           |              |       | 23:00                                    |      |       |                         |           |                 | 23:00             |            |      |  |
| CENTRIFUGA 1_Fonte 250_Subfonte 01              |              |          |          |              | CENTRIFUGA 2_Fonte 250_Subfonte 02    |             |           |              |       | FLEGMAÇA_Fonte 726                       |      |       | VOLANTE SAÍDA_Fonte 135 |           |                 |                   |            |      |  |
| Horas                                           | % Lev. Vinho | Vol Dep. | Vol Tota | % Lev. Creme | % Lev. Vinho                          | Vol Dep.    | Vol Total | % Lev. Creme | Horas | Leit. * GL                               | * GL | Horas | Leit. * G               | * GL      | % Levedo        |                   |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              | 03:00 |                                          |      | 01:00 |                         |           |                 |                   |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              | 07:00 |                                          |      | 05:00 |                         |           |                 |                   |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              | 11:00 |                                          |      | 09:00 |                         |           |                 |                   |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              | 15:00 |                                          |      | 13:00 |                         |           |                 |                   |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              | 19:00 |                                          |      | 17:00 |                         |           |                 |                   |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              | 23:00 |                                          |      | 21:00 |                         |           |                 |                   |            |      |  |
| ENTRIF. RETURBINADA 1_Fonte 250_Subfonte        |              |          |          |              | TRIF. RETURBINADA 2_Fonte 250_Subfont |             |           |              |       | ÁGUA RESIDUAL_Fonte 026                  |      |       |                         |           | VOLANTE CENTRIF |                   |            |      |  |
| Horas                                           | % Lev. Vinho | Vol Dep. | Vol Tota | % Lev. Creme | % Lev. Vinho                          | Vol Dep.    | Vol Total | % Lev. Creme | Horas | pH                                       | Brix | * GL  | Leitura Vazão           | Horas     | Leit. * GL      | *GL               | %lev. vin  |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              | 03:00 |                                          |      |       |                         |           |                 |                   |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              | 07:00 |                                          |      |       |                         |           |                 |                   |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              | 11:00 |                                          |      |       |                         |           |                 |                   |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              | 15:00 |                                          |      |       |                         |           |                 |                   |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              | 19:00 |                                          |      |       |                         |           |                 |                   |            |      |  |
|                                                 |              |          |          |              |                                       |             |           |              | 23:00 |                                          |      |       |                         |           |                 |                   |            |      |  |

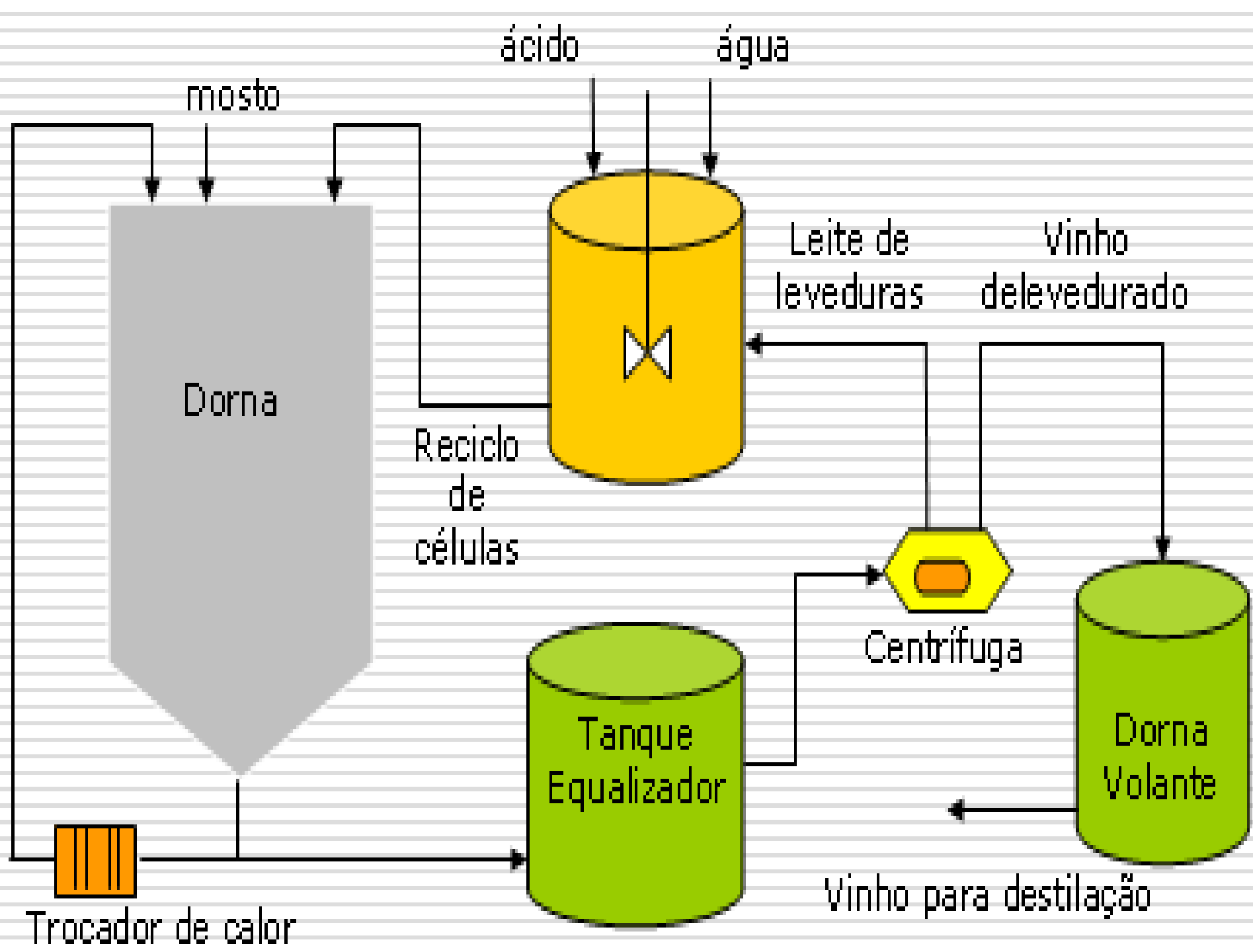
Turno C:

Turno B:

Turno A:







# Dornas de fermentação.







# Células de *Saccharomyces cerevisiae*



# Coluna de destilação.





# **RESOLUÇÃO ANP N 19 –Republicada DOU 20.04.2017**



# SISTEMA DE CARREGAMENTO DE ETANOL





Tabela VI - Características do EHC que deverão estar presentes no Boletim de Conformidade emitido pelo distribuidor de Etanol1,19.

| CARACTERÍSTICA                  | UNIDADE           | LIMITE                              |               | MÉTODO      |              |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------|-------------|--------------|
|                                 |                   | EHC                                 | EHCP2         | NBR         | ASTM/EN      |
| Aspecto3                        | -                 | Límpido e Isento de Impurezas (LII) |               | Visual      |              |
| Cor                             | -                 | 5                                   |               | Visual      |              |
| Condutividade elétrica, máx.6   | µS/m              | 300                                 |               | 10547       | ISO 17308    |
| Massa específica a 20 °C        | kg/m <sup>3</sup> | 802,9 a 811,2                       | 796,2 a 802,8 | 5992 15639  | D4052        |
| Teor alcoólico8,9               | % massa           | 92,5 a 95,4                         | 95,5 a 97,7   | 5992 15639  |              |
| Potencial hidrogeniônico (pH)   | -                 | 6,0 a 8,0                           |               | 10891       | -            |
| Resíduo por evaporação, máx.12  | mg/100 mL         | 5                                   |               | 8644        | -            |
| Teor de hidrocarbonetos, máx.12 | % volume          | 3                                   |               | 13993       | -            |
| Teor de cloreto, máx.14         | mg/kg             | 1                                   |               | 10894       | D7328 D7319  |
| Teor de etanol, mín.10          | % volume          | 94,5                                | 96,3          | 16041       | D5501        |
| Teor de água, máx.10            | % massa           | 7,5                                 | 4,5           | 15531 15888 | E203 E106411 |
| Teor de metanol, máx.10         | % volume          | 0,5                                 |               |             | 16041        |



# LAGOAS DE ÁGUA RESIDUÁRIA E VINHAÇA



“Conhecimento  
*não é aquilo que você sabe,*  
mas o que você FAZ  
*com aquilo que você sabe*”

*Cildous Huxley*

**FAZ**  
ACONTECER

# Sites interessantes

- <http://www.alcopar.org.br>
- <http://www.udop.com.br>
- <http://www.unica.com.br>
- [http://piracicabaengenharia.com.br/2017/  
category/artigos2016/](http://piracicabaengenharia.com.br/2017/category/artigos2016/)

MELHOR DO QUE  
SER CONHECIDO  
É SER UMA  
PESSOA QUE  
VALE A PENA  
CONHECER