

Operações preliminares



Prof. Dra Sandra H Cruz

USP/ESALQ

Agosto/2016

☞ <https://www.youtube.com/watch?v=Ghr98yLVoiY>

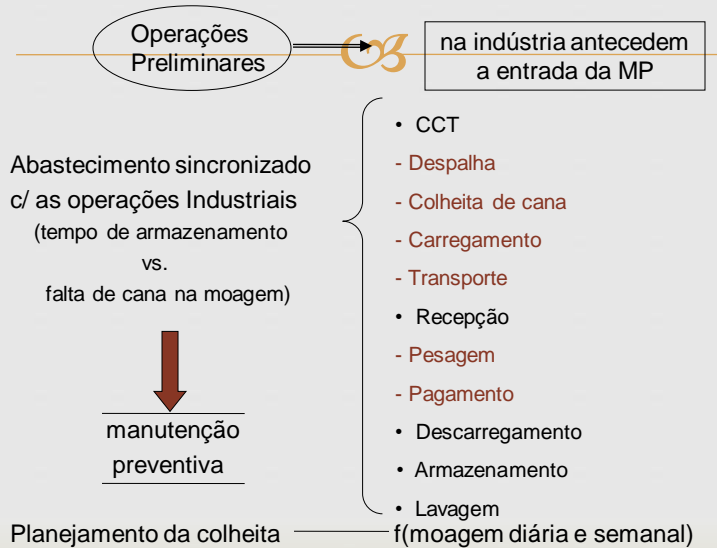
☞ Usina virtual

☞ <https://www.youtube.com/watch?v=M0v72GqKYwo>

☞ https://www.youtube.com/watch?v=ynK_J25qGMQ

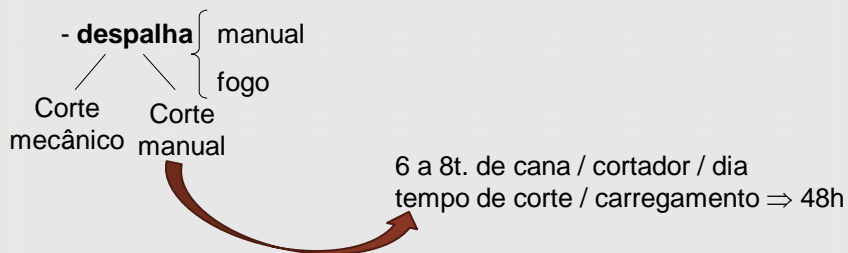
☞ <https://www.youtube.com/watch?v=JjjYMkDDjT0>

1. OPERAÇÕES PRELIMINARES DA FABRICAÇÃO DO AÇÚCAR E DO ETANOL



CCT

A. - Despalha como operação de pré-colheita



Legislação: Lei n. 11.241, de 19/09/2002 (queima da cana)

Porcentagem de eliminação da queima em

Ano	Área mecanizável	Área não mecanizável
2002	20	
2006	30	
2011	50	10
2016	80	20
2021	100	30
2026		50
2031		100

5

ÁREA MECANIZÁVEL NO ESTADO DE SÃO PAULO

ASSOCIAÇÃO	ÁREA (ha)		
	Total	Mecanizável	%
Araraquara	103.000	62.000	60
Assis	90.000	63.000	70
Barra Bonita	84.000	56.000	67
Capivari	73.000	42.000	31
Catanduva	130.000	23.000	50
Jaú	60.000	65.000	70
Lençóis Paulista	110.000	70.000	64
Monte Aprazível	7.000	3.500	50
Piracicaba	315.000	136.000	43
Porto Feliz	8.300	2.500	30
Sertãozinho	605.000	424.000	70
MÉDIA	1.585.300	947.000	60%

6

B. Colheita manual



Corte manual de cana crua.

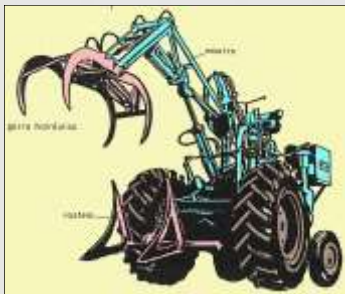


Corte manual de cana queimada.

Fotos: Raffaella Rossetto.

7

C. Carregamento de cana-de-açúcar

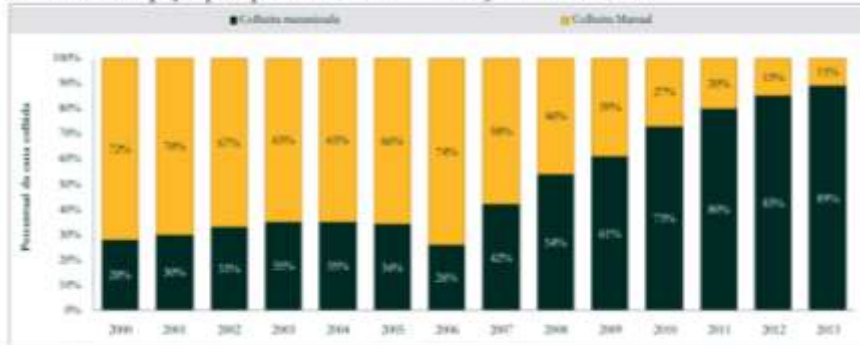


8

Colheita mecânica

cana inteira X cana picada (toletes)

Gráfico 4: Participação por tipo de colheita da cana de açúcar no Centro-Sul.



Fonte: Elaborado pela Markestrat a partir de dados do CTC e da UNICA.

Neves; Trombin, 2014



<http://www.unica.com.br/documentos/fotos/>



Colheita mecanizada.
Foto: Patrícia Cândida Lopes.

10



Colheitadeira em cana crua

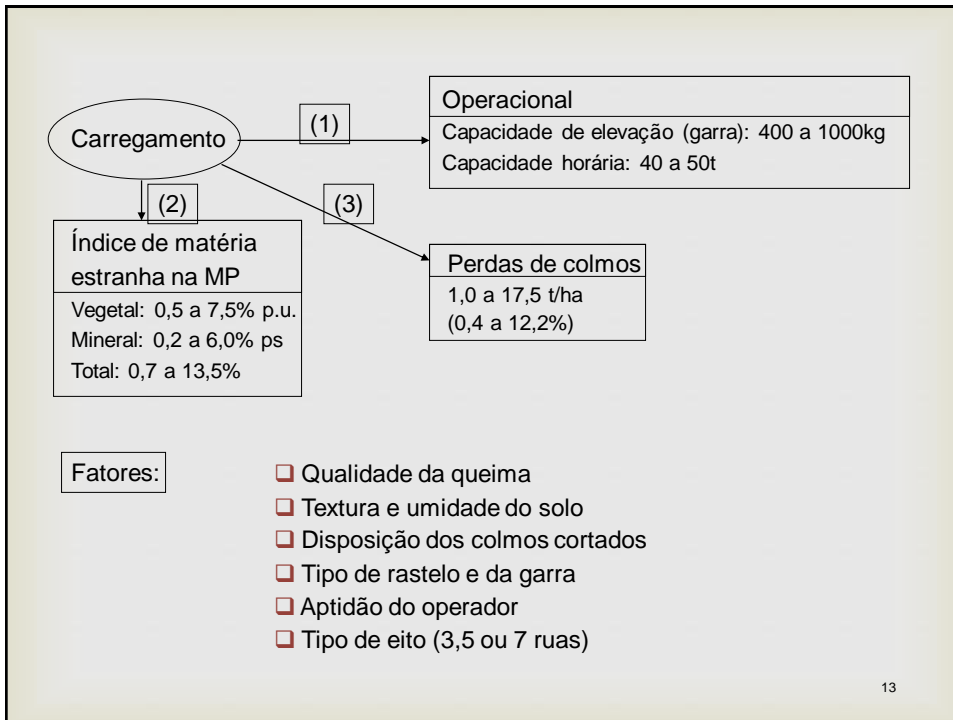
Carregamento sistemático de corte mecânico



Carregamento de cana queimada

Carregamento de cana integral





D. Transporte

Transporte $\left\{ \begin{array}{l} \text{Estradas - rodoviário (principal)/ hidroviário} \\ \text{Estradas vicinais/ carregadores (transbordo)} \end{array} \right.$

Classificação de tipo:

1º) Terrestre

(a) Tração animal

- lombo de animais;
- carretas, carroções, carros,
- carroças tracionadas por animais.

(b) Tração mecânica

- caminhões $\left\{ \begin{array}{l} \text{Toco - 8-10TC} \\ \text{Truncadas - 18-22TC} \\ \text{Romeu-Julietta - 35TC} \\ \text{Treminhões - 55-65TC} \\ \text{Roto-trens - até 4 unidades} \end{array} \right.$

- tratores com carretas -
7 carretas no jenkins ou baikou

2º) Fluvial

- chatas, barcaças, lanchas, etc.



15

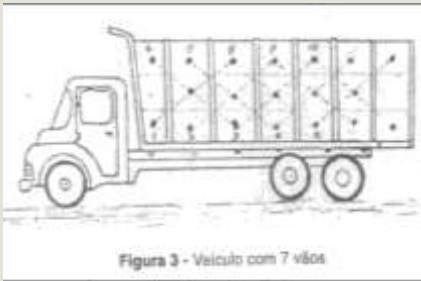
E. Pesagem da cana

- ☞ controle agrícola;
- ☞ controle industrial;
- ☞ pagamento de fornecedor;
- ☞ pagamento do transporte.



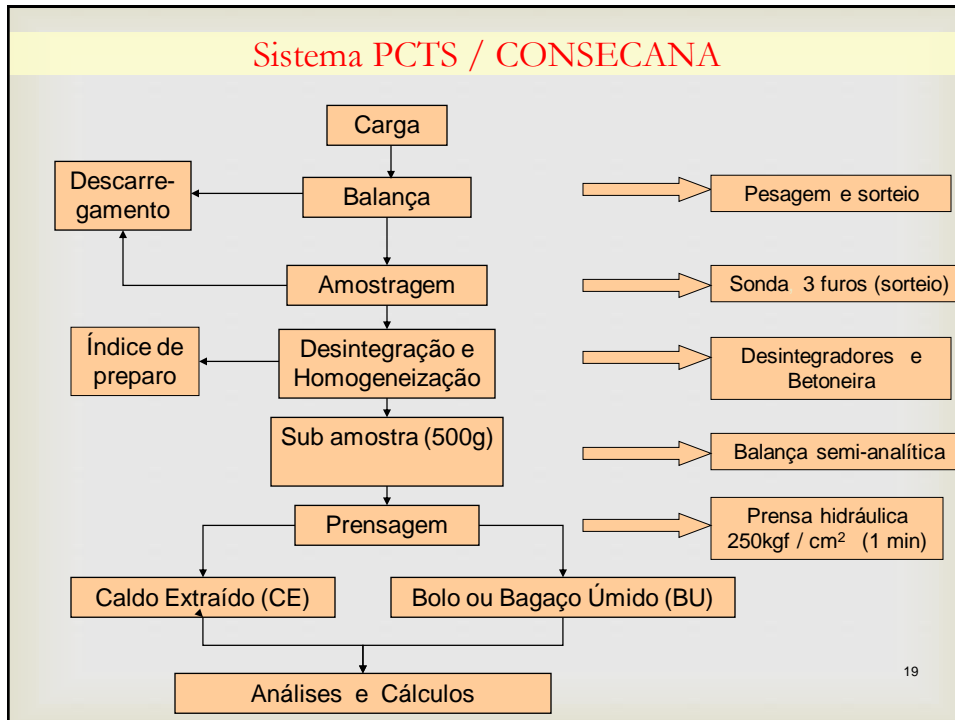
<http://sucroonline.blogspot.com.br/2010/11/laboratorio-de-pts.html>

16



SISTEMA DE PAGAMENTO (PCTS)

<http://sucroonline.blogspot.com.br/2010/11/laboratorio-de-pcts.html>



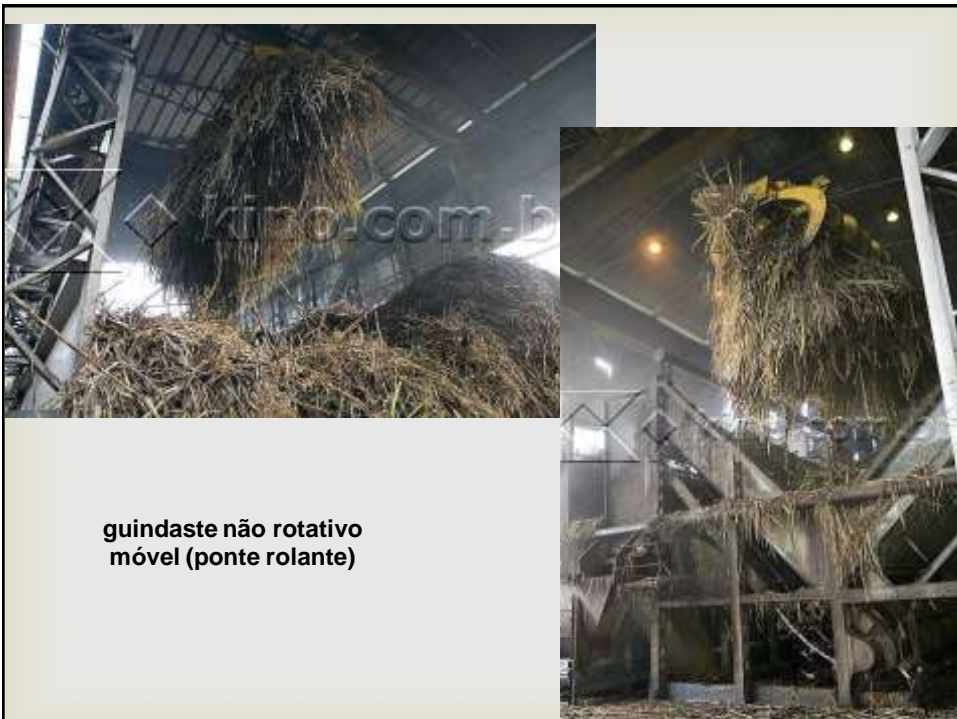
F. Descarregamento e alimentação da cana-de-açúcar na indústria



Descarregamento mecânico - equipamentos:

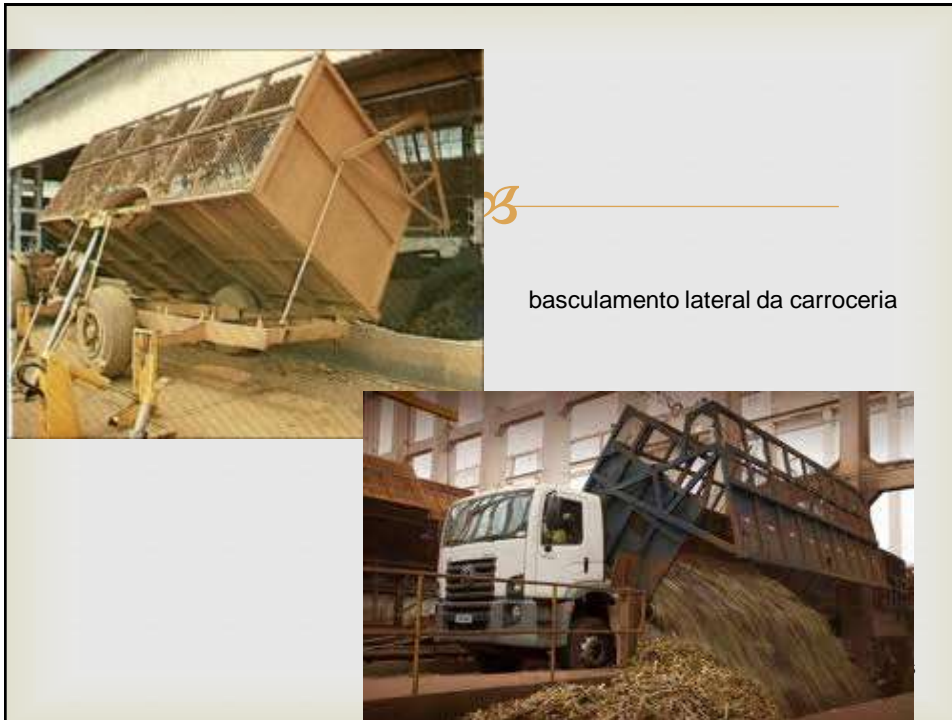
Classificação:

- ☞ guindastes rotativos
- ☞ guindastes não-rotativos
- ☞ plataforma basculante
- ☞ guindaste lateral - sistema "hilo"
- ☞ basculamento lateral de carroceria





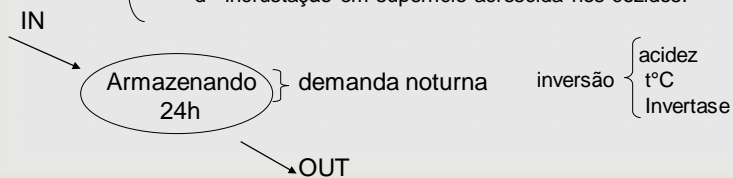
guindaste lateral "Hilo" sustentado por cabos



H. Armazenamento da cana

Armazenamento { armazém
pátio

- Problemas {
- Ressecamento dos colmos
 - 4 dias - 11% peso (umidade, t°C)
 - 8 dias - 17% peso
 - Inversão/Amassamento
 - Respiração: açúcares $\xrightarrow{\text{oxid}}$ CO₂ + H₂O
 - Sacarose → glicose + frutose
 - Desenvolvimento de microrganismos (Leuconostoc)
 - a - descaracterização do cristal (agulha)
 - b - crescimento lento do cristal
 - c - perdas de açúcar nos méis
 - d - incrustação em superfície acrescida nos cozidos.





Armazenamento da cana em Pátio

2. RECEPÇÃO E CONDUÇÃO DA CANA NA INDÚSTRIA

— *Ω* —

RECEPTORES DA CANA-DE-AÇÚCAR



Receptores

- ☞ equipamentos destinados a receber e conduzir matéria-prima para a esteira de alimentação das moendas

Classificação

- ☞ mesa lateral de forro fixo
- ☞ mesa lateral de forro fixo e correntes móveis
- ☞ mesa lateral de forro móvel

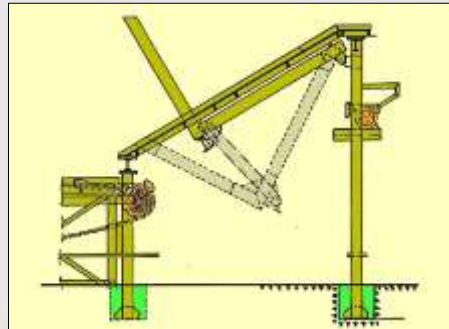
Tipos e características particulares:

a - mesa lateral de forro fixo, plana ou inclinada:

- ☞ Dimensões: 6 a 8m (comprimento) x 4 a 6m (largura) → microdestilaria
- ☞ Inclinação: 5 a 10°
- ☞ Carregada (carga) → ponte rolante fixa e garra
- ☞ Descarregada: deslocamento por ganchos - manual ou garra

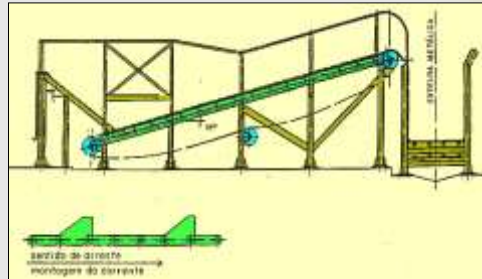
mesa lateral de forro fixo com anteparos hidráulicos:

- ☞ Dimensões: 8 a 9m (comp.) x 5 a 6m (larg.)
- ☞ Inclinação: 30 a 45°
- ☞ Descarregamento: anteparo hidráulico;
- ☞ Vantagens: equipamento rústico e fácil manejo.
- ☞ Limitação: deficiente lavagem da cana e alimentação do esteirão



b - Mesa lateral de forro fixo e correntes móveis, com inclinações variáveis

- ☞ Constituída
 - ☞ fundo de chapa ou não
- ☞ Tipo
 - ☞ inclinação 15°
 - ☞ inclinação 45°
- ☞ correntes transportadoras - sem fim
- ☞ acionamento - motor elétrico com redutor

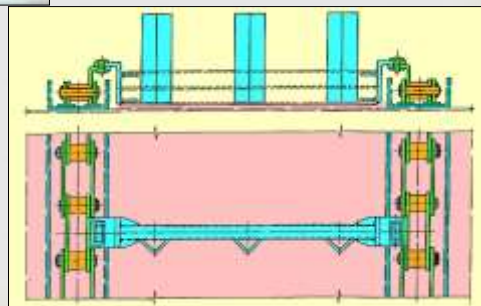


Manutenção da mesa lateral de 15°



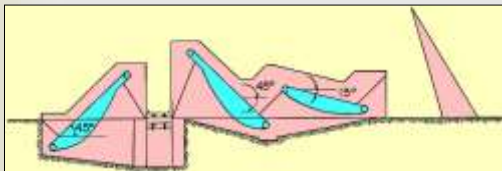
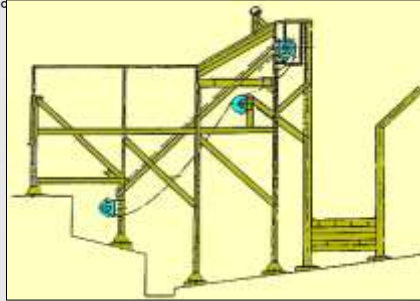
Detalhe do tambor da esteira de 45°

Corrente e talisca da mesa alimentadora de 45°



Mesa lateral de forro fixo com correntes individuais móveis ou interligadas com taliscas - mesas de 45°

- ⊗ características
 - largura: 10 - 12m
 - comprimento barra ± 10 m
 - altura até 6 - 7m
- ⊗ capacidade
 - Individual: 200 - 250TCH
 - associada 15°: 300 - 350TCH
 - Alimentação máquina: 150 - 180TCH
- ⊗ vantagens
 - melhor lavagem da cana
 - menor consumo de água de lavagem
 - melhor uniformidade de alimentação
 - reduz o risco de sobrecarga de alimentação



Associação de mesas - lateral de 45°



Esteiras laterais de 15° e 45°



Largura da mesa, mesas estreitas:

- má alimentação - cana inteira cai em pé,
- cana mal arrumada, com baixa densidade;
- cana picada, maior densidade

Fonte Cavalcante, D



Usina
Junqueira

Mesa de 45°, alimentação com máquina

LIMPEZA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Sistemas de limpeza { Via Seca
Via Úmida

1. Via Seca

Componentes:

- (a) **hillo de descarregamento**
(hidráulico ou mecânico);
- (b) **mesa de alimentação**: recepção em dois lances, facilita desdobramento da cana para limpeza a ar;
- (c) **ventiladores**: remove as palhas e parte da terra.



Fonte: Techpertersen

Vantagens:

- deixa de perder 2% do açúcar por TC na lavagem (~ 2a 3 kg Aç/TC);
- economia de recursos hídricos e redução de impacto ambiental;
- necessita de altura da mesa, para abrir a cana, eficiente limpeza,
- permite transporte cana com palha para gerar vapor.



2. Via Úmida

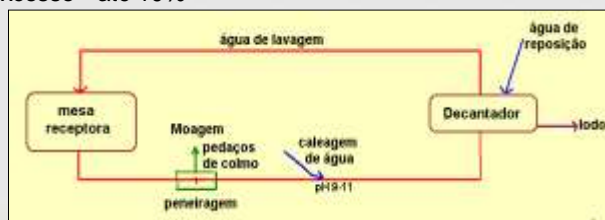
- Quantidade água { Mesas 15° - 10-15m³/TC
Mesa de 45° - 5 m³/TC
- Circuito de água { aberto - lagoas de estabilização
fechado - decantadores
- Decantadores { - sistema de caixas
- Decantador circular (Maracanã)
- lagoa de sedimentação
- Conservação de água - leite de cal - pH 9 - 11



Lavagem de cana em mesa de 45°

- Açúcar arrastado { normal <= 2,0%
excesso - até 10%

Circuito fechado





CONDUÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR



- Após descarregada nas mesas laterais a cana é conduzido para a esteira principal sofrendo intensa desintegração por aparelhos preparadores até chegar a moagem.



Limite de velocidade 10 m/min :

- desgaste das correntes;
- desgaste das engrenagens;
- problemas mecânicos;

Esteirão de cana - alimentação

Usina Junqueira



Alimentação tendência acumular
mais de um lado, solução,
aumentar a largura;

Objetivos:

- diminuir altura do colchão;
- centralizar melhor a cana;
- Diminuir a densidade relativa;
- melhor alimentação - preparo

Operador visão esteira

Esteirão de cana - alimentação

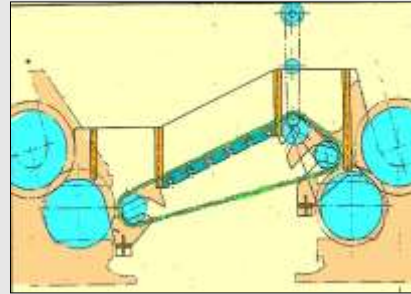
Usina Junqueira

CONDUTORES INTERMEDIÁRIOS

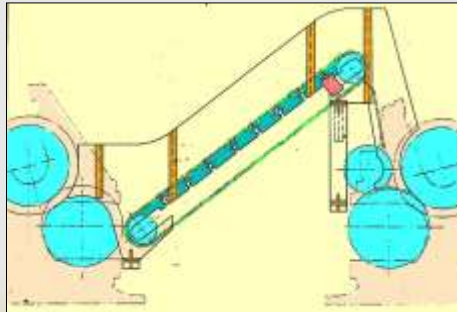
Finalidade → conduzir o bagaço de uma moenda a outra.

Tipos usuais:

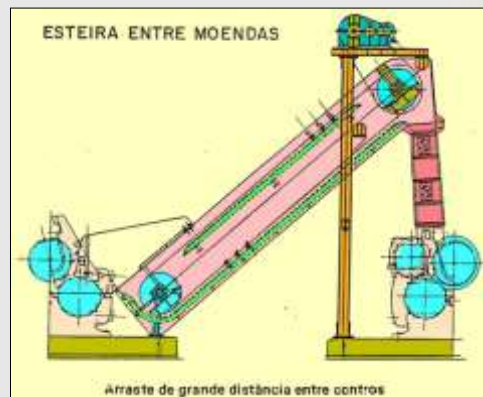
a) esteira de talisca metálica;



b) esteira de lençol de borracha nervurada com 2 ou 3 tambores;



c) Esteira de arraste, tipo rastelo.



☞ Acionamento → individual com acoplamento ao redutor.



Usina da Pedra -SP



Usina da Barra - SP

Fonte: DEDINI Equipamentos de Base

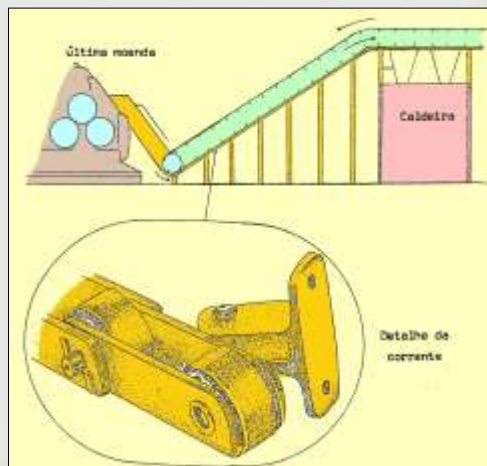
ESTEIRAS DE ARRASTE DO BAGAÇO

Finalidade → conduzir o bagaço, após a saída da última moenda, para as caldeiras.

↳ Estrutura
(partes)

a - fixa: calha metálico em forma de U;
b - móvel: duas correntes internas a calha, interligadas por taliscas metálicas (verticais - condutores/raspadores).

- Velocidade esteira: 20 a 30m/min
- Recirculação de bagaço: inferiores aos setores de alimentação das caldeiras.
- Planejamento de alimentação de bagaço: na falta do material fibroso oriundo das moendas, através de esteira do retorno, devolve-se o bagaço de sobra.
- Parte inclinada - peneira de bagaço (chapa perfurada 1/4")





Vista do Sistema de bagaço

PREPARO DA CANA PARA MOAGEM



OBJETIVOS, CONDUÇÃO E
EQUIPAMENTOS

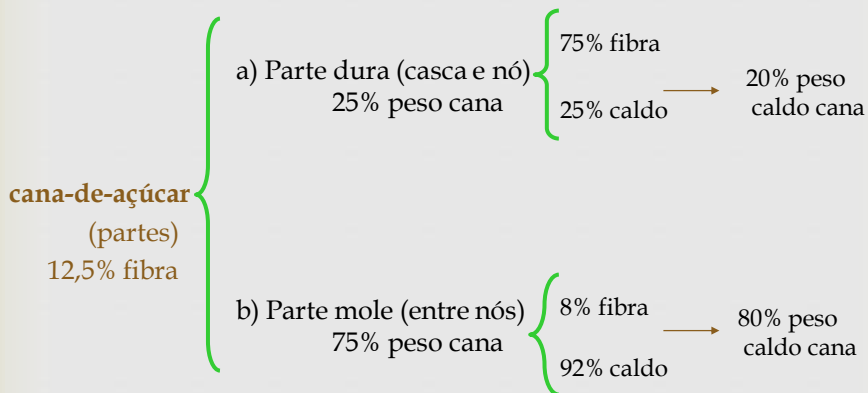
INTRODUÇÃO

Extração em duas fases

- ☞ preparo da cana para extração
- ☞ extração do caldo
 - moagem
 - difusão

☞ necessita desintegrar cana para liberar mais fácil o caldo

☞ resistência ao preparo → função: relação das partes moles e duras.
(recuperação da sacarose)



OBJETIVOS DO PREPARO:

- a - aumentar a capacidade das moendas pela maior densidade da massa fibrosa de alimentação (compacta e homogênea);
- b - romper a estrutura da cana facilitando a extração;
- c - produzir um bagaço que receberá melhor a embebição.

⇒ Outros benefícios advindos

☞ maior eficiência das moendas:

- ☞ capacidade: toneladas de cana moída/h (10 a 30%);
- ☞ extração: pol extraído % pol da cana (5 a 10 %).

☞ aumento do rendimento industrial;

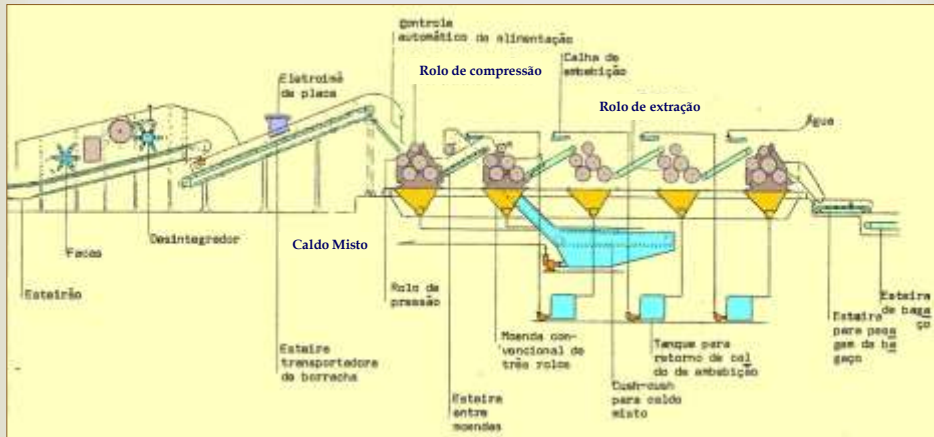
☞ regularidade de alimentação das moendas;

☞ reduzir consumo de energia;

☞ homogeneização do teor de fibra e,

☞ reduzir o desgaste e quebra das moendas.

Aparelhos do preparo {
 - facas rotativas
 - desfibradores ou desintegradores



Facas rotativas (niveladoras e picadoras)

Constituição

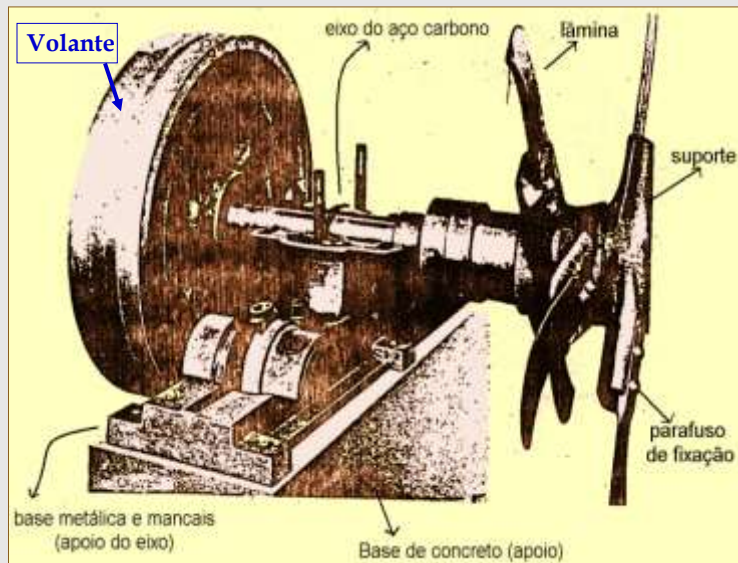
- ↻ Base de concreto ou pedestal de vigas I , U e chapas corrugadas
- ↻ Suporte de fixação dos mancais
- ↻ Cofre metálico de chapa com porta basculante.

→ Mancais (casquilho de bronze fosforado com lubrificação automática ou rolamento)

→ Eixo de aço - Seção (comprimento) {
 Quadrado
 hexagonal ou octogonal
 cilíndrico com encaixes (chaveta travamento)

→ Suporte das Facas - Aço fundido ou chapa de aço

→ Lâmina de preparo aço bordos tratados ou não (facas rotativas)

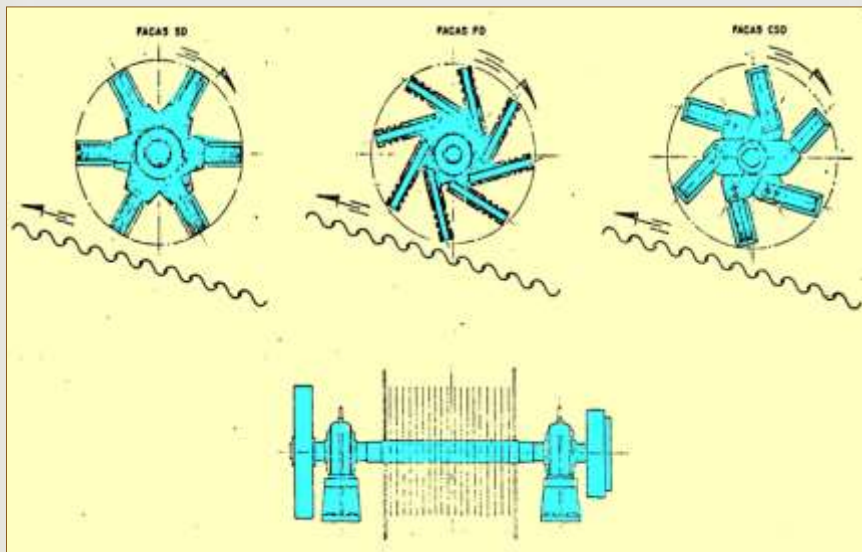


Componentes das facas rotativas

As facas diferem em:

- ☞ quantidade de lâminas;
- ☞ posição das lâminas $\left\{ \begin{array}{l} \text{radial} \\ \text{inclinada } 45^\circ \end{array} \right.$
- ☞ formato das lâminas, bordo de ataque: lisa, serrilhada, ondulada.
- ☞ fixação - parafusos rígidos ou eixos para oscilação
- ☞ Lâminas de aço especial das facas para conferir: (durabilidade, resistência, elasticidade, tenacidade, tempera)

Posição de fixação das facas rotativas



JOGOS DE FACAS



Jogos de Facas de tipo COP 84° - União de Barro - São Paulo

Facas COP



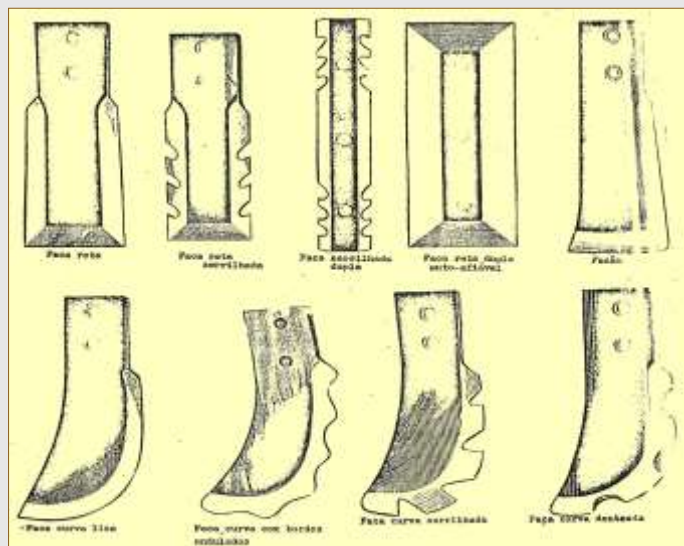
Jogos de Facas de tipo FOL 84° - União de Barro - São Paulo

Facas FOL

•As variações nos modelos visam:

- (1) aumentar trabalho das lâminas com menor desgastes;
- (2) auto-afiamento da lâmina ao lado oposto ao de trabalho e;
- (3) evitar o desgastes das extremidades da lâmina da faca (resultando: menor raio de ação e maior consumo de potência) solda dura.

Facas rotativas modelos fábrica Saran



Número de suportes (N) para as facas rotativas

☞ N° de suportes (N) é função da largura do condutor (esteira - L) e do passo (P) adotado para as facas.

☞ Fórmula básica:

$$N = \frac{L}{P} - 1 \quad , \text{onde:}$$

L = largura da esteira (eixo parte interna)


P = passo, distância do círculo descrito de uma faca até o da outra:

☞ niveladora - 100 a 150mm

☞ cortadora - 22 a 50mm

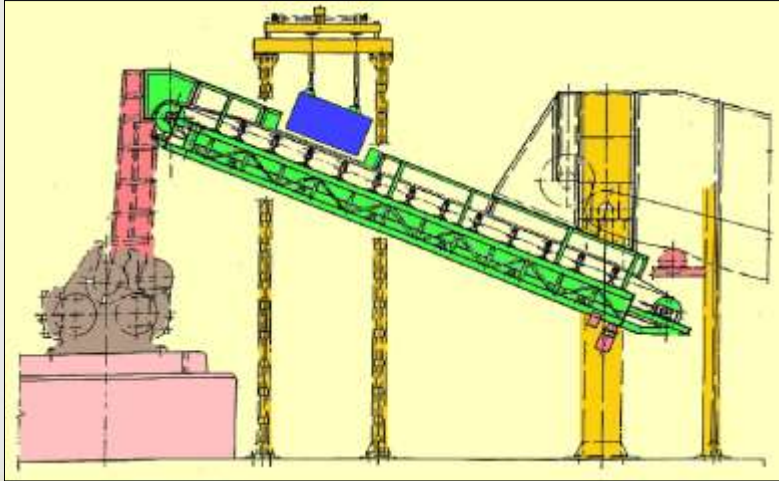
Obs: O número de facas é o produto do número de suportes pelo número de facas por suporte.

Comparação entre Facas Niveladoras com Cortadoras

Itens	Niveladoras	Cortadoras
A - Função	- Regulariza e uniformiza o fluxo de carga de cana	- transforma a massa grosseira em camada densa com pedaços uniforme.
B - Localização		
C - Sentido de rotação e velocidade	- Sentido desdobramento esteirão e 50% adicional ao sentido contrário ao esteirão - 500 a 600 rpm	- Sentido desdobramento esteirão - 750 a 1000rpm
D - Número de facas e distância entre facas	- 65 a 75% do n° de facas cortadoras - 100 a 150mm (passo)	- n° de facas depende do passo e ao comprimento do eixo - 22 a 50mm (passo)
E - Ajuste no fundo da esteira	- Ajuste a 1/3 a 1/4 da altura da altura do colhão de cana	- 10 a 50mm do fundo da esteira
F - Potência consumida	- 2,0 a 2,5 HP/TCH - 15 a 20 HP/TFH	- 2,5 a 3,5 HP/TCH - 20 a 25 HP/TFH

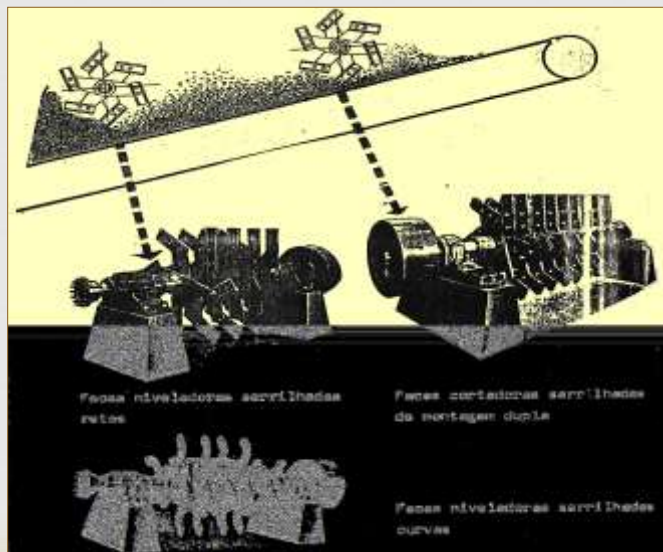
ELETROIMÃ

Finalidade → instalado na esteira de cana desfibrada, visando retenção de pedaços de ferro, arames, parafusos trazidos com a matéria-prima colhida no campo, causa danos bastante graves nas moendas.



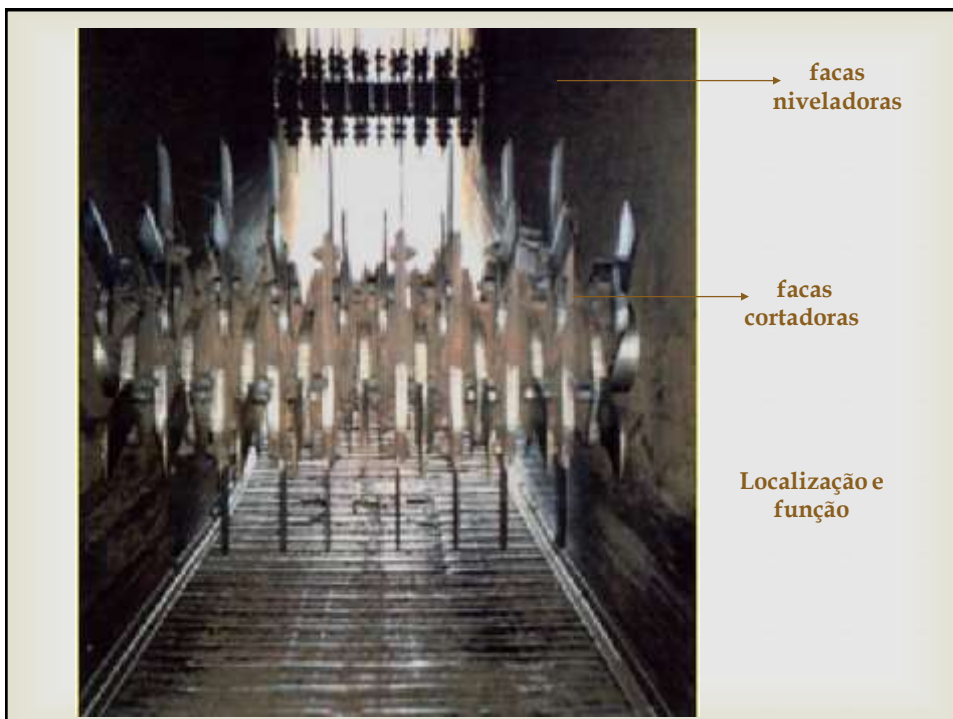
AÇÃO PREPARATÓRIA DAS FACAS

∞ Ação { niveladora
cortadora



4. POTÊNCIA DE ACIONAMENTO

- a) quantidade e qualidade de cana
- b) teor de fibra na cana
- c) grau de preparo desejado
- d) estado de conservação das facas
- e) da forma, da construção, do afiamento, assentamento, da velocidade, do número de facas e sua função



DESINTEGRADORES (“Shredders”)

1. GENERALIDADES

Destruir por completo a estrutura da cana:

- ☞ maior extração com aumento na abertura de células e melhor embebição, maior extração;
- maior densidade da massa de cana maior capacidade;
- ☞ moendas curtas efeito equivalente a mais um terno de moenda no tandem.

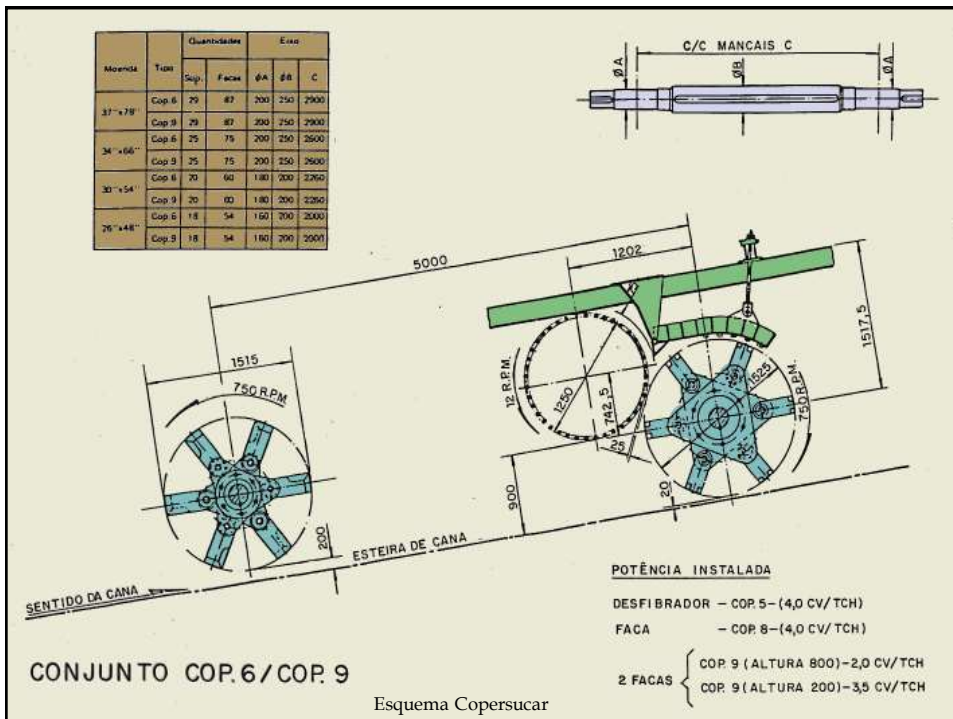
☞ Classificação

- ☞ conjunto horizontal leve
Ex. COP 5 e Cop 6
- ☞ conjunto horizontal pesado
Ex. COP 10
- ☞ conjunto vertical pesado
Ex. DH 1 e Tongaat
- ☞ conjunto rotor único

2. Desfibradores horizontais leves

Partes constituíntes	}	- tambor alimentador ± 12 rpm
		- placa desfibradora - 45° (cinco nervuras, 1")
		- rotor com martelos - 620 a 750 rpm
		- espalhador ± 76 rpm

Operação - força a passagem da cana pré-preparada entre martelo e placa nervurada, rotação contrária ao movimento da esteira



Quanto as diferenças básicas entre os conjuntos estão nos diâmetros e nas rotações, mantendo a mesma velocidade periférica (60m/seg)

Características	Equipamentos			
	Cop. 8	Cop. 5	Cop. 9	Cop. 6
Diâmetro (mm)	1820	1832	1512	1525
Rotação (rpm)	630	630	750	750

Índice de células abertas preparo 80 a 87%

$$\text{"Open cells"} = \frac{\text{média das leituras do extrato do aparelho de células abertas}}{\text{leitura sacarimétrica do extrato do digestor}}$$

Vantagens do preparo horizontal:

- simplicidade de instalação sobre a esteira;
- consumo de potência relativamente baixo e,
- produz satisfatório índice de células abertas.

4.3 Desfibrador horizontal pesado

Partes constituintes {

- tambor alimentador ± 12 rpm
- placa desfibradora - 45°
- rotor com martelos 1.000 rpm
- espalhador ± 76 rpm

Rotor suporte martelos quadrangular - defasados de 45°
8 linhas de martelos

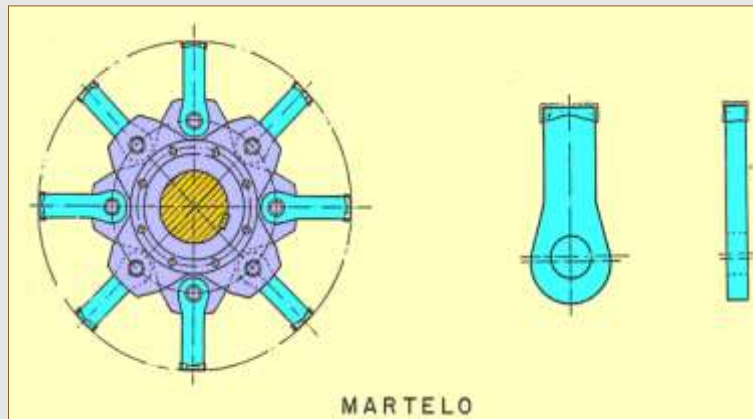
Potência consumida {

- 6,5 CV / TC
- 52 CV / TC

Índice de células abertas = 90 a 92 %

Velocidade periférica = 94 m / s

Rotor dos desfibradores COP 10

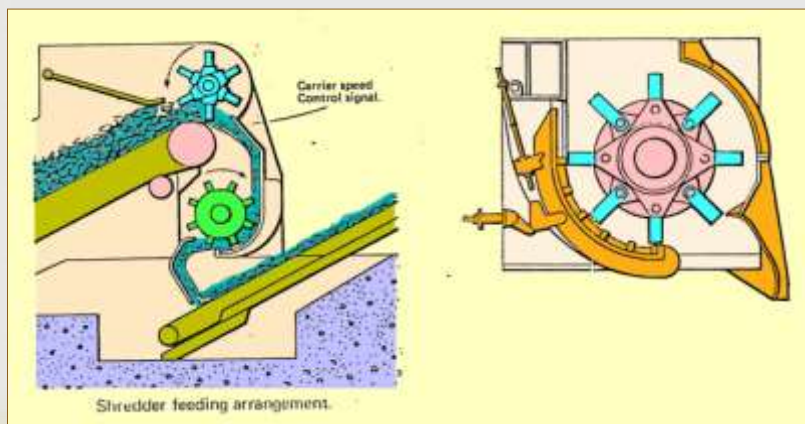


Observação: - COP 10 não necessita de volante, pois a inércia do conjunto é suficiente; e
 - martelo com diâmetro externo no olhal maior que a largura.

4.4. Conjunto de preparo vertical ou pesado

Preparo vertical → a alimentação é vertical através de facas alimentadoras superiores, distanciadas de 25 a 50mm do topo do esteirão.

↻ Obtém-se um índice de preparo elevado - 90 a 94% (tipo DH 1 e Tongaat)





Conjunto Desfibrador
Vertical
SIMISA



Rotor de DH1 (Dedini)

Na prática o preparo nas usinas é realizado por meio de:

- ✓ conjunto de preparo horizontal leve ou pesado cujo desempenho é diferenciado.

http://www.stab.org.br/13_sba_palestras/09_cana_cruda_x_extracao_13SBA.pdf

Picadores de palha – Facas → Martelos



Aspecto
Cana Desintegrada



Facas auxiliares no
topo do esteirão

⊗ Desvantagens: necessidade
instalação.



Usina Junqueira

Adensador de cana - Usina Santa Fé



proknor Engenharia

4.6 Preparo da cana através de um só rotor

Segundo Procknor para atender esse procedimento será necessário:

a) aumentar a velocidade da esteira de cana , para isso sugere:

- operador da mesa não deve sobrecarregar a esteira ;
- operador da mesa deve ter informações sobre a sistema supervisório, e
- operador da mesa deve ser conscientizada da nova filosofia operacional.

b) Aumentar a densidade do colchão de cana,

- usando adensadores de cana com baixa potência instalada;
- usando tambor alimentador mais robustos , e
- reforçar a esteira sob o tambor alimentador

Vantagens do preparo com rotor único:

- cana preparada com fibras mais longas;
- reduz a quantidade dos finos;
- simplifica a manutenção, e
- possibilita o uso de acionamentos mais eficientes

Capacidade de moagem



- ☞ usinas de grande porte - capacidade de moagem superior a 2,5 milhões de toneladas por safra,
- ☞ usinas de médio porte - capacidade de moagem de 1,0 a 2,5 milhões de toneladas por safra
- ☞ usinas de pequeno porte - capacidade de moagem inferior a 1,0 milhão de tonelada por safra.

UNICA (2011),