Conceitos Gerais de Extração

DELFINI
CONSULTORIA E PROJETOS INDUSTRIAIS
paulo@delfini.com.br
+ 55 19 98166-7000

DELFINI
CONSULTORIA E PROJETOS INDUSTRIAIS

Conceitos fundamentais da extração das moendas

- Modelos volumétricos do processo de moagem
- Processo volumétrico de extração e processo de diluição
- O Fator de Reabsorção e impacto na extração das moendas
- Compactação X Reabsorção X Extração
- Parcela da extração devida à compactação
- Processo de extração pela diluição – Sistema de embebição
  - Taxa de embebição % cana ou % fibra?
  - Eficiência do sistema de embebição
  - Temperatura da água de embebição
- Índice de Preparo da cana para o processo de moagem

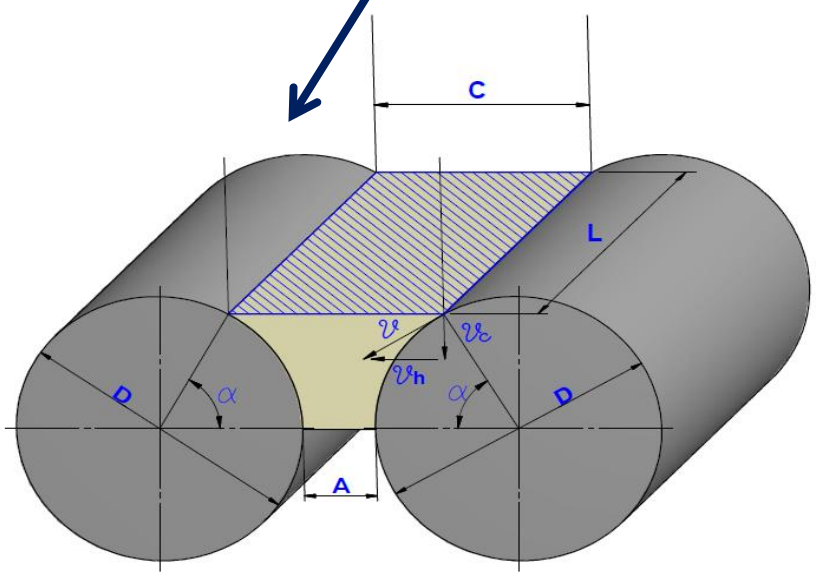
Conceitos fundamentais da extração

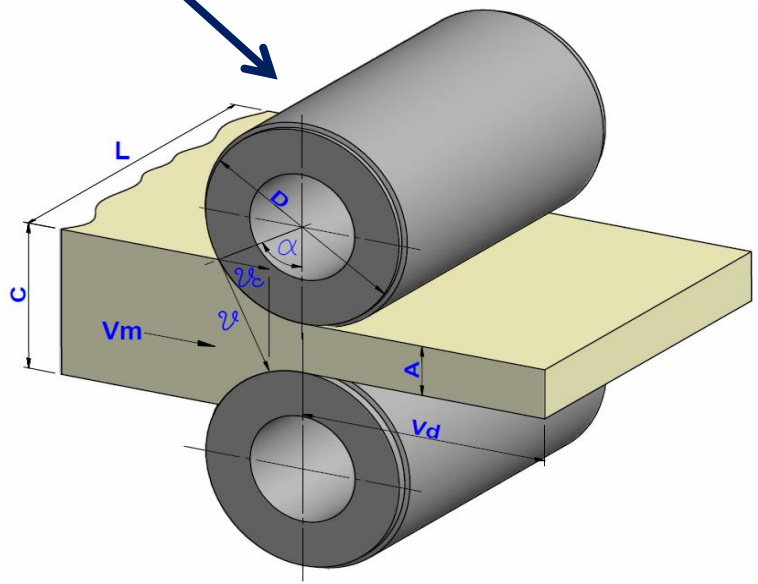
Modelos volumétricos do processo de moagem

O objetivo da moagem é processar uma determinada quantidade de cana, separando o caldo do restante da cana, ou seja separando o caldo da fibra da cana, considerando que a cana é composta basicamente de duas partes: fibra (sólidos insolúveis) e caldo (água e sólidos dissolvidos)

Para atender este objetivo dois processos volumétricos ocorrem ao mesmo tempo:

- Processo volumétrico de alimentação
- Processo volumétrico de extração



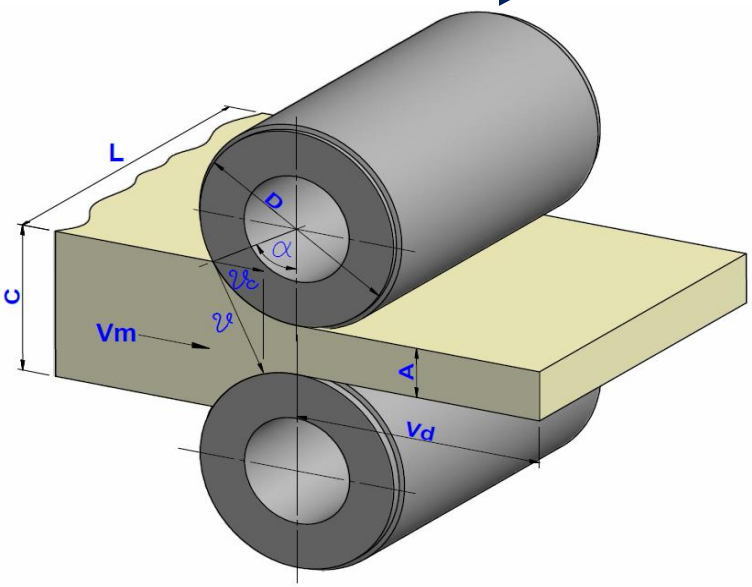


Conceitos fundamentais da extração

Processo volumétrico de extração e processo de diluição

O objetivo do processo de extração é retirar a maior quantidade possível de açúcares da cana, que estão dissolvidos no seu caldo. Isto se efetua através de 2 processos distintos que ocorrem simultaneamente.

Os 2 processos que ocorrem simultaneamente são:
- Processo volumétrico de extração
- Processo de diluição do caldo da cana (embebição)



Conceitos fundamentais da extração

O fator de reabsorção e impacto na extração das moendas

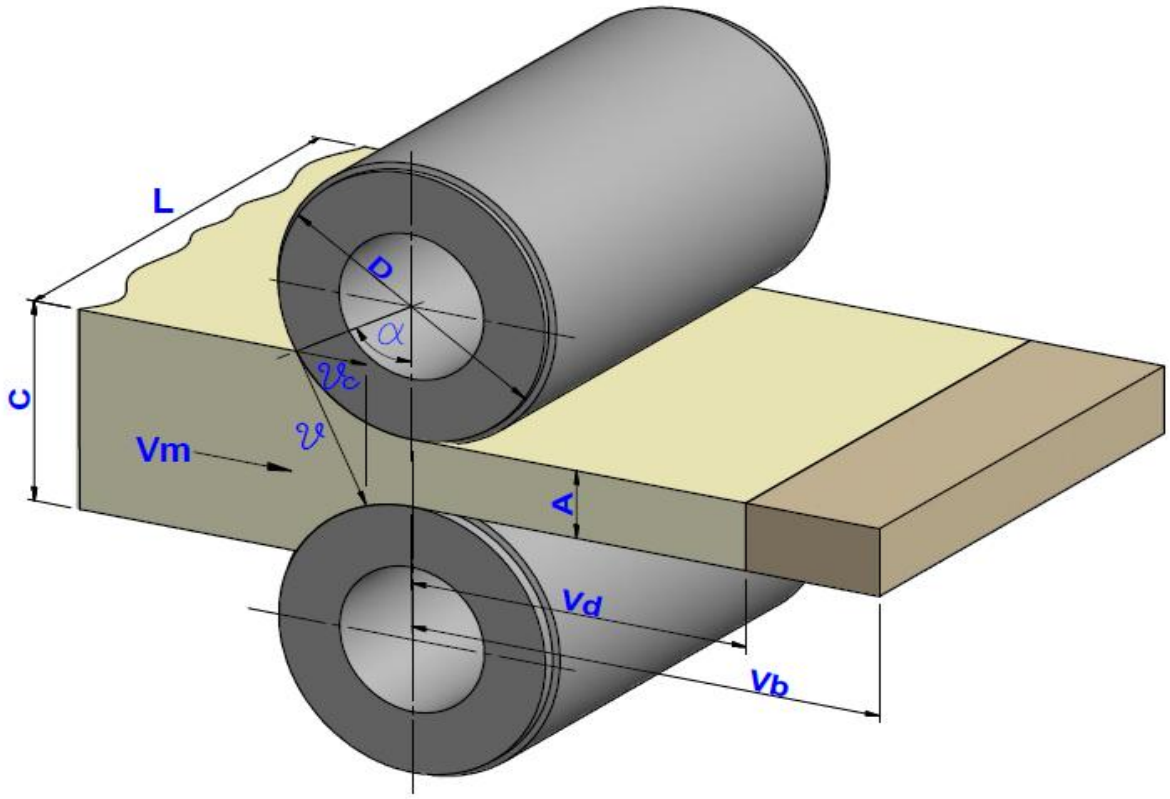
Vb > Vd

Vb/Vd = k = Reabsorção
K > 1,0
Tipicamente k = 1,40

Vje = Vm – Vb

Vb = K x Vd

Vje = Vm – k x Vd



Quanto maior a reabsorção (K), menor a extração de caldo

Conceitos fundamentais da extração

O fator de reabsorção e impacto na extração das moendas

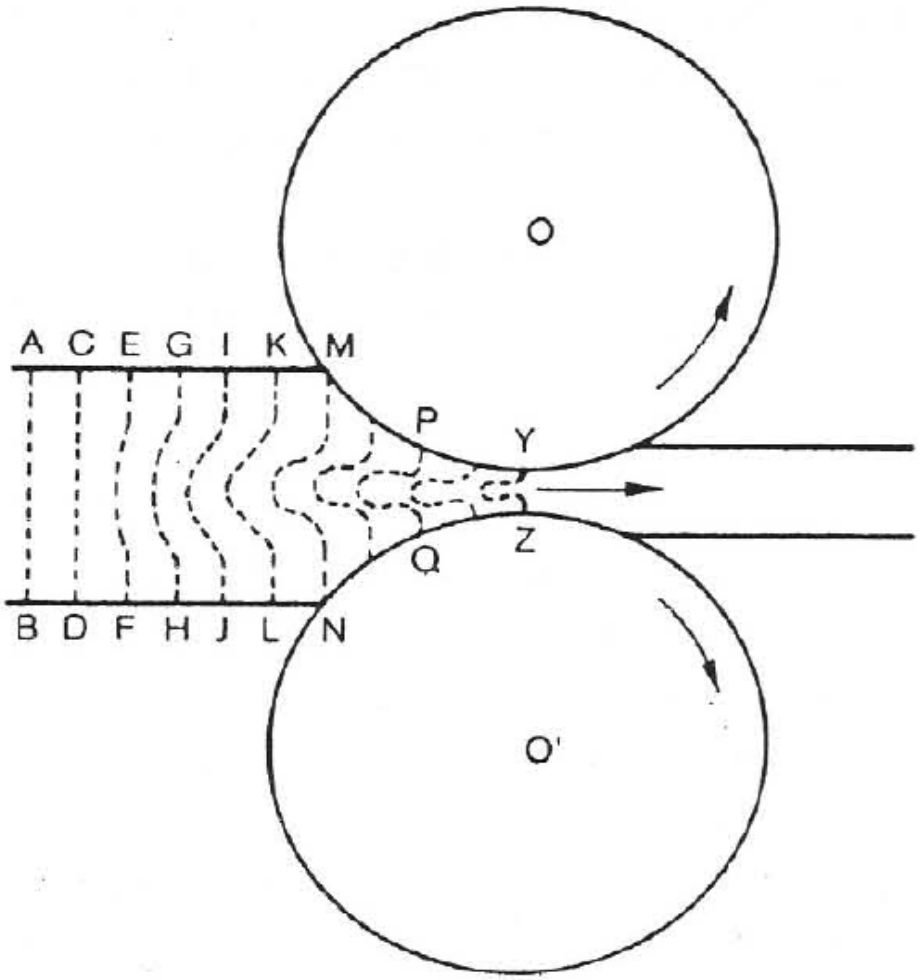


Fig. 10.13. Formation of semi-liquid pocket.

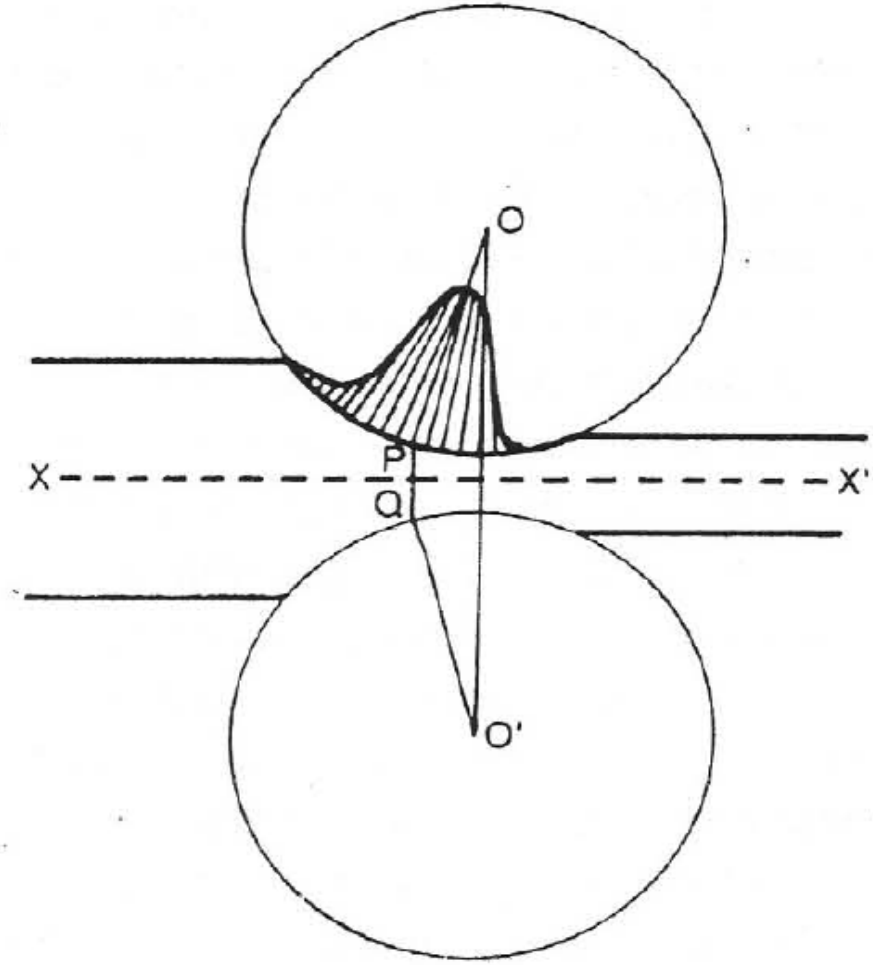
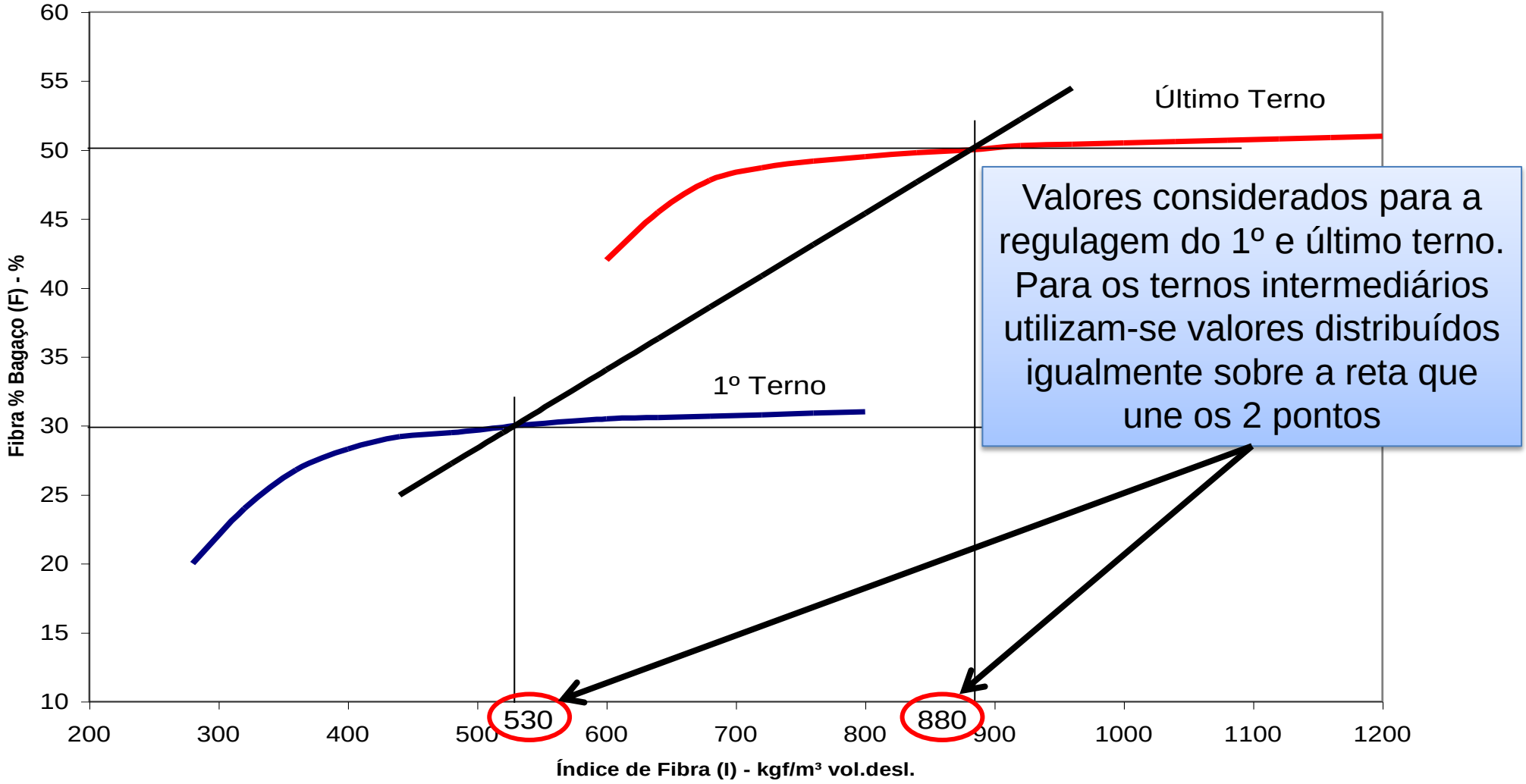


Fig. 10.14. Distribution of pressures on the roller.

Fonte: E. Hugot, Handbook of Cane Sugar Engineering – 3rd Edition – 1986 – Pág. 130/132

Conceitos fundamentais da extração

Compactação X Reabsorção X Extração

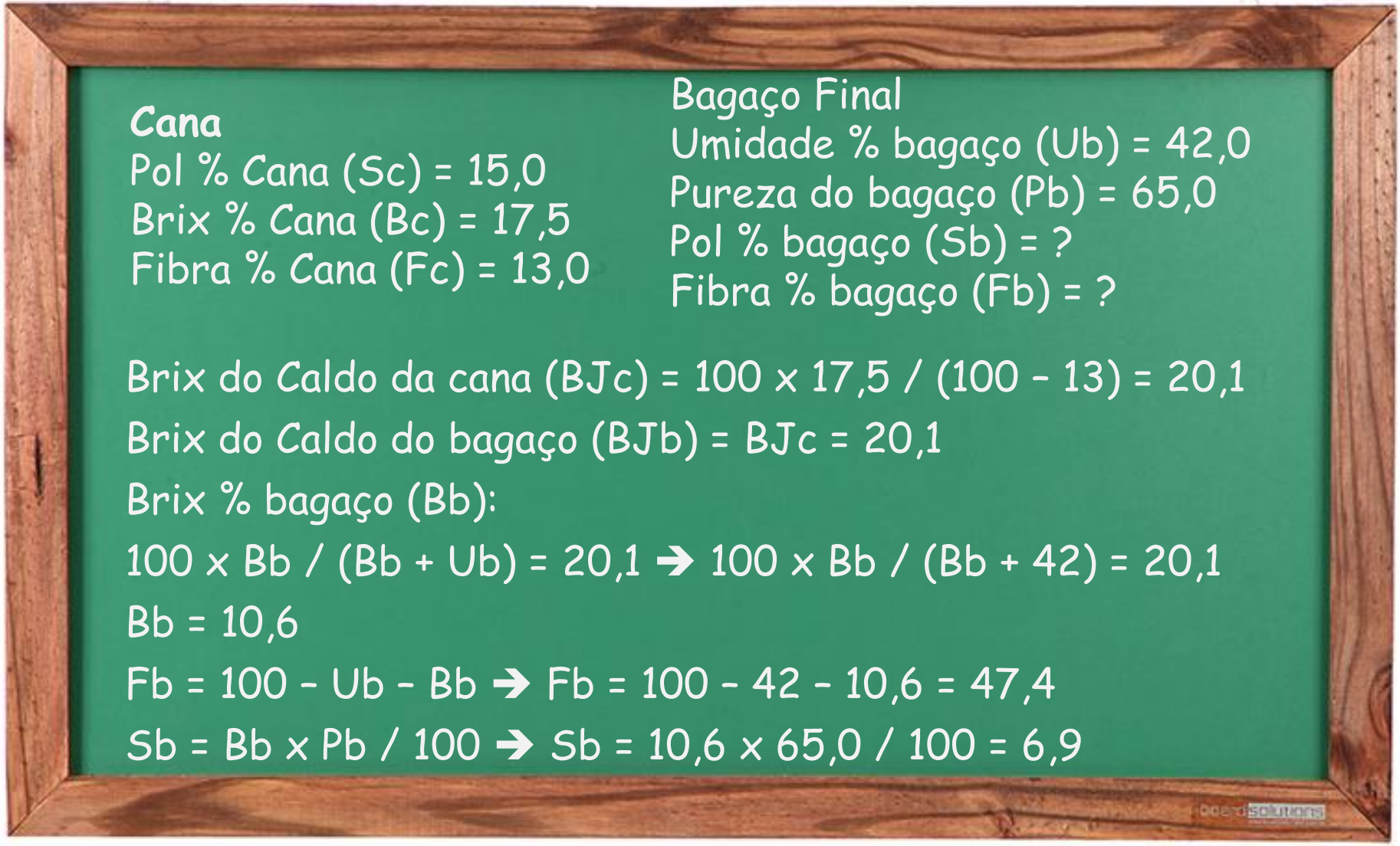


Resultados experimentais – Noel Deerr – Java - 1926

Conceitos fundamentais da extração

Parcela da extração devido à compactação

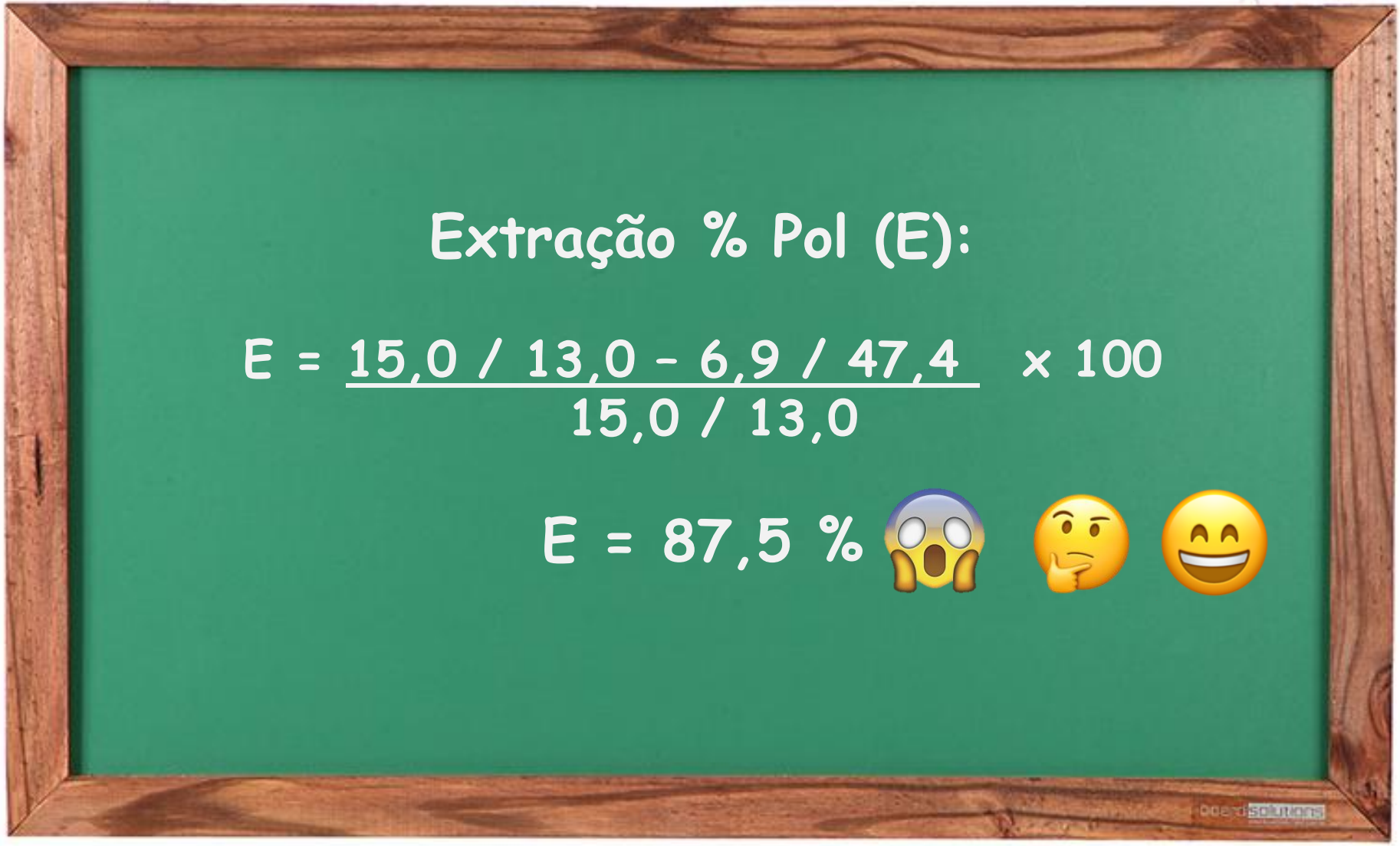
Como seria a Extração sem Embebição?



Conceitos fundamentais da extração

Parcela da extração devido à compactação

Como seria a Extração sem Embebição?



Conceitos fundamentais da extração

Processo de extração pela diluição – Sistema de Embebição

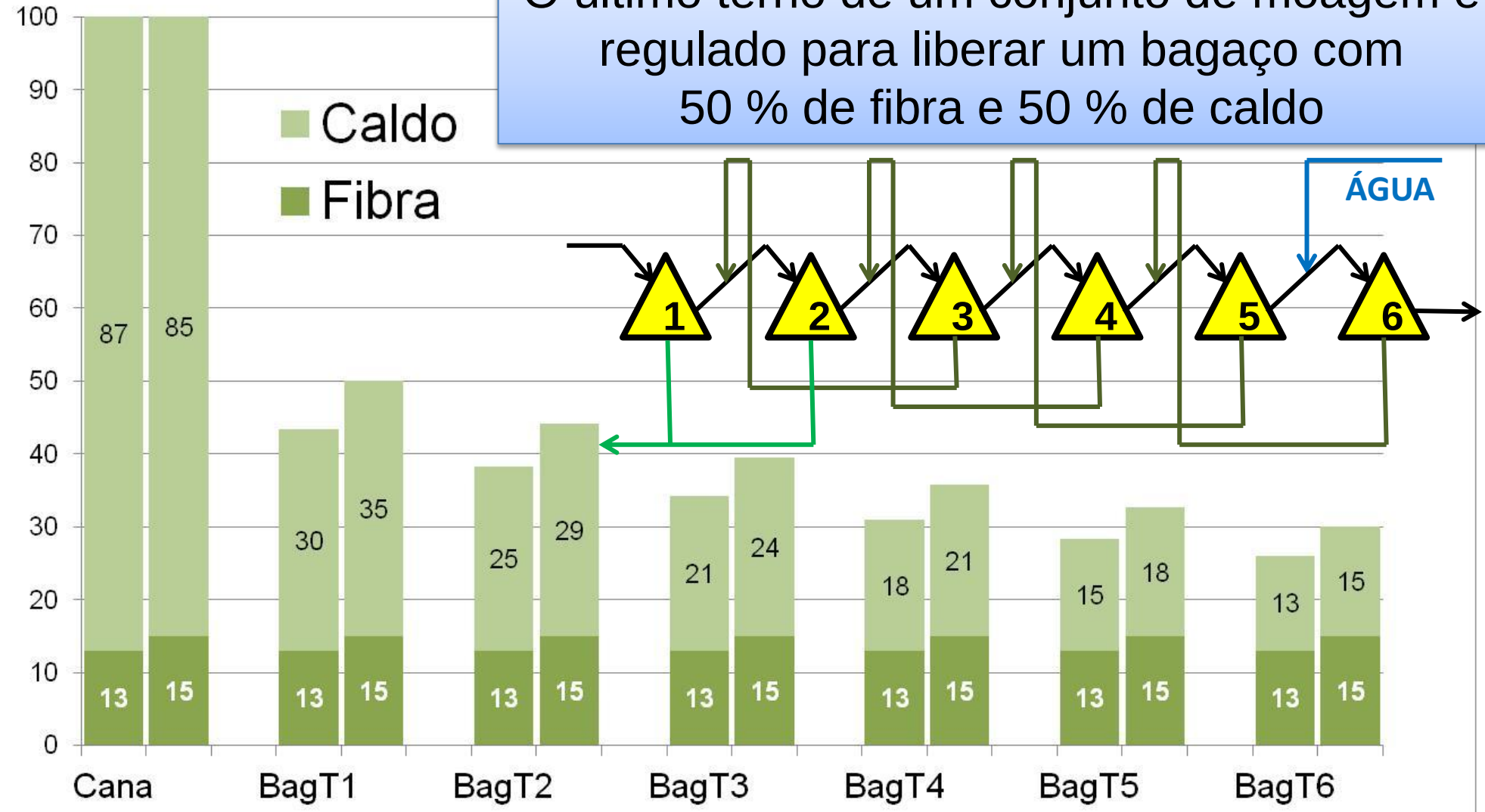
Objetivo da Embebição

Adição de água no processo de moagem para diluir o caldo original da cana e melhorar a extração da moenda, diminuindo a quantidade de açúcar que ficará retida no bagaço final

Conceitos fundamentais da extração

Taxa de embebição % cana ou % fibra?

O último terno de um conjunto de moagem é regulado para liberar um bagaço com 50 % de fibra e 50 % de caldo



Conceitos fundamentais da extração

Taxa de embebição % cana ou % fibra?

CANA
Moagem = 440 t/h
Fibra = 13,0 %
Peso de fibra = 57,2 t/h
Peso de caldo = 382,8 t/h

BAGAÇO FINAL
Fibra = 50 %
Peso de fibra = 57,2 t/h
Peso de caldo = **57,2** t/h
Peso de bagaço = **114,4** t/h

Aumento do peso de caldo
66,0/57,2 ➔ **+ 15,4 %**

CANA
Moagem = 440 t/h
Fibra = 15,0 %
Peso de fibra = 66,0 t/h
Peso de caldo = 374,0 t/h

BAGAÇO FINAL
Fibra = 50 %
Peso de fibra = 66,0 t/h
Peso de caldo = **66,0** t/h
Peso de bagaço = **132,0** t/h

Conceitos fundamentais da extração

Taxa de embebição % cana ou % fibra?

BAGAÇO FINAL
Fibra = 50 %
Peso de fibra = 57,2 t/h
Peso de caldo = **57,2** t/h
Peso de bagaço = **114,4** t/h

Se nesta condição a pol no bagaço for de **2,0 %**, a perda de pol será de 2,288 t/h (114,4 x 2,0/100)

Qual deveria ser a pol no bagaço na condição com fibra da cana maior para manter a mesma perda de pol de 2,288 t/h?

BAGAÇO FINAL
Fibra = 50 %
Peso de fibra = 66,0 t/h
Peso de caldo = **66,0** t/h
Peso de bagaço = **132,0** t/h

Para manter a mesma perda
Pol % bagaço = 100 x 2,288 / 132,0
Pol % bagaço = **1,73 %**

Conceitos fundamentais da extração

Taxa de embebição % cana ou % fibra?

A quantidade de caldo retido no bagaço aumenta na mesma proporção do aumento do teor de fibra na cana

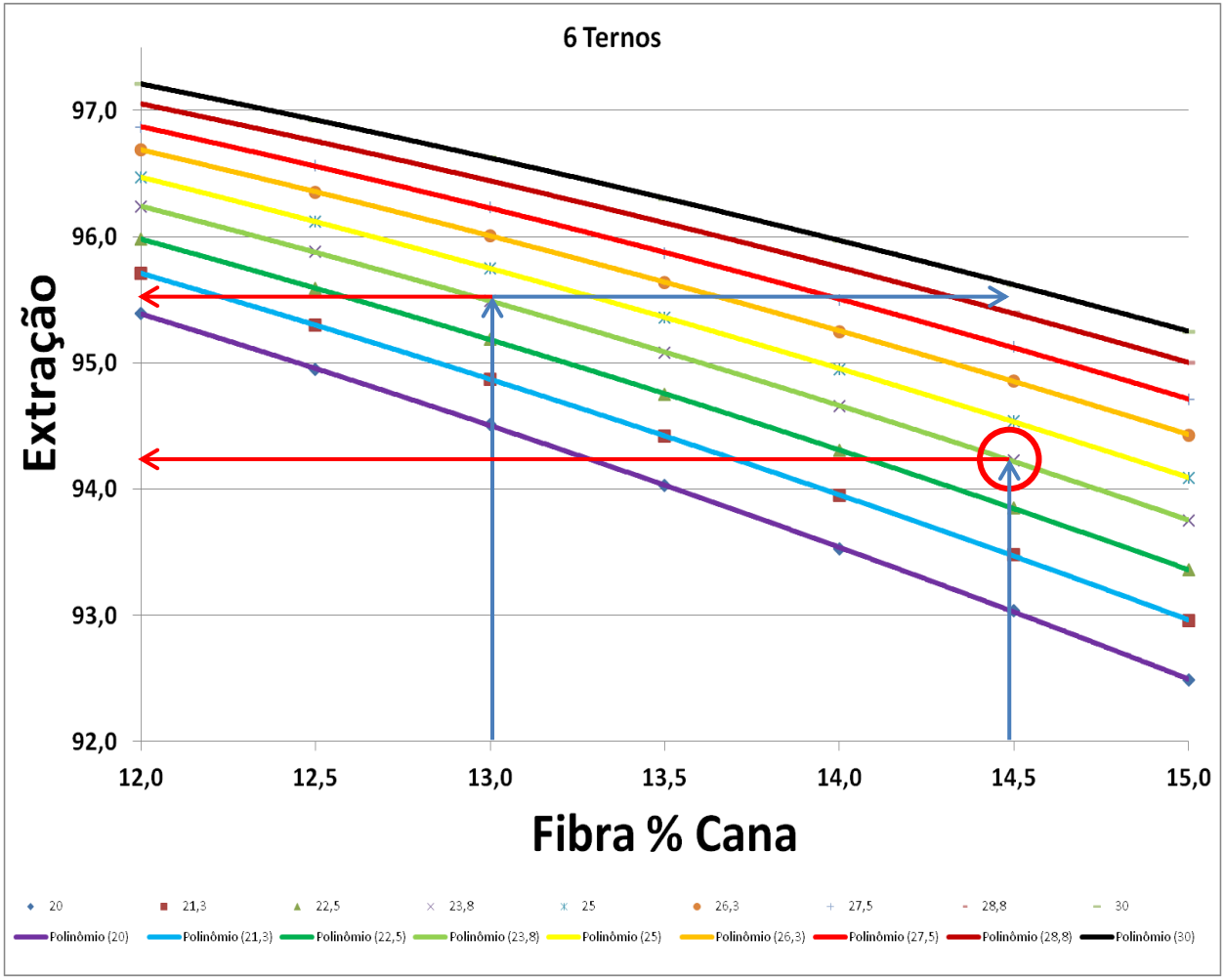
Para manter a mesma perda no bagaço quando o teor de fibra na cana aumenta, o caldo retido no bagaço final precisa estar mais diluído

Assim, para não aumentar a perda no bagaço final, a quantidade de água de embebição deve aumentar pelo menos na mesma proporção do aumento do teor de fibra na cana

Portanto, quando há variação do teor de fibra na cana, para minimizar ou evitar a variação da extração deve-se monitorar a taxa de **embebição % fibra**

Conceitos fundamentais da extração

Taxa de embebição % cana ou % fibra?



Embebição % cana = 24 %
Fibra %cana = 13%
Embebição % fibra = **185** %
Extração = **95,5** %

Embebição % cana = 24 %
Fibra %cana = 14,5%
Embebição % Fibra = **165** %
Extração = **94,2** %

Embebição % cana = 29 %
Fibra %cana = 14,5%
Embebição % fibra = **200** %
Extração = **95,5** %

Conceitos fundamentais da extração

Eficiência do sistema de embebição

COEFICIENTES DE EMBEBIÇÃO					
TERNO	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Ke	**0,85**	**0,75**	**0,65**	**0,60**	**0,50**

- Eficiência de cada estágio de embebição
  - ❑ Relação Extrações Real / Teórica de Brix
  - ❑ Variação da eficiência do 2º ao 6º ternos – sistema de embebição composta convencional:
- Sistemas: simples / composta / recirculação
- Taxa de embebição
- Distribuição da água e dos caldos no bagaço
  - ❑ Ponto de aplicação
  - ❑ Distribuição na largura da camada de bagaço
- Variação de fluxo dos caldos de embebição (golfadas)
- Temperatura da água de embebição

Conceitos fundamentais da extração

Temperatura da água de embebição

Embebição quente ou fria

A água de embebição deve ser fria ou quente? Experimentos realizados sobre esta questão mostram pouca concordância. Das 4 fábricas do autor, uma mostrou uma diferença marcante na extração a favor da água quente, enquanto as outra 3 falharam em mostrar qualquer diferença nesta direção.

Parece que a temperatura **tem pouco efeito até a vizinhança de 60 – 70ºC**. Acima deste ponto, a eficácia da embebição é levemente superior com água quente, o ganho na extração atingindo 0,4% nos casos mais favoráveis.

Os seguintes pontos podem ser notados:

(1) Um leve ganho de extração é obtido com água quente, algumas vezes até **difícil de ser detectado, e geralmente insignificante**.

(2) As moendas não tem uma alimentação tão boa com embebição quente como com a fria. Quando a planta está operando numa alta tonelagem em relação à capacidade das moendas e quando uma embebição pesada é utilizada, **a performance é limitada mais cedo com água quente do que com água fria**.

Fonte: E. Hugot, Handbook of Cane Sugar Engineering – 3rd Edition – 1986 – Pág. 308

Conceitos fundamentais da extração

Temperatura da água de embebição

THE EFFECT OF ADDED WATER TEMPERATURI
MILLING TRAIN OPERATION AND PERFORMAI

By

G.A. KENT

Queensland University of Technology, Brisbane, Austra
g.kent@qut.edu.au

KEYWORDS: Added Water, Imbibition, Maceration, Milling, Extraction.

Extraction of sucrose

Khainovsky (1929) reported reductions in bagasse pol content between the use of cold maceration (20°C to 30°C) and hot maceration (80°C to 90°C) processes. Khainovsky noted that hot bagasse was more compressible and indicated that this property was responsible for the improved performance.

From studying extraction results over several seasons, Gonzalez (1953) found no change in extraction after changing added water temperature from 77°C to 55°C.

Sugar Research Institute (1955) found an increase in total pol extraction by increasing added water temperature from 38°C to 77°C. The hot added water tests also involved the addition of steam into the mill boots, resulting in hotter bagasse at the intermediate mills and increased added water rate because of the condensed steam.

Haines and Hughes (1962) found an increase in pol extraction by increasing added water temperature from 26°C to 77°C.

Hugot (1986) reported that, of his four factories, one factory found an improvement in extraction with hot imbibition but the remaining three factories did not.

Ramasamy (1988) conducted factory and laboratory experiments to compare different imbibition temperatures and steam aided imbibition. He found that bagasse pol content was lower with higher temperature imbibition and attributed that lower pol content to sucrose inversion. He presented no evidence that sucrose inversion was the cause of the lower pol content (as opposed to, for example, the compressibility mechanism proposed by Khainovsky (1929).

Foram conduzidos 4 recentes experimentos industriais para fornecer informações para se determinar uma ótima temperatura da água adicionada. **Os resultados não foram completamente conclusivos** mas de fato forneceram alguns conhecimentos sobre o efeito da temperatura da água adicionada. **O efeito da temperatura da água adicionada na extração provou ser particularmente difícil de medir**.

Conceitos fundamentais da extração

Temperatura da água de embebição

Imbibition temperature. The best temperature for imbibition water has been widely debated, without reaching a unanimous conclusion. Advocates of cold imbibition (ambient up to 50 °C) claim better mill feeding. Certain waxes in cane melt at about 60 °C and make the bagasse slippery. However, modem roll roughening techniques are able to overcome this problem.

Honig (1953) stated that "Hot imbibition has definite advantages in the efficiency of sugar extraction in the mills". Probably most engineers subscribe to this view, but the improvement from hot (> 50 °C) water is generally too small to be clearly measurable. However Honig also reported that experiments in Java showed imbibition water at 85 to 95 °C did not extract any more wax than water at 28 "C. Definite benefits (when sweet water is used) are the better quality of the water (virtually zero impurities), improved factory thermal efficiency and reduced mill effluent temperature.

Temperatura da embebição. A melhor temperatura para a água de embebição tem sido amplamente debatida, **sem alcançar uma conclusão unanime.** Defensores da embebição fria (ambiente até 50ºC) alegam melhor alimentação da moenda.

Honig (1953) afirmou que “Embebição quente tem vantagens definitivas na eficiência de extração de açúcar nas moendas”. Provavelmente muitos engenheiros concordam com esta visão, mas a melhoria da água quente (>50ºC) **é geralmente muito pequena para ser claramente mensurada.**

Fonte: Peter Rein, Cane Sugar Engineering – Ed. 2007 – Pág. 132

Conceitos fundamentais da extração

Temperatura da água de embebição

RESUMO DA LITERATURA

Em todos os trabalhos, a possibilidade de aumento da extração só ocorre com temperaturas acima de 60º C

Na maioria dos estudos o ganho de extração com temperaturas acima de 60ºC nem sempre é evidente e comprovado

A possibilidade de maior compactação com maiores temperaturas ocorre devido à redução da resistência (“amolecimento”) da fibra, mesmo fator que prejudica a condição de “pega” e alimentação da moenda

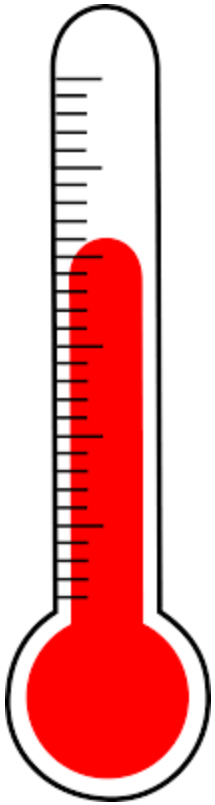
Ao analisar a questão da capacidade é importante considerar que as condições das moendas citadas podem ser muito diferentes das existentes no Brasil

Ensaios realizados na Usina São Martinho levaram basicamente às mesmas conclusões encontradas na literatura.

Conceitos fundamentais da extração

Temperatura da água de embebição

Aplicação de água quente



Vantagens

- Aproveitamento dos condensados da fábrica;
- Aumento da temperatura do bagaço final, que pode levar a uma pequena diminuição da umidade na alimentação da caldeira;
- Pequeno ganho da extração acima de 60ºC (??) - <u>difícil de medir e controverso entre técnicos e publicações.</u>

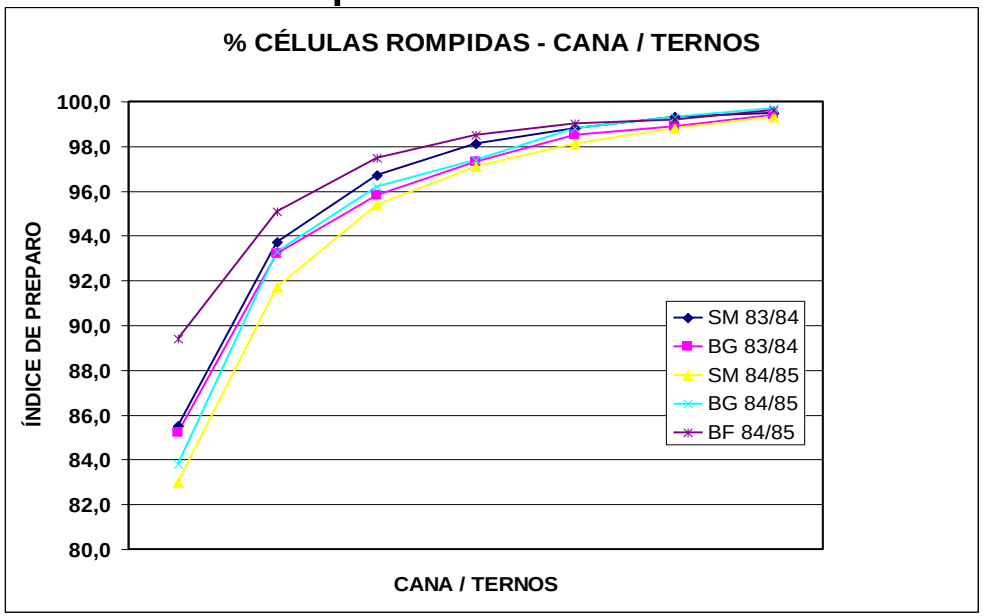
Desvantagens

- Aumento da dificuldade na alimentação das moendas;
- Dificuldade na aplicação de solda nas moenda, devido às condições de trabalho dos soldadores.

Conceitos fundamentais da extração

Índice de preparo da cana para o processo de moagem

- Índice de preparo é de extrema importância
- Para moendas, Índice de Preparo mínimo de 80 % é suficiente
- Campo de validade da relação : índice de preparo X extração
- Presença de pedaços de cana no bagaço final indicam preparo da cana ineficiente
- As moendas continuam o processo de ruptura das células



DELFINI
CONSULTORIA E PROJETOS INDUSTRIAIS

Outros fatores importantes para a extração

Benefícios das camisas perfuradas na extração

Efeito da solda chapisco na reabsorção e na extração

Ângulo dos frisos das camisas

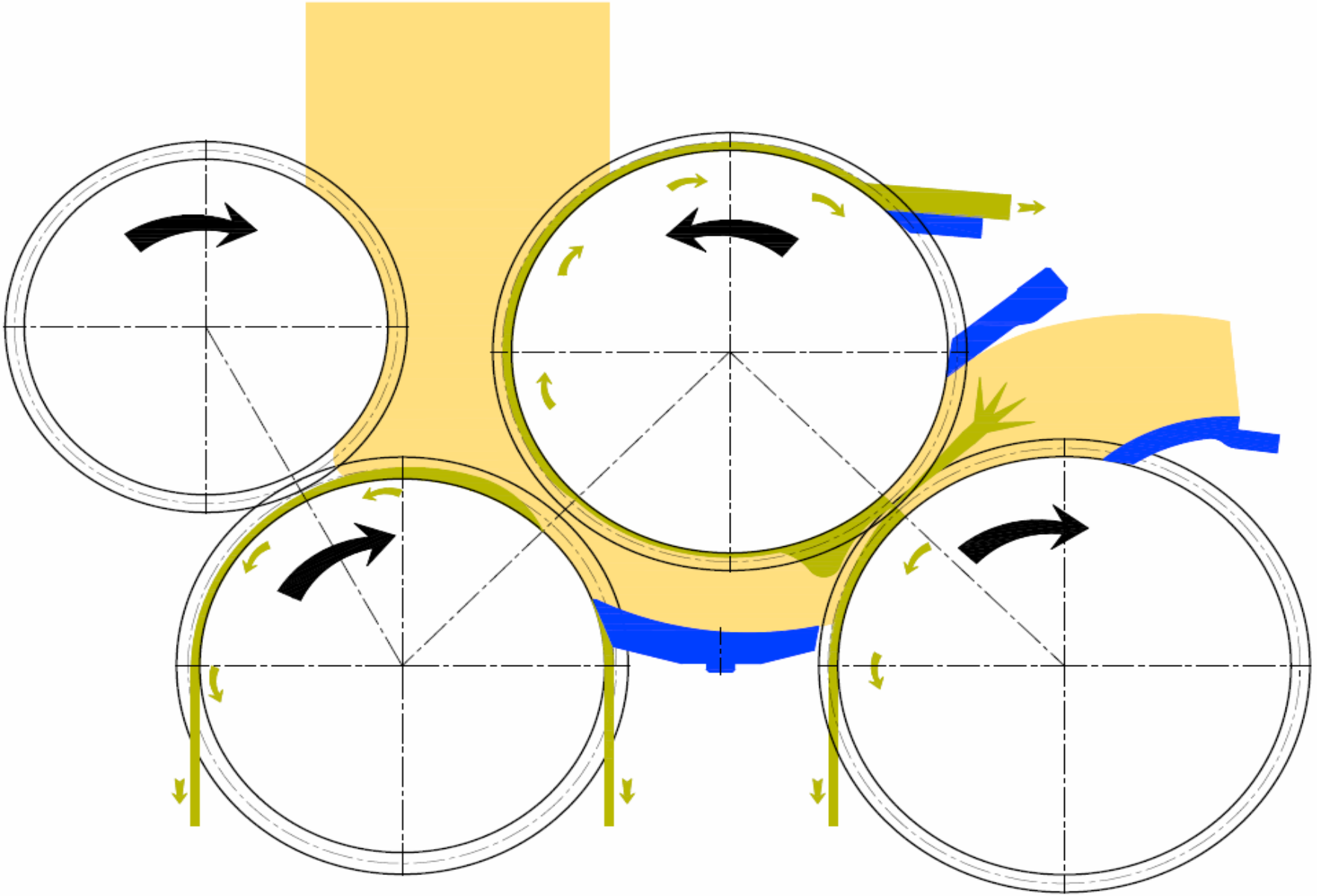
Eficiência da aplicação dos caldos de embebição

Condição de operação da calha Donnelly do 1º terno – termômetro da operação da moenda

O que controlar na operação das moendas visando a extração?

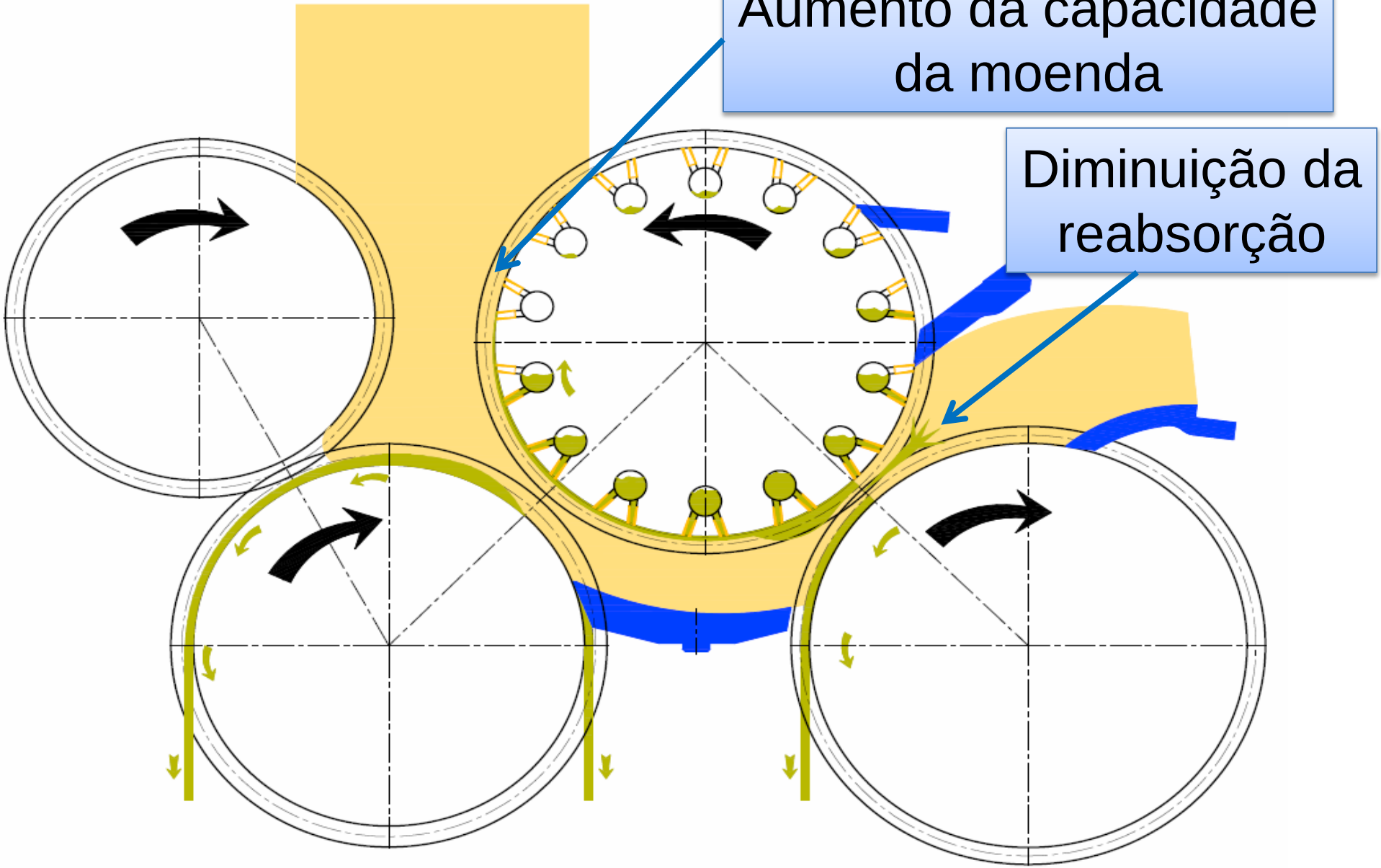
Outros fatores importantes para a extração

Benefícios das camisas perfuradas na extração



Outros fatores importantes para a extração

Benefícios das camisas perfuradas na extração



Outros fatores importantes para a extração

Benefícios das camisas perfuradas na extração

THE LOTUS ROLL -

INSTALLATION, OPERATING AND MAINTENANCE INSTRUCTIONS

SECTION 1
INTRODUCTION
Page 1

Introduction

Anti-Reabsorção

The Lotus Roll can best be discribed as an " ANTI-REABSORBTION" roll, and, as such, it is likely to bring about profound benefits to the miller of sugar cane

Reabsorbtion increases the bagasse pol and moisture and limits the grinding rate. To make matters worse, the harder a mi
is t

A reabsorção aumenta a pol e a umidade no bagaço e limita a moagem. Quanto maior for o esforço de trabalho na moenda, maior será o problema da reabsorção.

By installing the Lotus Roll, the reabsorbtion will be reduced
We antic

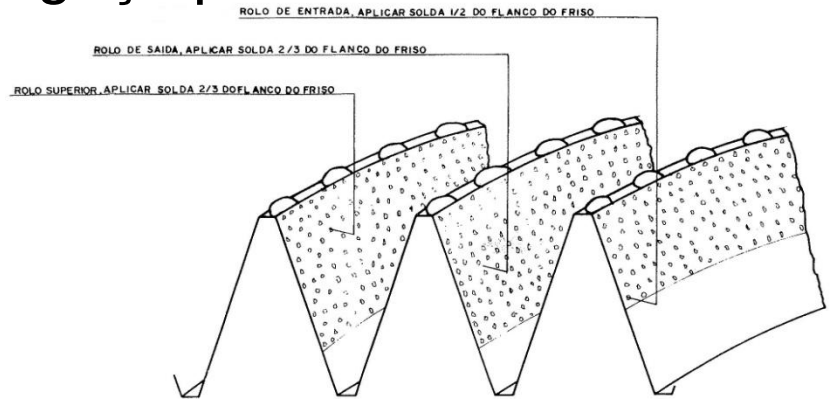
Com a instalação da camisa perfurada, o problema de reabsorção irá diminuir.

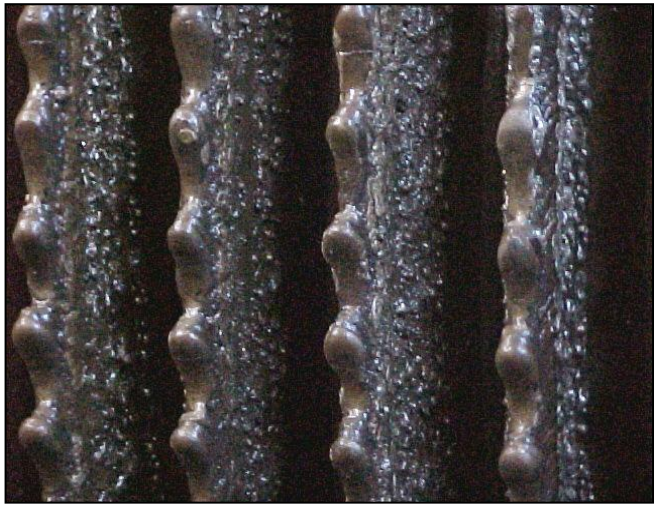
to grind up to 40% more cane, at an improved level of performance, without any other change to the tandem than the replacement of the top rolls by Lotus Rolls

Outros fatores importantes para a extração

Efeito da solda chapisco na reabsorção e na extração

- Rugosidade superficial é derivada do material utilizado na camisa e das soldas aplicadas nos frisos, principalmente a solda tipo chapisco.
- Rugosidade maior implica em redução da extrusão da camada de bagaço reduzindo a reabsorção
- Com menor escorregamento a carga aplicada na camada de bagaço pode ser mais efetiva.





Outros fatores importantes para a extração

Passo e ângulo dos frisos das camisas

Kauppila, D.J., Britton, P.F., Kent, G.A. and Loughran, J.G.
Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol., Vol. 25, 2003

GROOVING AND ITS EFFECT ON BAGASSE MOISTURE CONTENT

By

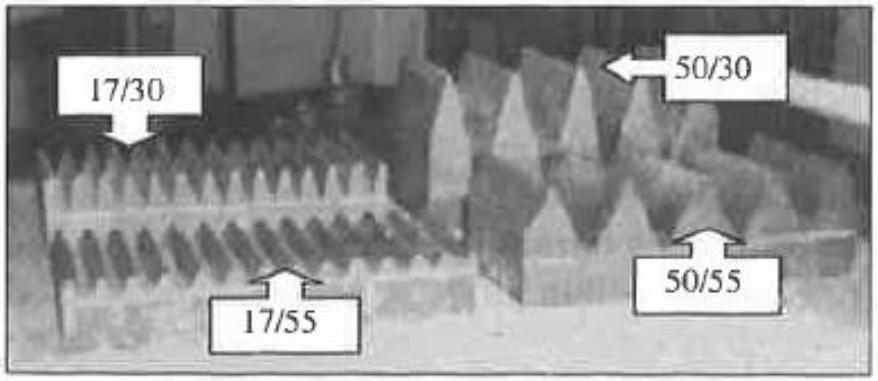
D.J. KAUPPILA[1], P.F. BRITTON[1], G.A. KENT[2] and J.G. LOUGHRAN[1]

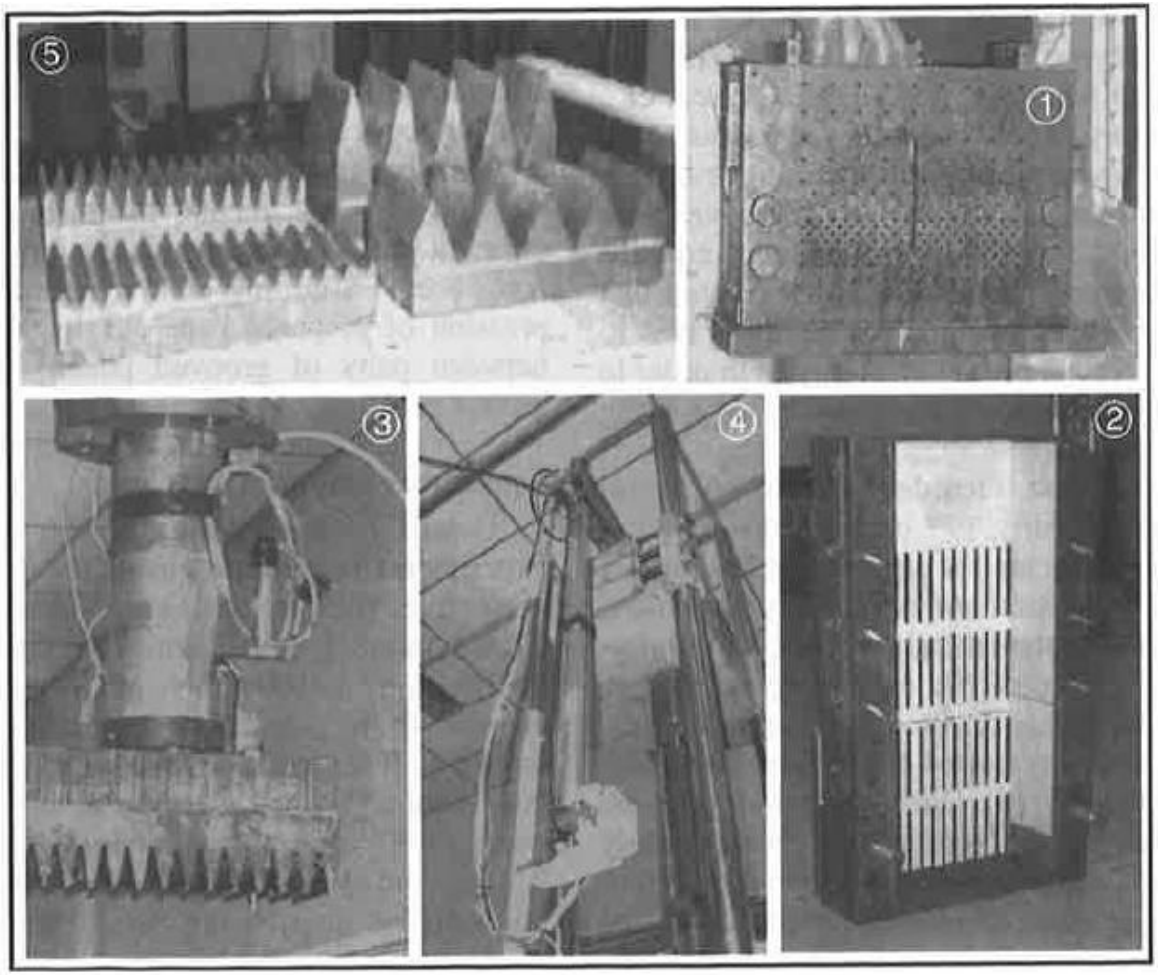
[1]*James Cook University, Townsville*
[2]*Sugar Research Institute, Mackay*
David.Kauppila@jcu.edu.au

Um dos trabalhos mais recentes sobre o efeito dos frisos na umidade do bagaço foi apresentado no Congresso da ASSCT de 2.003, abordando diversos aspectos relativos aos frisos utilizados nas moendas

Outros fatores importantes para a extração

Passo e ângulo dos frisos das camisas





Fonte: ***Kauppila, D.J., Britton, P.F., Kent, G.A., Loughran, J.G. – Grooving and its effect on bagasse moisture content. Proceedings ASSCT, Vol.25, 2003***

Outros fatores importantes para a extração

Passo e ângulo dos frisos das camisas

The second groove angle mechanism can be best explained through the use of a simple force balance applied at the flank/material interface of a single groove (Figure 2).

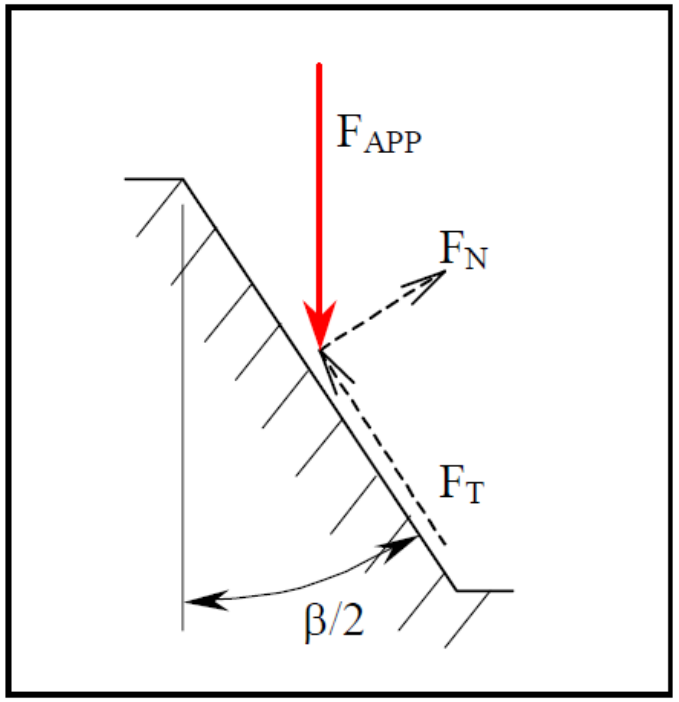


Fig. 2—Force balance at the groove flank/material interface

O segundo mecanismo do ângulo do friso pode ser melhor explicado através de um simples balanço de forças aplicadas na interface do flanco/material em um friso único (Figura 2)

Fonte: ***Kauppila, D.J., Britton, P.F., Kent, G.A., Loughran, J.G. – Grooving and its effect on bagasse moisture content. Proceedings ASSCT, Vol.25, 2003***

Outros fatores importantes para a extração

Passo e ângulo dos frisos das camisas

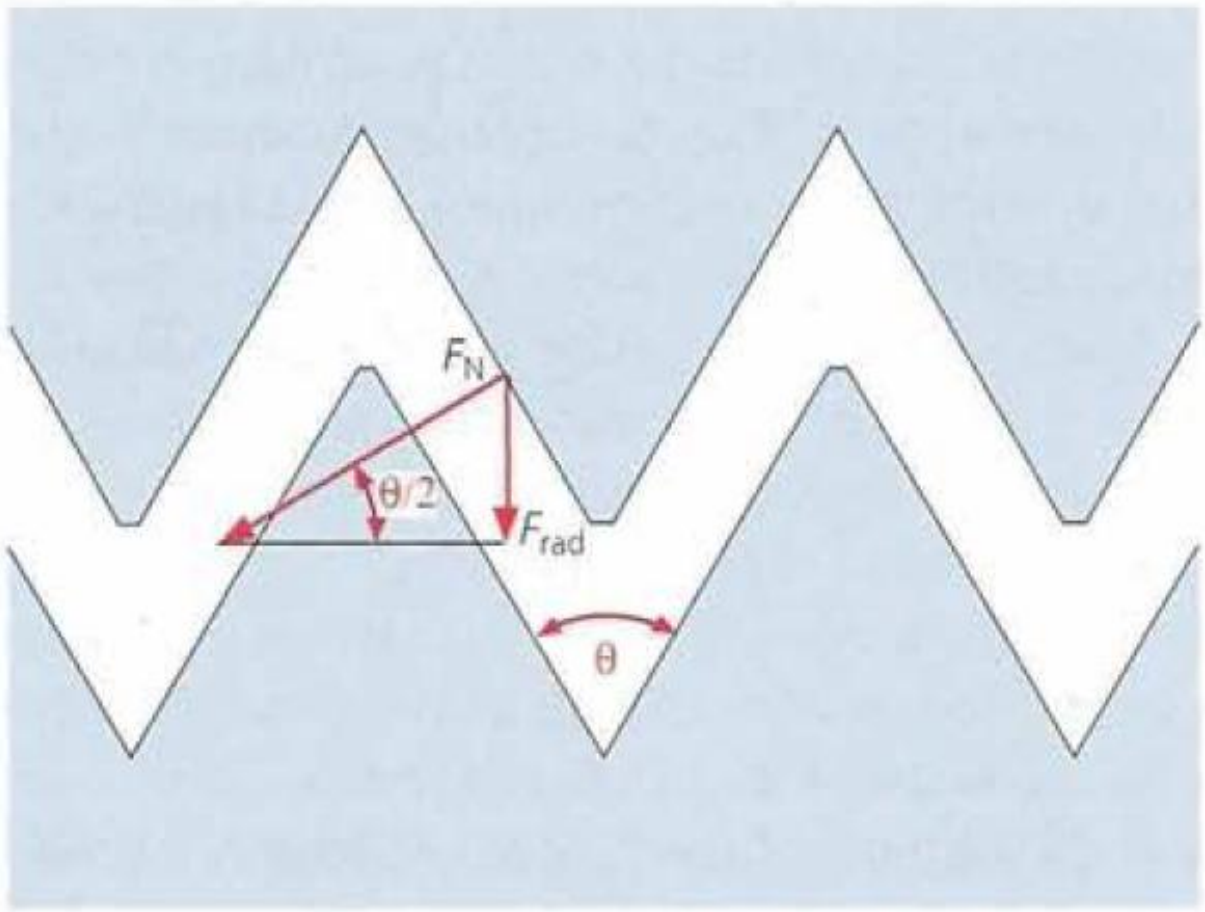
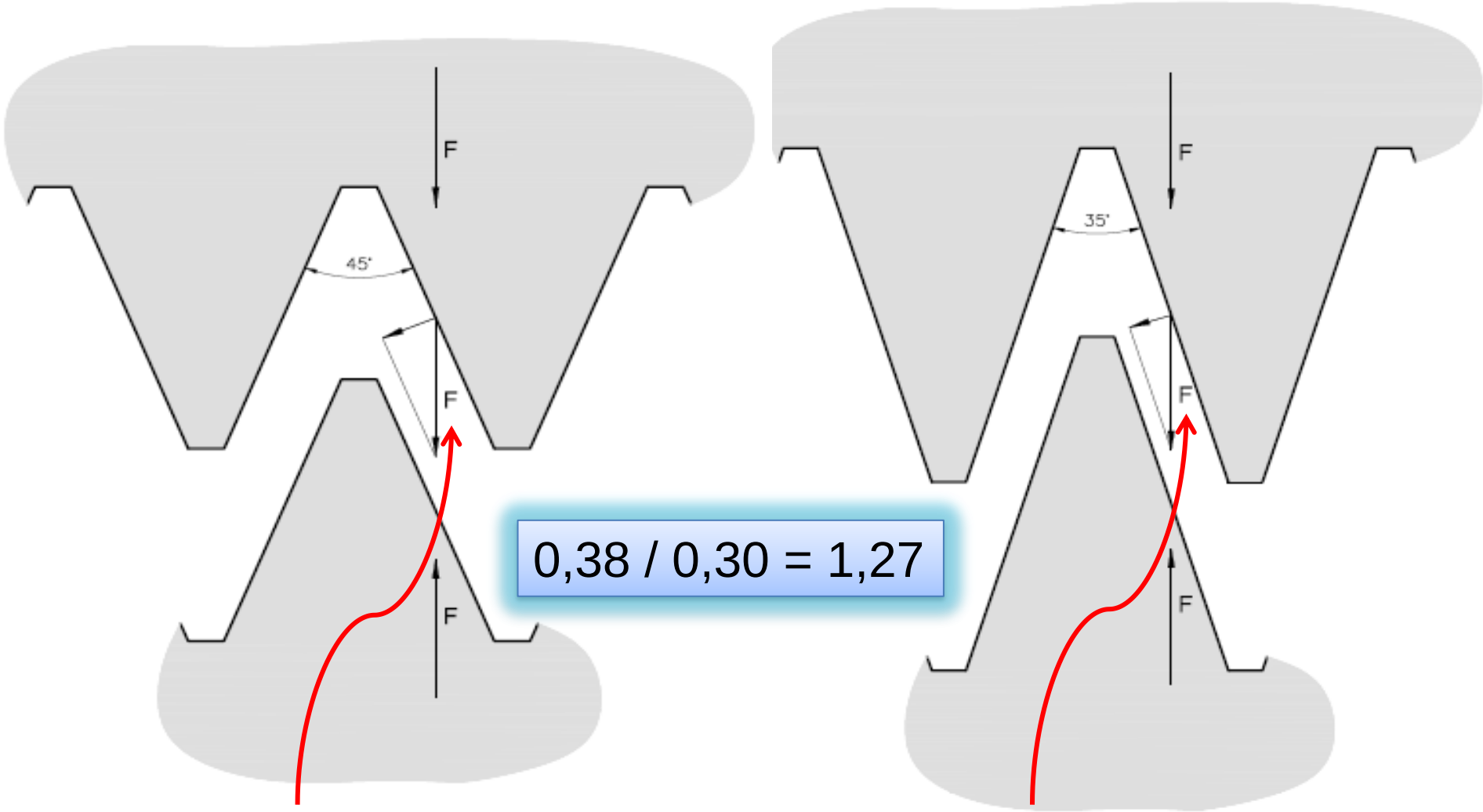


Figure 5.9: Force exerted by the roll surface on bagasse

Fonte: Peter Rein, Cane Sugar Engineering – Ed. 2007 – Pág. 112

Outros fatores importantes para a extração

Passo e ângulo dos frisos das camisas



Outros fatores importantes para a extração

Passo e ângulo dos frisos das camisas

Fig. 3—Evidence of blanket cutting failure.

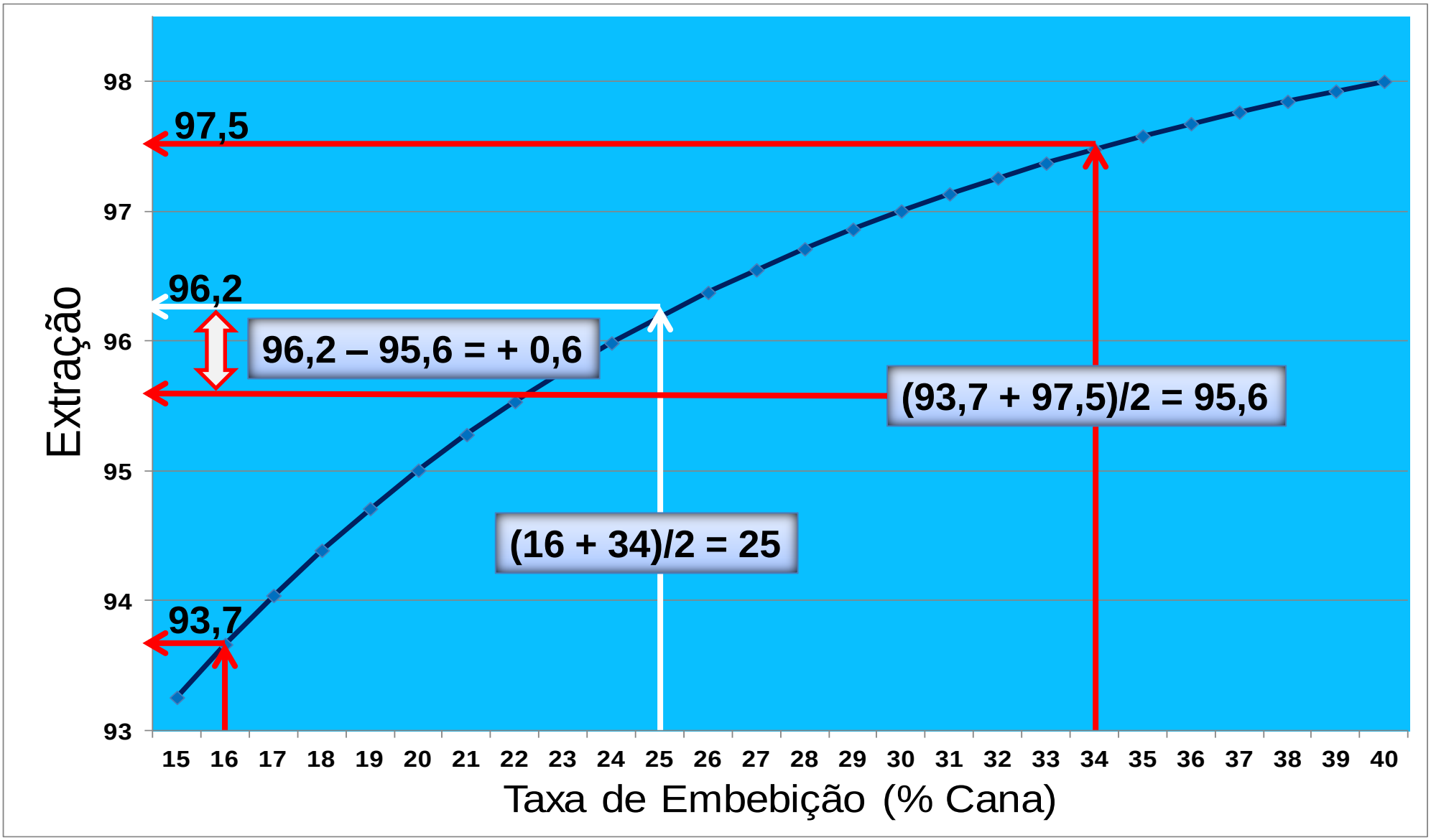
Fonte: ***Kauppila, D.J., Britton, P.F., Kent, G.A., Loughran, J.G. – Grooving and its effect on bagasse moisture content. Proceedings ASSCT, Vol.25, 2003***

Outros fatores importantes para a extração

Eficiência da aplicação dos caldos de embebição

Outros fatores importantes para a extração

Eficiência da aplicação dos caldos de embebição



Outros fatores importantes para a extração

Condição de operação da calha Donnelly do 1º terno – Termômetro do processo

- Variações excessivas do nível de cana na calha
  - Variação da taxa de fibra com possibilidade de perda de oscilação nas moendas
- Dificuldade em manter o nível no set-point ajustado
  - Variação da taxa de moagem com dificuldade para controle de outros parâmetros com taxa de embebição
- Preenchimento uniforme de toda a largura da calha Donnelly
  - Flutuação desigual dos rolos superiores de todos os ternos
- Formação de vazios dentro da calha Donnelly
  - Perda da compactação principalmente no 1º terno
- Perda total da coluna de cana no interior do Chute Donnelly
  - Perda da oscilação em todos os ternos
  - Umidade elevada no bagaço final
  - Queda muito elevada da extração

Outros fatores importantes para a extração

O que controlar na operação das moendas visando a extração? Uniformidade e continuidade da alimentação de cana

- Falhas no suprimento de cana para a moenda prejudicam a capacidade e também a extração
- A passagem pela balança e sonda de amostragem deve ser contínua e sem pontos de estagnação do fluxo
- O lay-out deve facilitar o fluxo dos caminhões para os pontos de descarga e retorno à balança, evitando cruzamentos ou bloqueios ao acesso aos pontos de descarga
- O sistema de descarga deve ser ágil e ter capacidade para atender a capacidade de moagem com margem para variações durante a operação (atender capacidade a 2/3 da velocidade nominal)
- Automação eficiente para todo o sistema de transporte da cana desde a descarga até a alimentação do 1º terno

Falhas em qualquer um destes sistemas terá reflexos negativos no controle da alimentação pela calha Donnelly do 1º terno

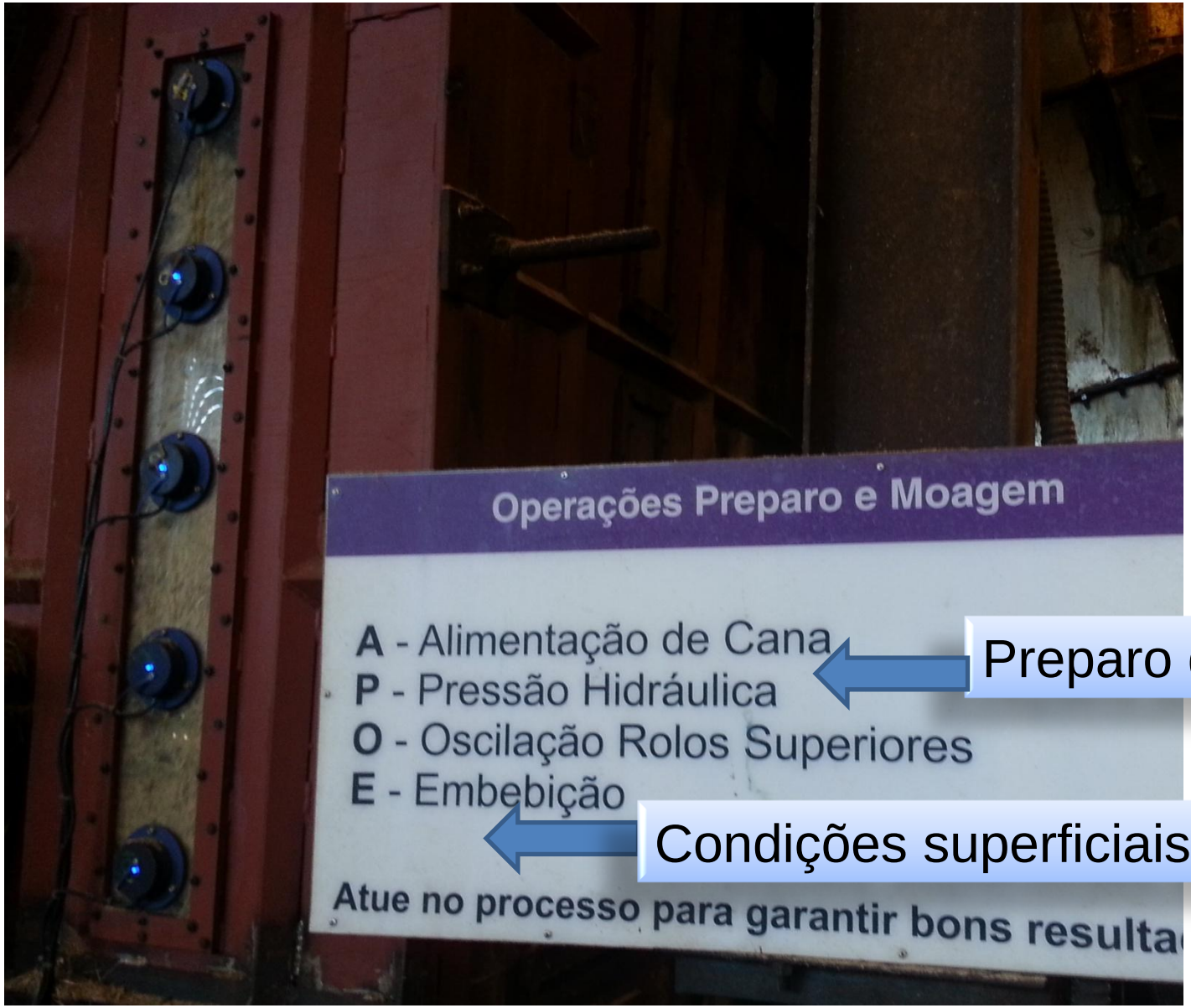
Outros fatores importantes para a extração

O que controlar no operação das moendas visando a extração

- Uniformidade da alimentação do sistema de moagem
- Condições de operação do sistema de preparo da cana
- Índice de preparo da cana
- Condições do controle de alimentação do 1º terno
- Condições do controle da rotação dos demais ternos
- Oscilação de cada terno
- Carga hidráulica de cada terno
- Taxa de embebição e condições de operação do sistema
- Condições das soldas chapisco e picote de cada rolo
- Condições gerais dos componentes (bagaceiras, pentes, cabeçotes, mancais, etc)

Outros fatores importantes para a extração

O que controlar no operação das moendas visando a extração – RESUMO



Conceitos Gerais de Extração

OBRIGADO

DELFINI
CONSULTORIA E PROJETOS INDUSTRIAIS
paulo@delfini.com.br
+ 55 19 98166-7000