

Camisas Perfuradas

Frederico Lourenço - Gerente Corporativo de Extração

20º Seminário Brasileiro Agroindustrial

A Usina em Transformação

Ribeirão Preto / 23-10-19

Raízen

Moagem e Produção

24 Unidades Produtoras



Moagem

63 milhões de ton



Açúcar

4,2 milhões de ton



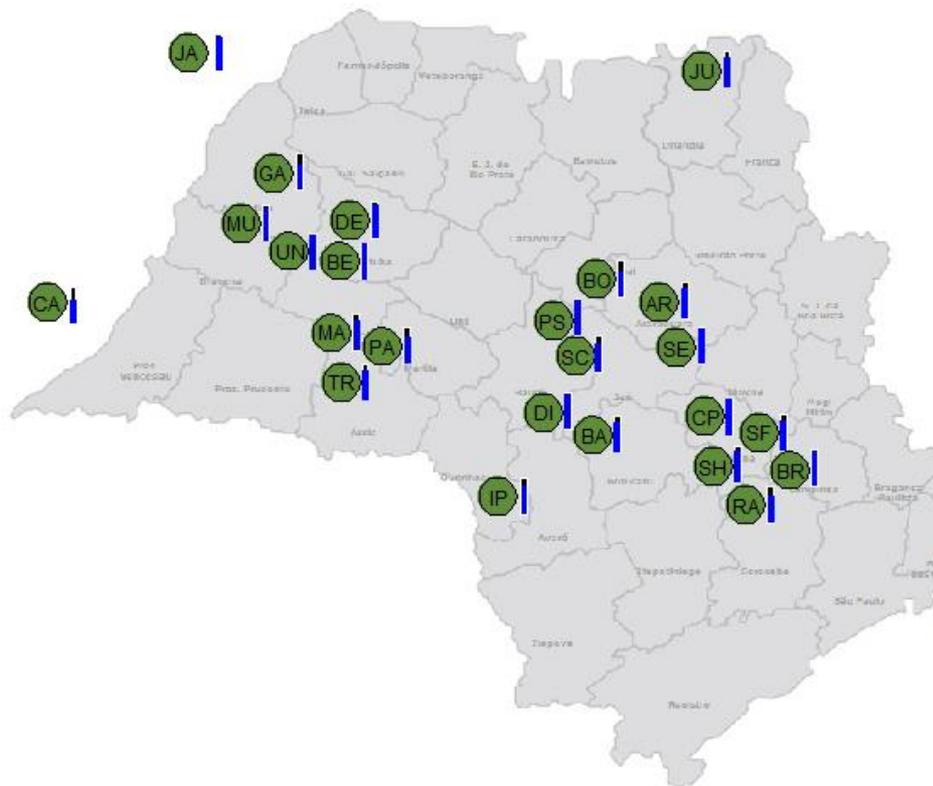
Etanol

2,5 milhões de m3



Energia

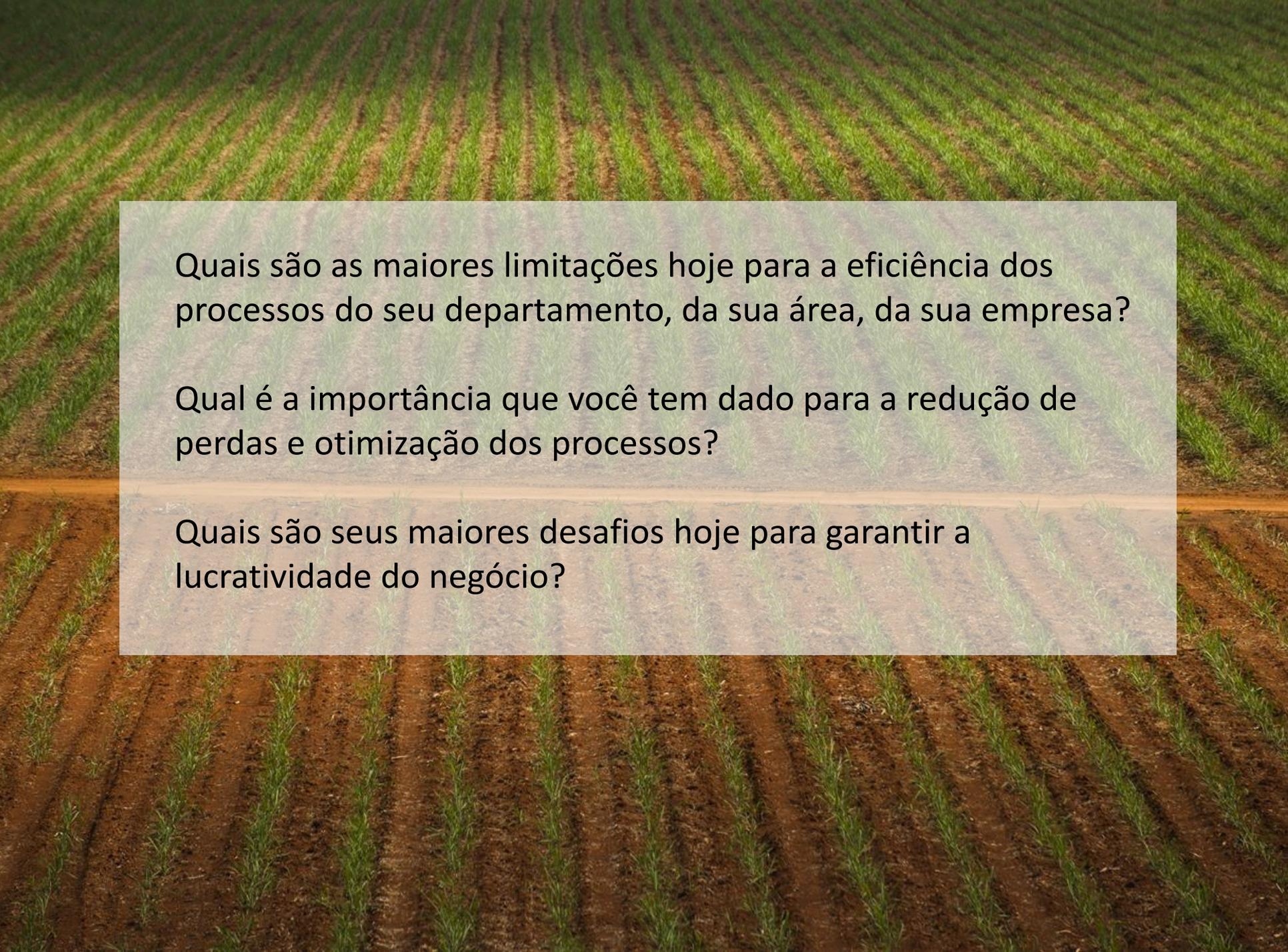
2.730 TWh



34 linhas de extração

- **32 Moendas com 181 ternos em operação**
- **2 linhas de Difusores com 4 ternos em operação**

Camisas Perforadas



Quais são as maiores limitações hoje para a eficiência dos processos do seu departamento, da sua área, da sua empresa?

Qual é a importância que você tem dado para a redução de perdas e otimização dos processos?

Quais são seus maiores desafios hoje para garantir a lucratividade do negócio?





Aumentar a Eficiência Industrial

Otimizar Processos

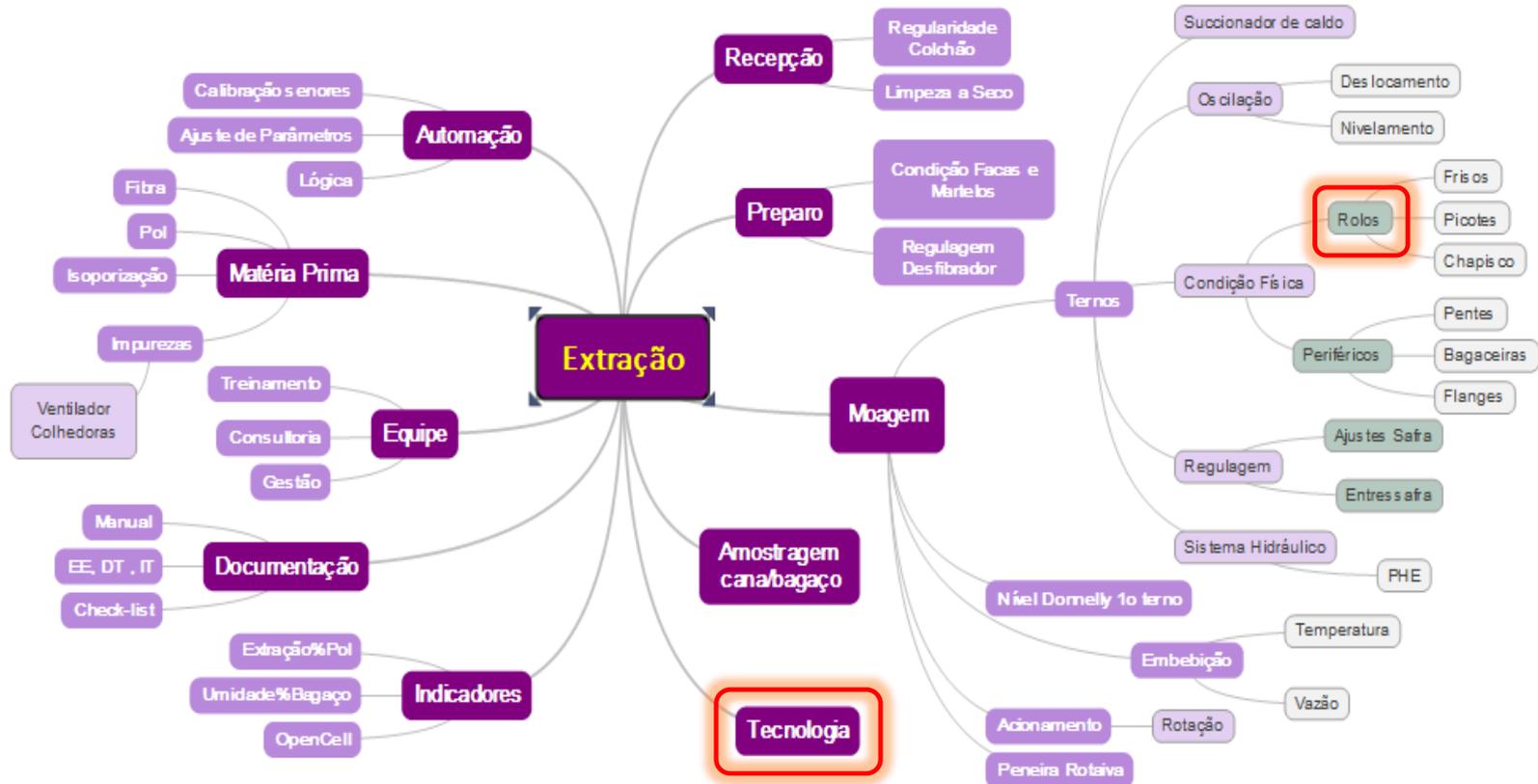
Diminuir Perdas





1/3
das Perdas
Industriais

Principais fatores que afetam a Extração da Moenda



Processo de Extração do Caldo

Processo Volumétrico da Extração

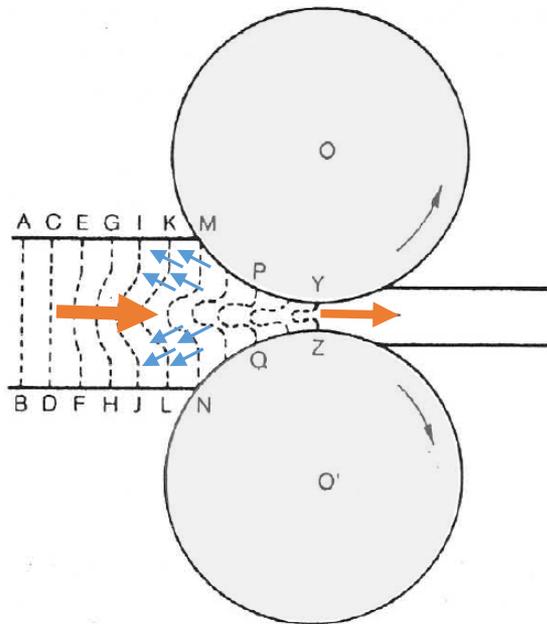


Fig. 10.13. Formation of semi-liquid pocket.

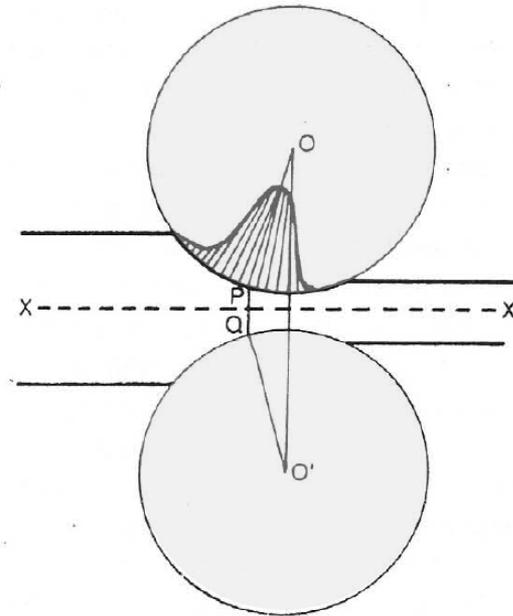


Fig. 10.14. Distribution of pressures on the roller.

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

Um **volume maior de bagaço** passa por uma abertura resultando em um **volume menor**

Conforme o bagaço é forçado a passar pela abertura **a pressão no bagaço vai aumentando**

Com aumento da pressão, **o caldo é forçado a sair do bagaço** permeando no sentido contrário

A diferença entre os volumes antes e depois é o **volume de caldo extraído**

Processo Volumétrico de Extração

Reabsorção

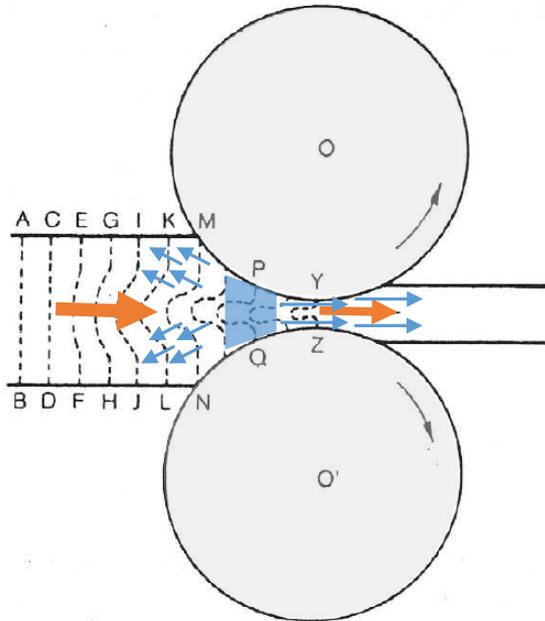


Fig. 10.13. Formation of semi-liquid pocket.

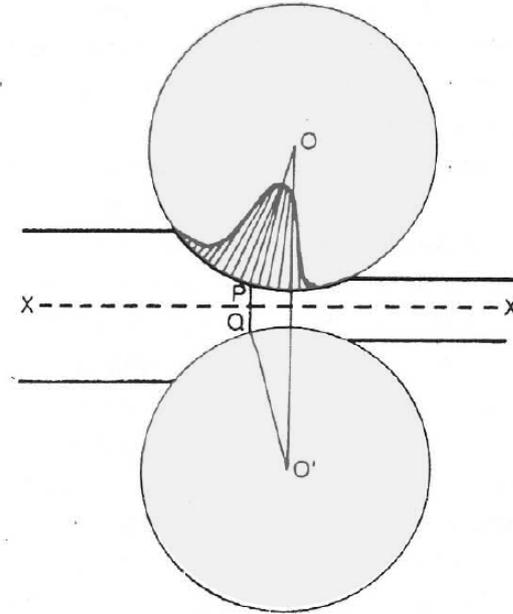


Fig. 10.14. Distribution of pressures on the roller.

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

A **região de máxima pressão** acontece antes de chegar na menor abertura

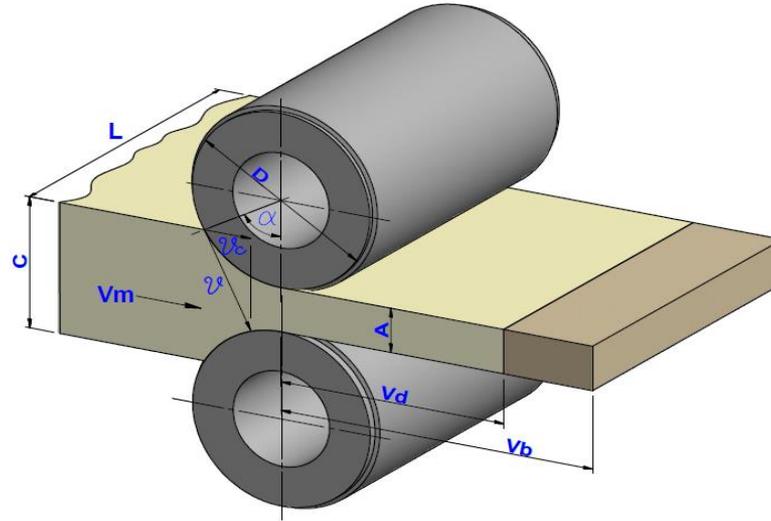
O bagaço fica tão compactado na região de alta pressão que o caldo perde a **permeabilidade**

A única saída para o caldo vai ser **espurrar para a frente** em alta velocidade

Esse fenômeno faz parte do processo de extração e é chamado de **Reabsorção**

Processo Volumétrico de Extração

Reabsorção



O **volume de bagaço** que sai da moenda é **maior que o volume descrito**

O fator de reabsorção (k) é definido como:

$$k = V_b / V_d$$

k = fator de reabsorção

V_b = volume de bagaço

V_d = volume descrito

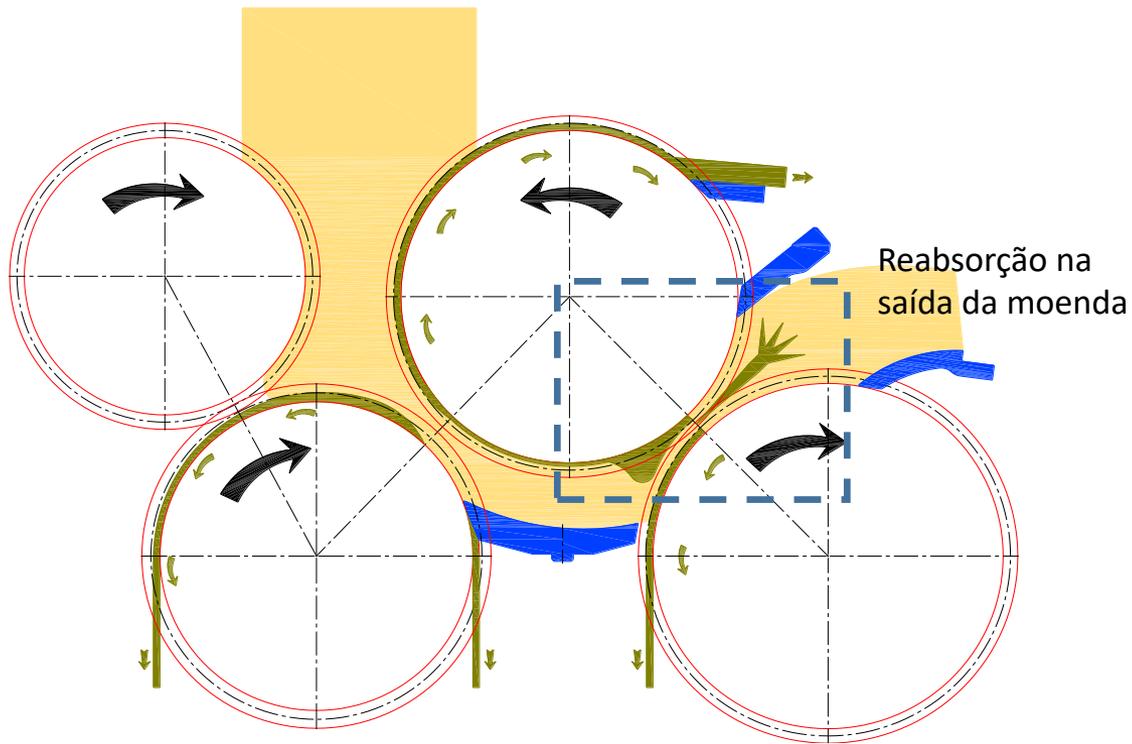
Em uma moenda com:

- regulagem adequada
- boa manutenção
- bem operada

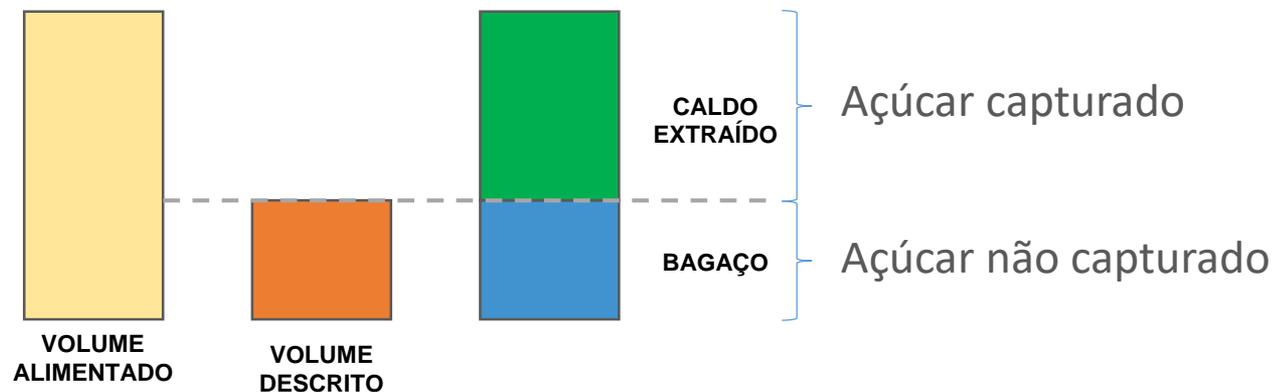
⚠ $k = 1,4$

Drenagem de caldo em camisas convencionais

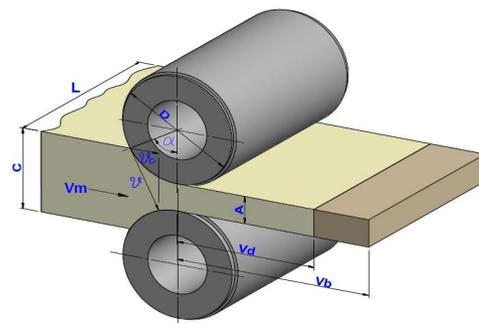
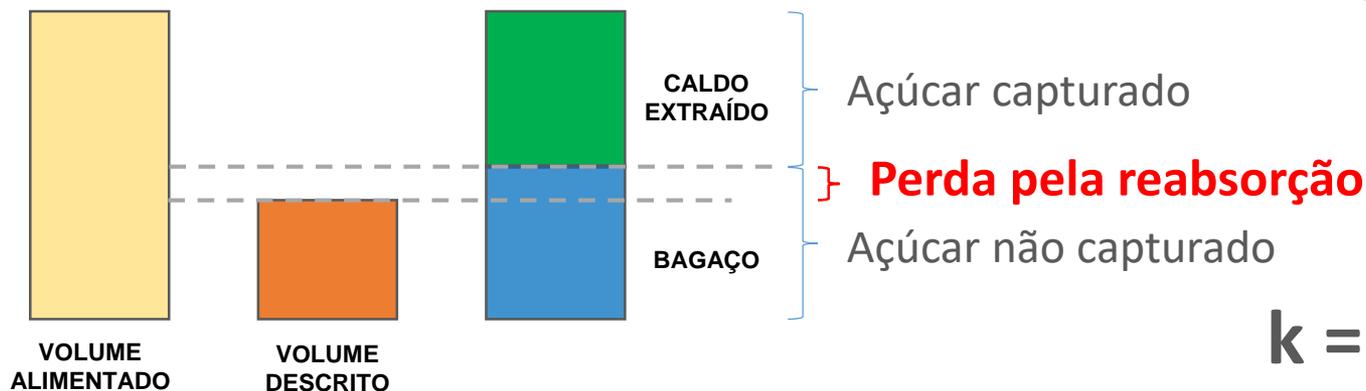
Perda de Extração por Reabsorção



Teoria volumétrica de extração do caldo



Processo de Extração Real



**Quanto maior a reabsorção
Maior será a perda no Bagaço**

$k = 1,4$



Em uma moenda com:

- regulagem adequada
- boa manutenção
- bem operada

Reabsorção



Recursos para redução/controlado da reabsorção

- Regulagem Adequada
- Garantir Condições de Drenagem
- Chapisco
- Rotação da Moenda
- Pressão Hidráulica
- Succionador de caldo
- **Camisa Perfurada**

Camisas Perforadas

Citação de Jean Bouvet

Manual da camisa Lótus (década de 80)

THE LOTUS ROLL -

INSTALLATION, OPERATING AND MAINTENANCE INSTRUCTIONS

SECTION 1
INTRODUCTION
Page 1

Introduction

" ANTI-REABSORBTION"

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

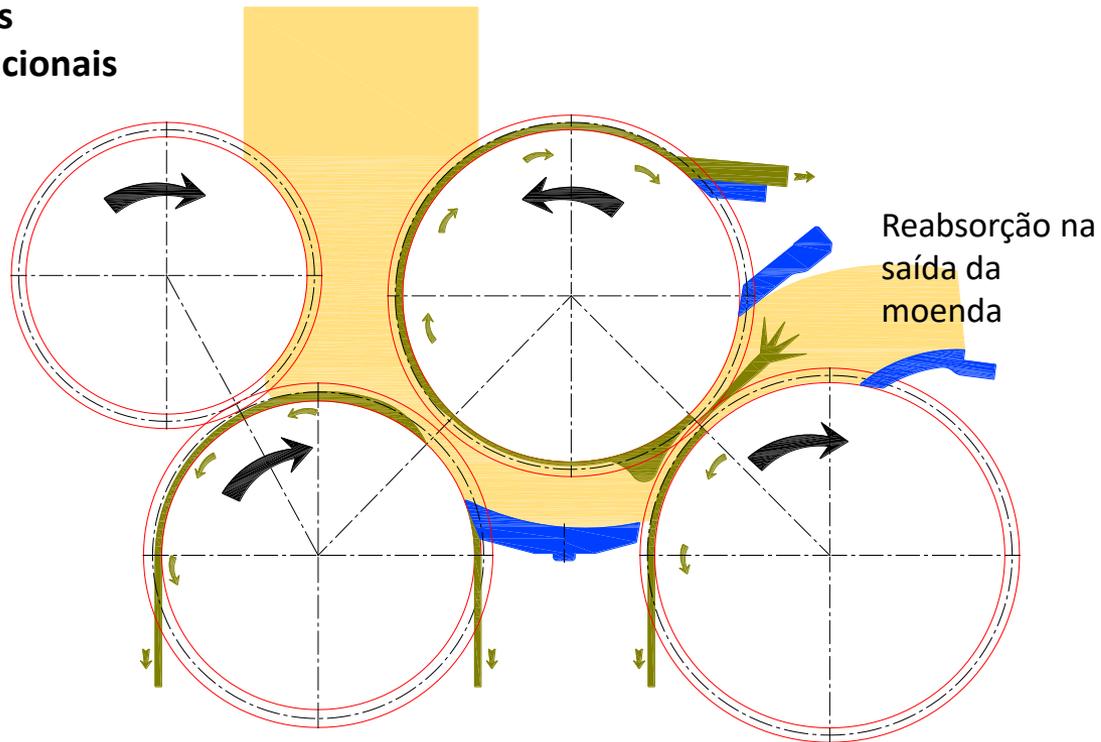
Reabsorbtion increases the bagasse pol and moisture and limits the grinding rate. To make matters worse, the harder a mill with conventional rolls is made to work, the greater is the reabsorbtion problem.

By installing the Lotus Roll, the reabsorbtion will be reduced and one can expect drastic changes in mill performance. We anticipate that the standard 3-roll mill will be able 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

Drenagem de caldo em camisas convencionais

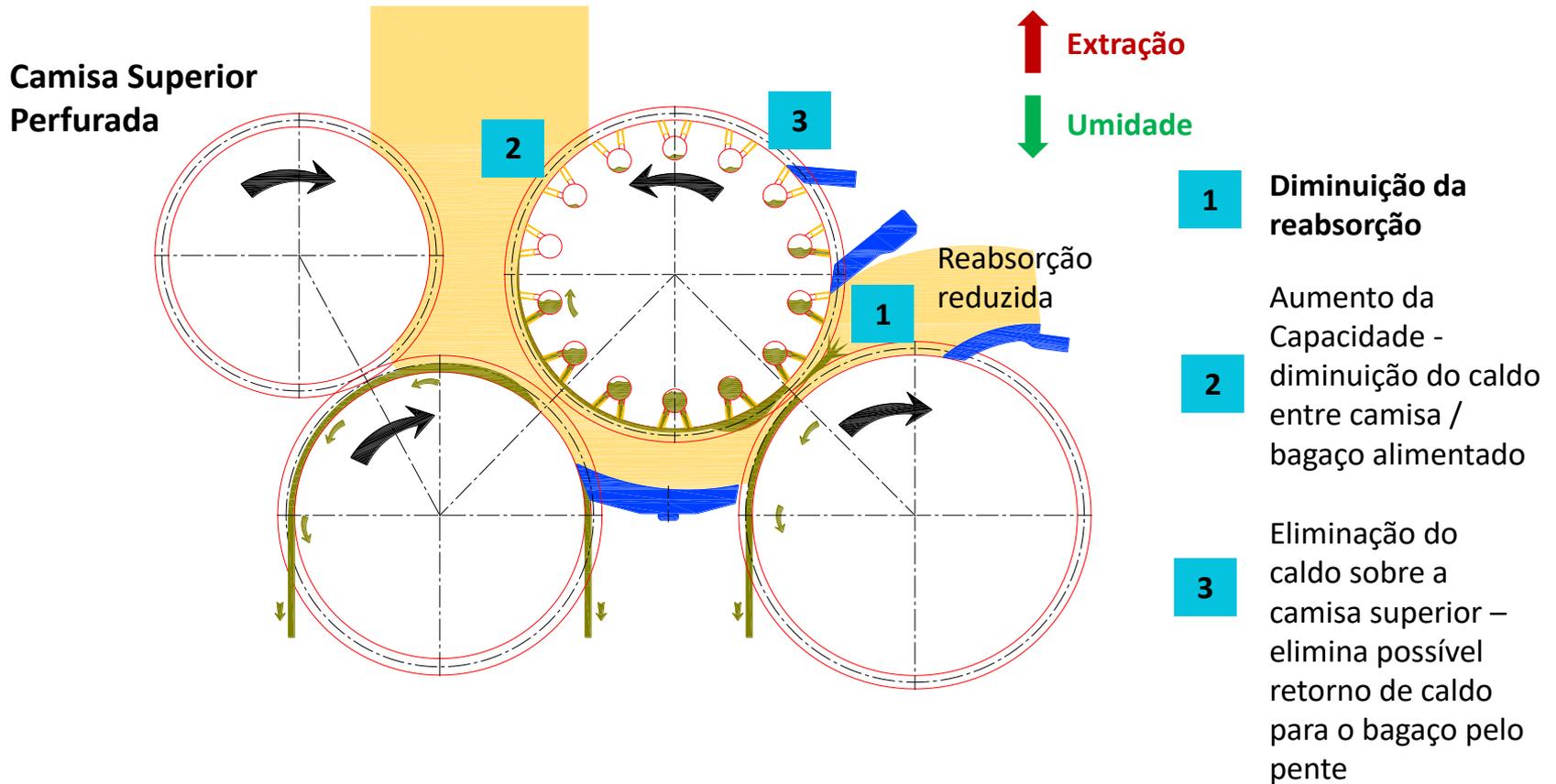
Perda de Extração por Reabsorção

**Camisas
Convencionais**

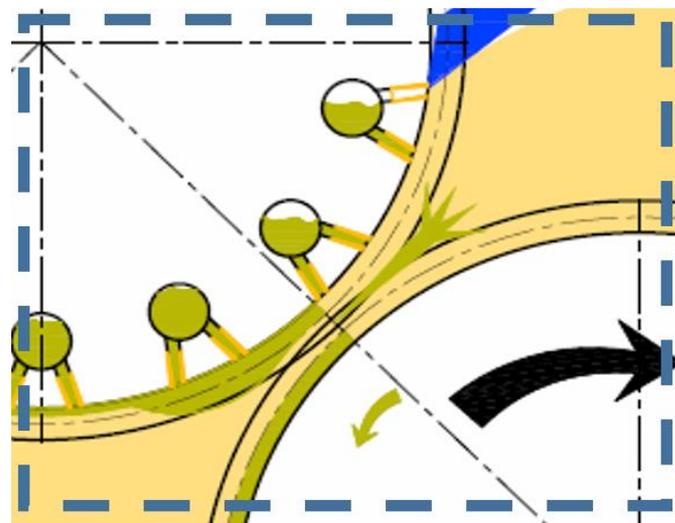
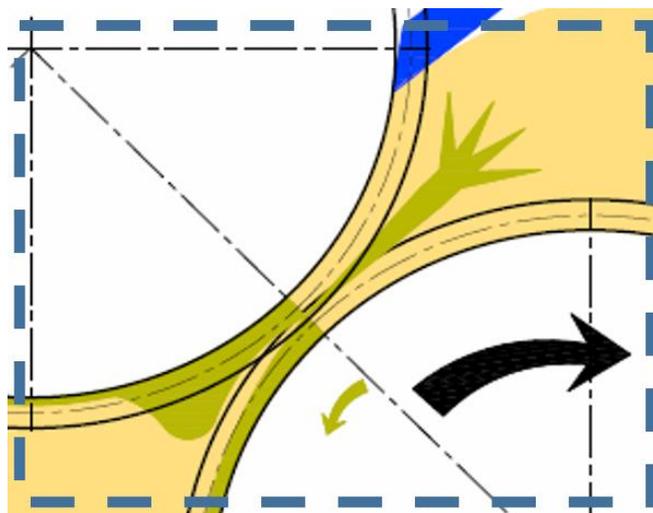


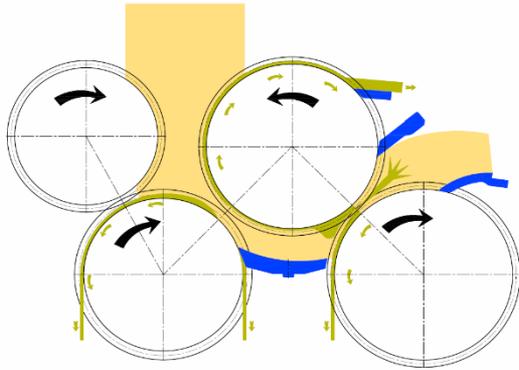
Drenagem de caldo em camisas convencionais

Redução da Reabsorção e outros benefícios

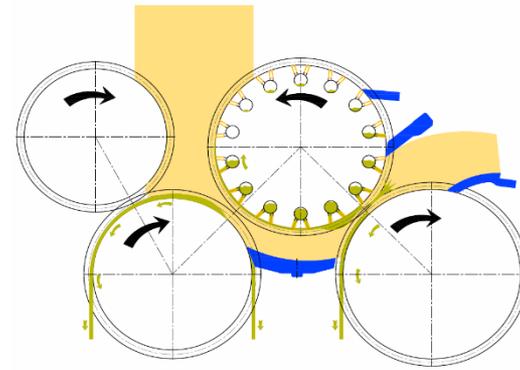


Redução da Reabsorção





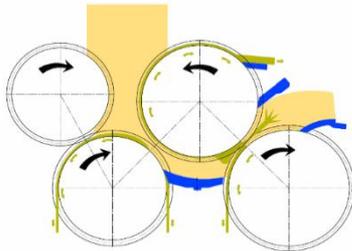
Camisa Convencional



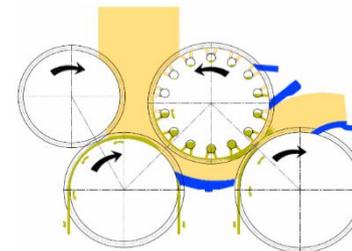
Camisa Perfurada



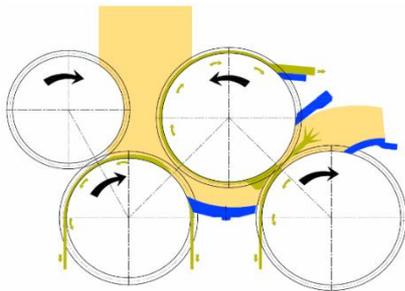
Camisa Convencional



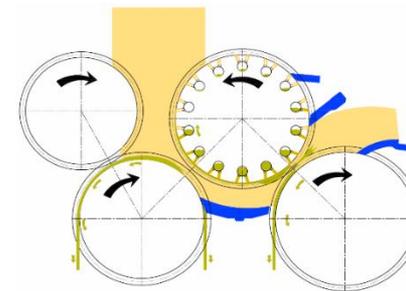
Camisa Perforada



Camisa Convencional



Camisa Perforada



Estimativa de Ganhos

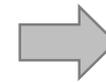
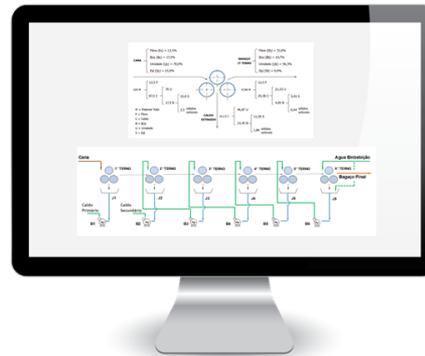
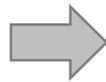
Simulador de Extração

Programa para cálculo da Extração de Moendas

- Equações de Moagem
- Balanço de Massa
- Interconexão entre os ternos

Entrada

Número de ternos
Circuito de embebição
Recirculação de caldos
Posição de retorno de cush-cush
Vazão de embebição
Recirculação de bagaço
Dados de regulagem da moenda
Coeficiente de embebição
Coeficiente de reabsorção (k)
Relação de enchimento
Percentual de desvio de fibra
Etc...



Saída

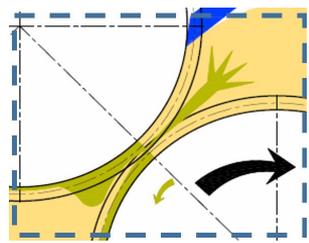
Brix, Fibra e Umidade do bagaço de cada terno
Composição dos caldos
Circuito de embebição
Extração Individual
Extração Acumulada
Etc...

Ideal para cálculo da influência de parâmetros de moagem (comparação entre dois cenários)

Redução da Reabsorção com camisa perfurada

Terno de moenda padrão sem camisa perfurada

k = 1,4

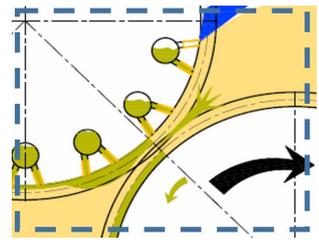


40%



Terno de moenda padrão com camisa perfurada

k = 1,3



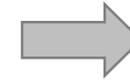
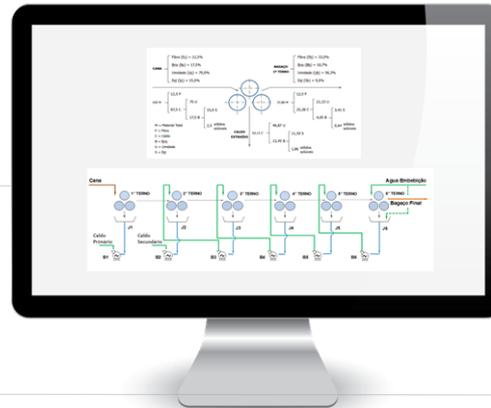
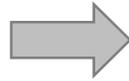
30%

Simulador de Extração

Camisa Perfurada no último terno

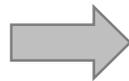
Moenda sem Camisa
Perfurada

$k = 1,4$
(todos ternos)



$E = 96,0\%$
 $U = 50,0\%$

$k = 1,3$
(último terno)



$E = 96,2\%$
 $U = 48,0\%$

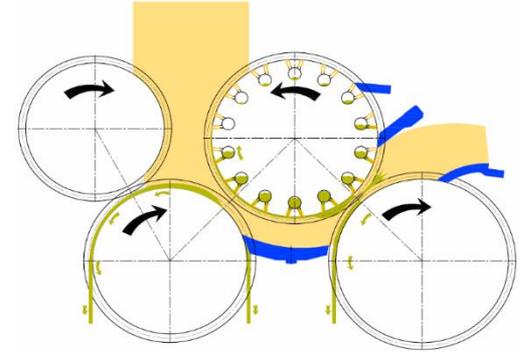
Moenda com Camisa
Perfurada rolo superior
do 6º terno

Δ Extração = +0,2

Δ Umidade = -2,0

Ganhos com Camisas Perfuradas

- Aumento da Extração
- Redução da Umidade do Bagaço no último terno
- Aumento da Capacidade de Moagem no 1º terno

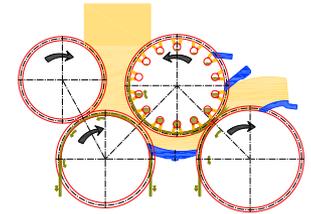


Posição de Instalação	Prioridade	Aumento Extração	Redução Umidade	Aumento Capacidade
1º terno	2º	0,1 pp	-	5%
Último terno	1º	0,2 pp	2 pp	-
Terno intermediário	3º	0,05 pp	-	-
1º terno + último terno		0,3 pp	2 pp	5%
1º terno + 1 intermediário e último terno		0,35 pp	2 pp	5%
Todos ternos (moenda de 6 ternos)		0,5 pp	2 pp	5%

Análise de Viabilidade



Estudo: Instalação de 1 camisa perfurada no rolo superior do 6º terno de uma moenda 78" – valores típicos



Moagem = 2 MM TCS

Ganho em Extração = 0,2 (de 96,0% para 96,2%)

Redução na Umidade do Bagaço = 2,0 (de 50% para 48%)

**Ganhos
Calculados:**



Açúcar

340 ton/safra



Etanol

130 m³/safra



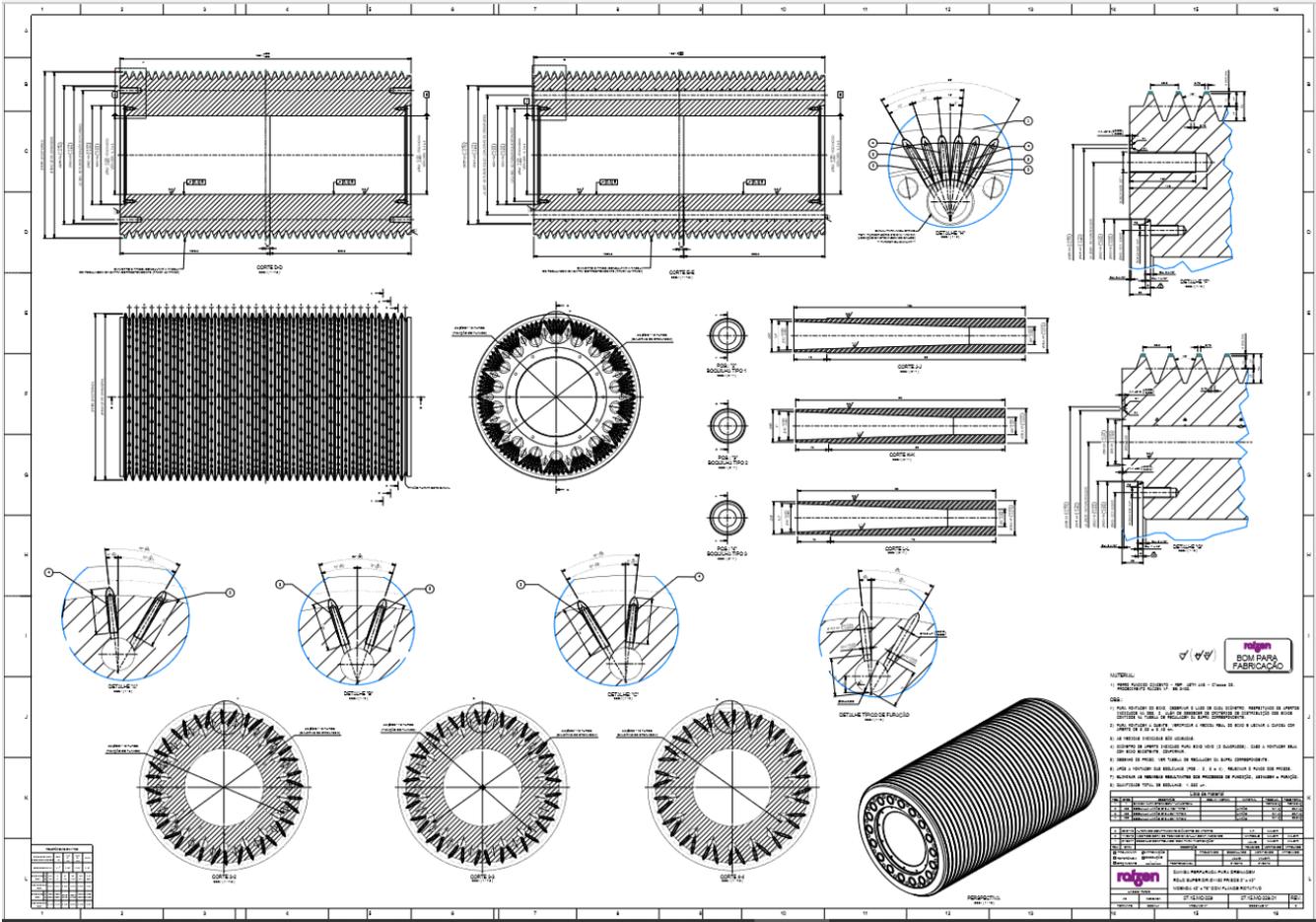
Energia

3.900 MWh/ano

Projeto de Camisas Perfuradas

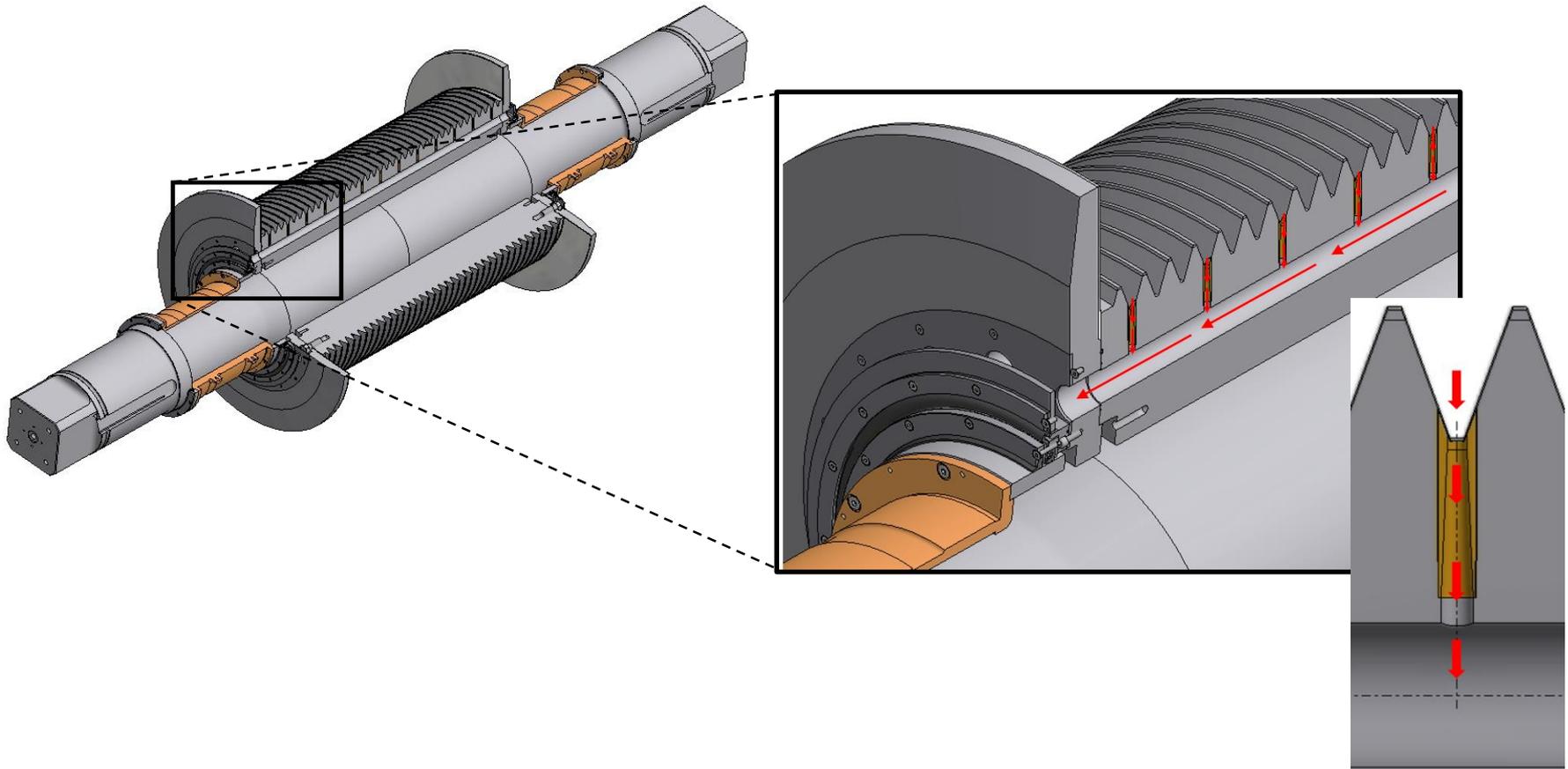
Camisa Perfurada

Projeto Raízen específico para cada camisa implantada



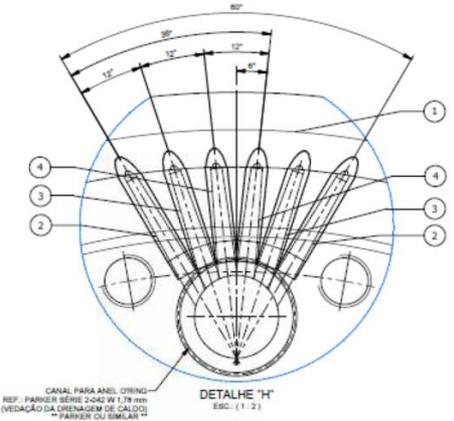
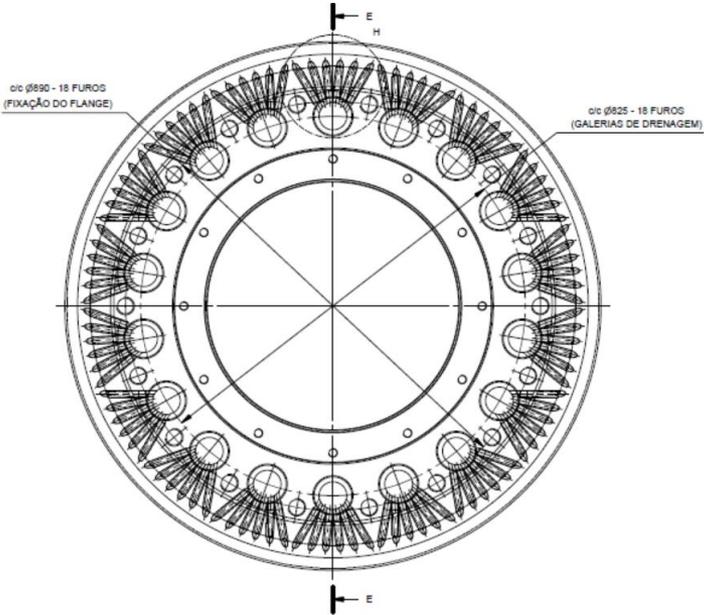
Camisa Perfurada

Projeto Raízen



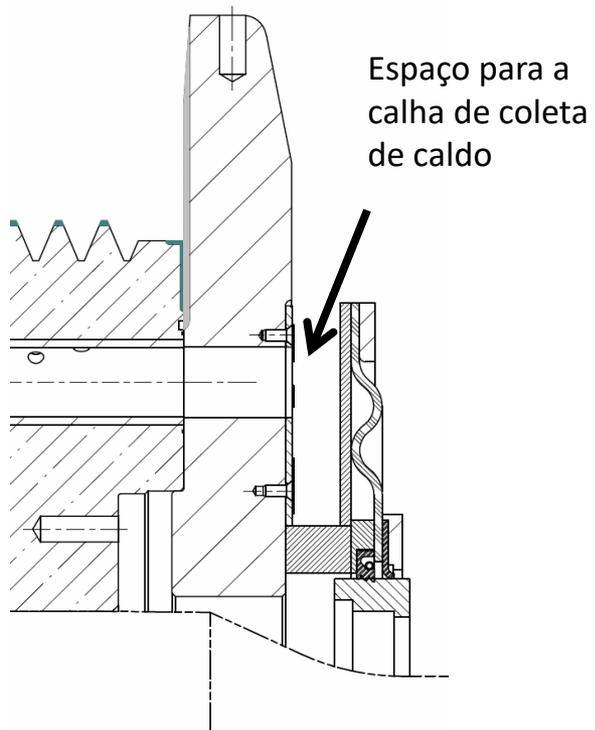
Camisa Perfurada

Projeto Raízen

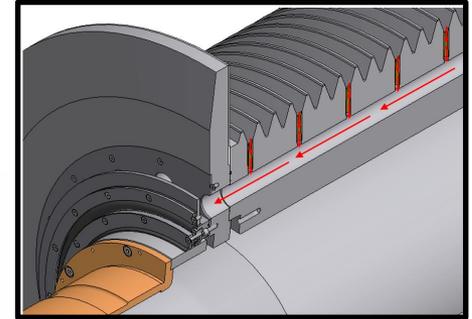
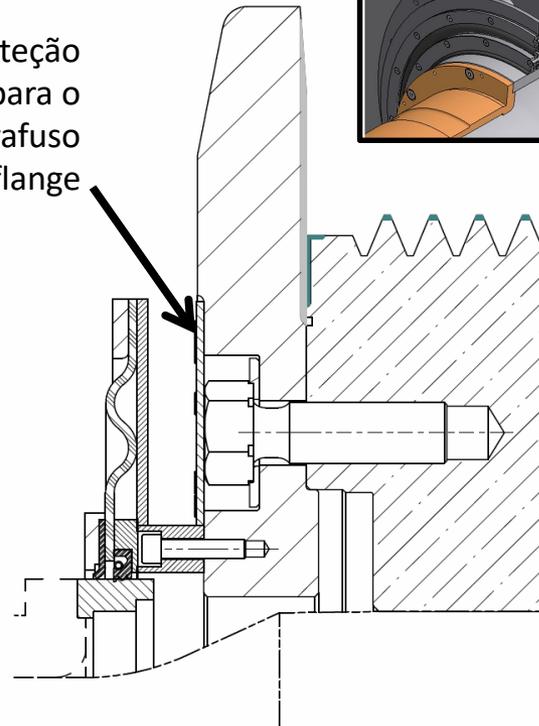


Camisa Perfurada

Projeto Raízen

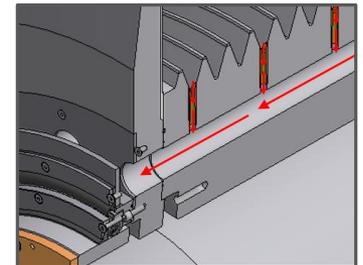
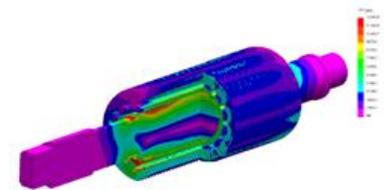
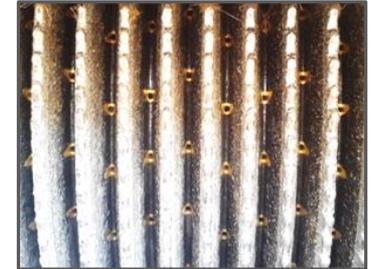


Proteção
para o
parafuso
do flange



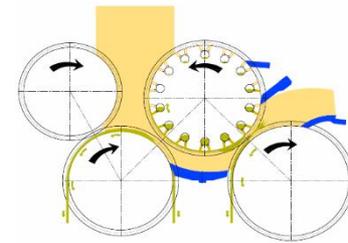
Alguns cuidados de projeto

- Relação entre áreas de vazão de caldo de boquilhas x galerias
- Distribuição das boquilhas na superfície das camisas
- Análise de de tensões devidas ao aperto de montagem das camisas nos eixos
- Tolerâncias e acabamentos boquilha e alojamento
- Flanges e vedações de mancais

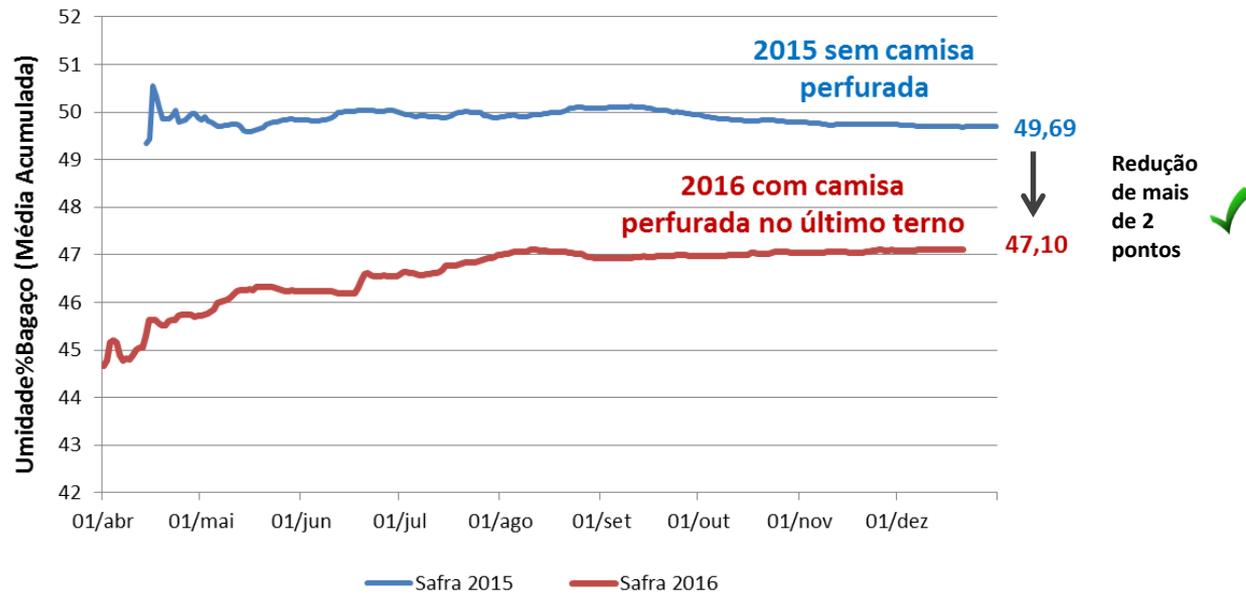


Resultados Obtidos

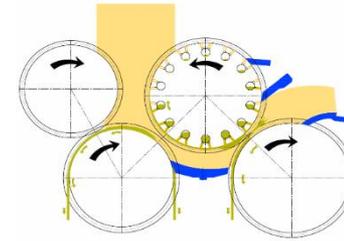
Resultados com Camisas Perfuradas



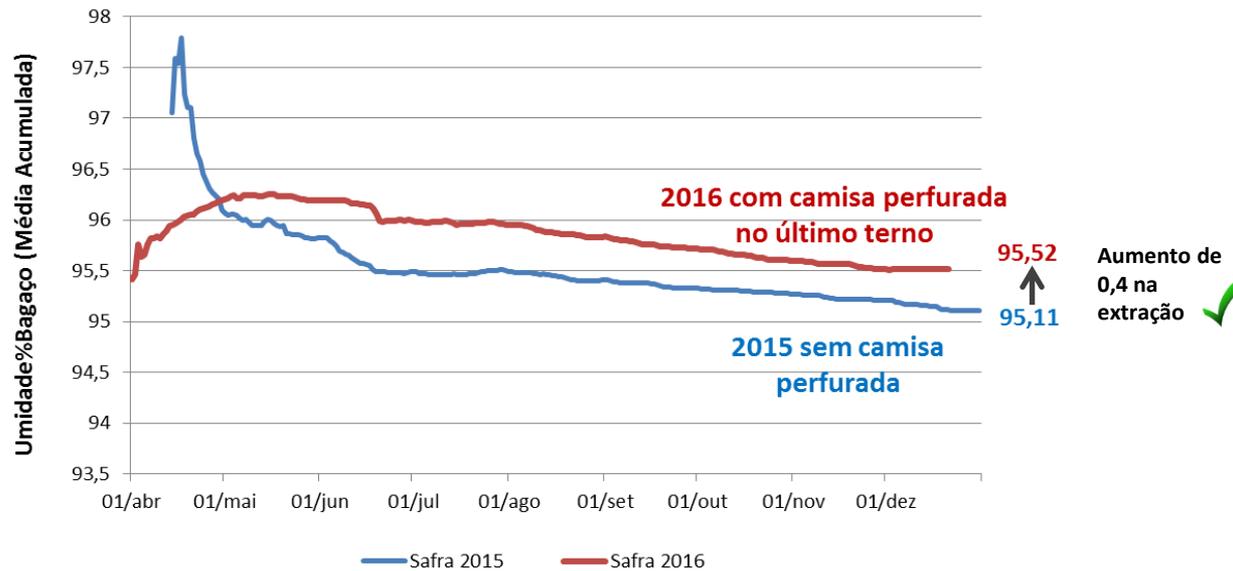
Umidade Bagaço Costa Pinto Moenda 3



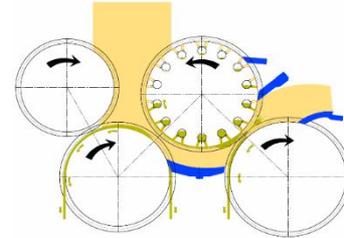
Resultados com Camisas Perfuradas



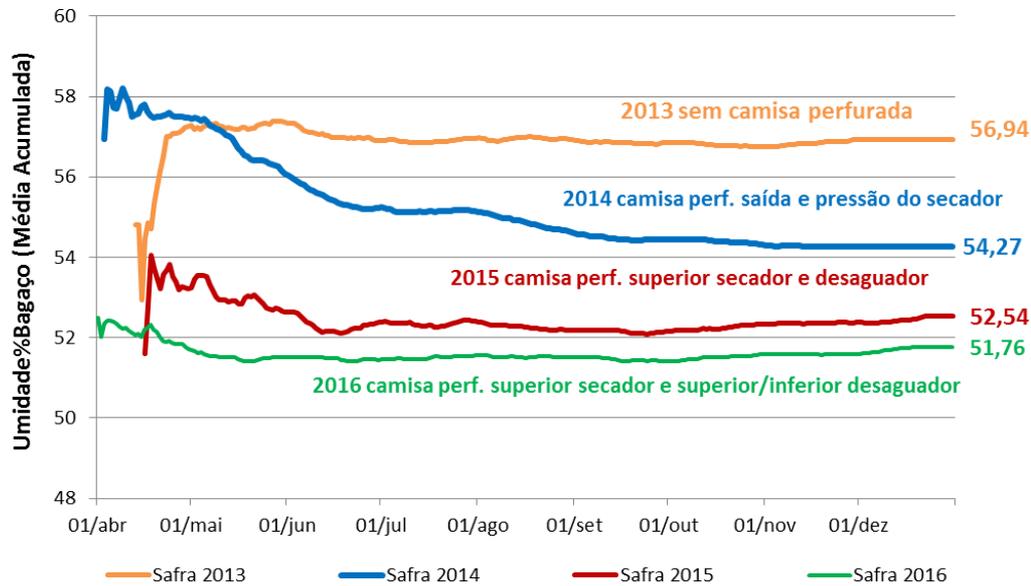
Extração Costa Pinto Moenda 3



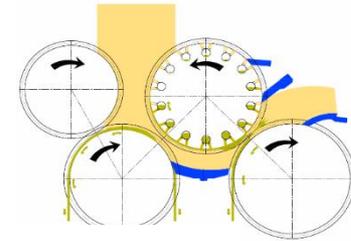
Resultados com Camisas Perfuradas



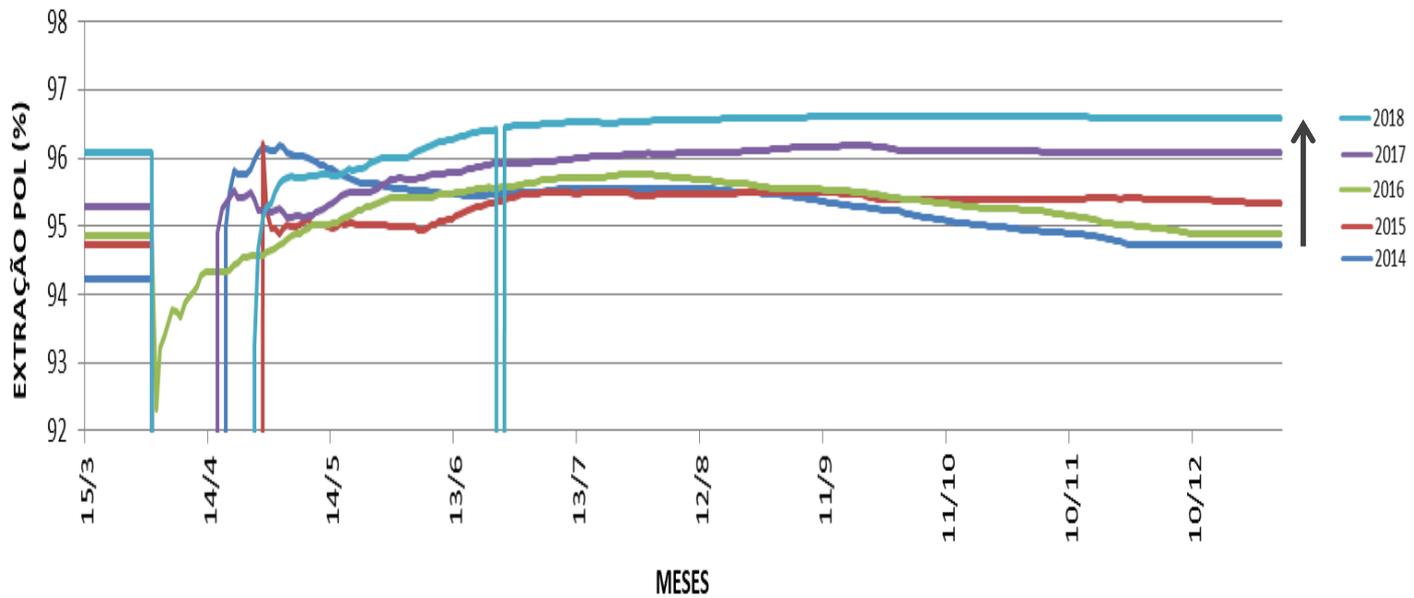
Umidade Bagaço Difusor Gasa



Resultados com Camisas Perfuradas



Extração Unidade Araraquara



Pontos de Atenção

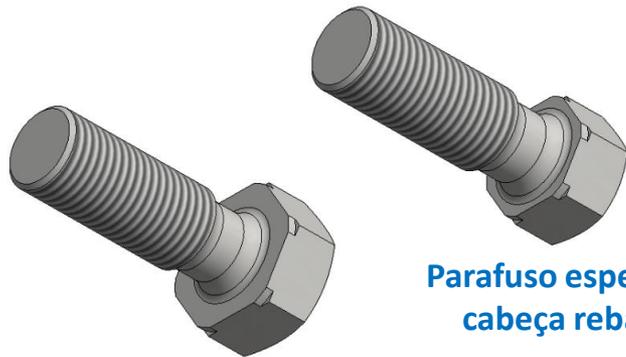
Flanges de Camisas Perfuradas

Melhorias



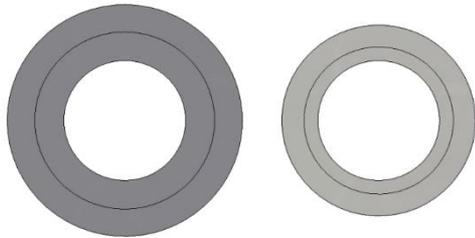
Flanges de Camisas Perfuradas

Melhorias



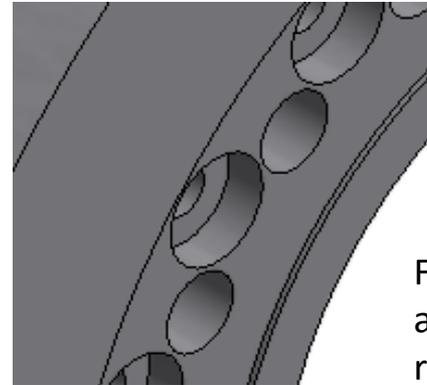
Parafuso padrão

Parafuso especial com
cabeça rebaixada

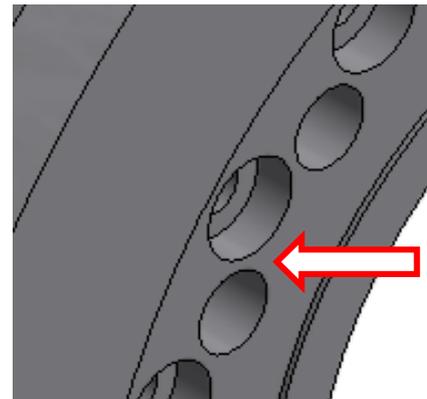


Arruela padrão

Arruela especial com mesmo
material do parafuso (SAE 4140)

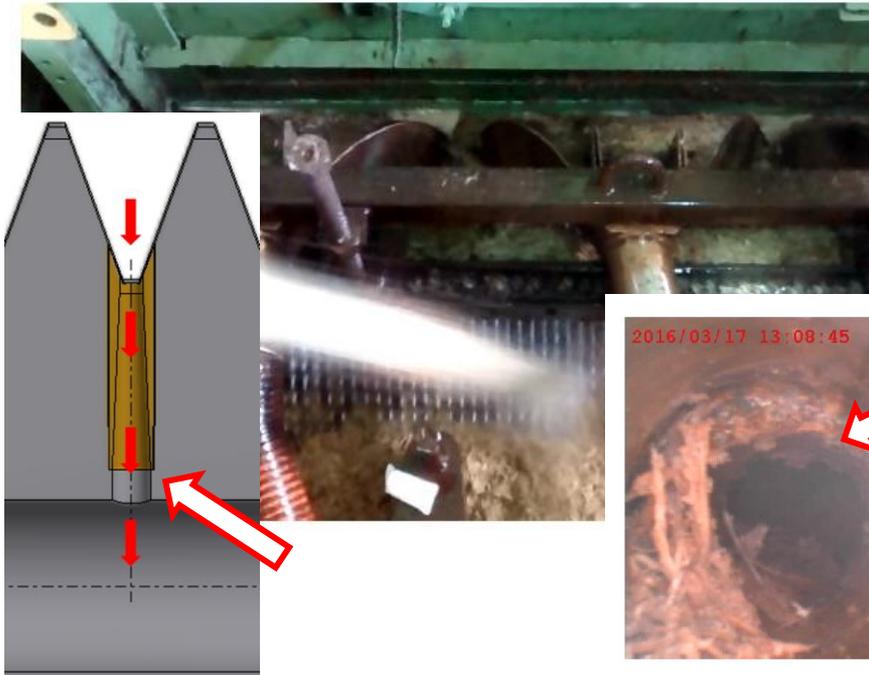


Flange anterior



Flange revisado
aumento
espessura parede

Problemas com boquilhas



Boquilha não estão inseridas até o final da furação, ficando câmara interna obstruindo vazão causando entupimento.

Furação das boquilhas na camisa estão excêntricos entre os diâmetros de fundo e encaixe das boquilhas obstruindo passagem do bagaço causando entupimentos.



Boquilha obstruída c/ bagaço que sofreu limpeza mecânica



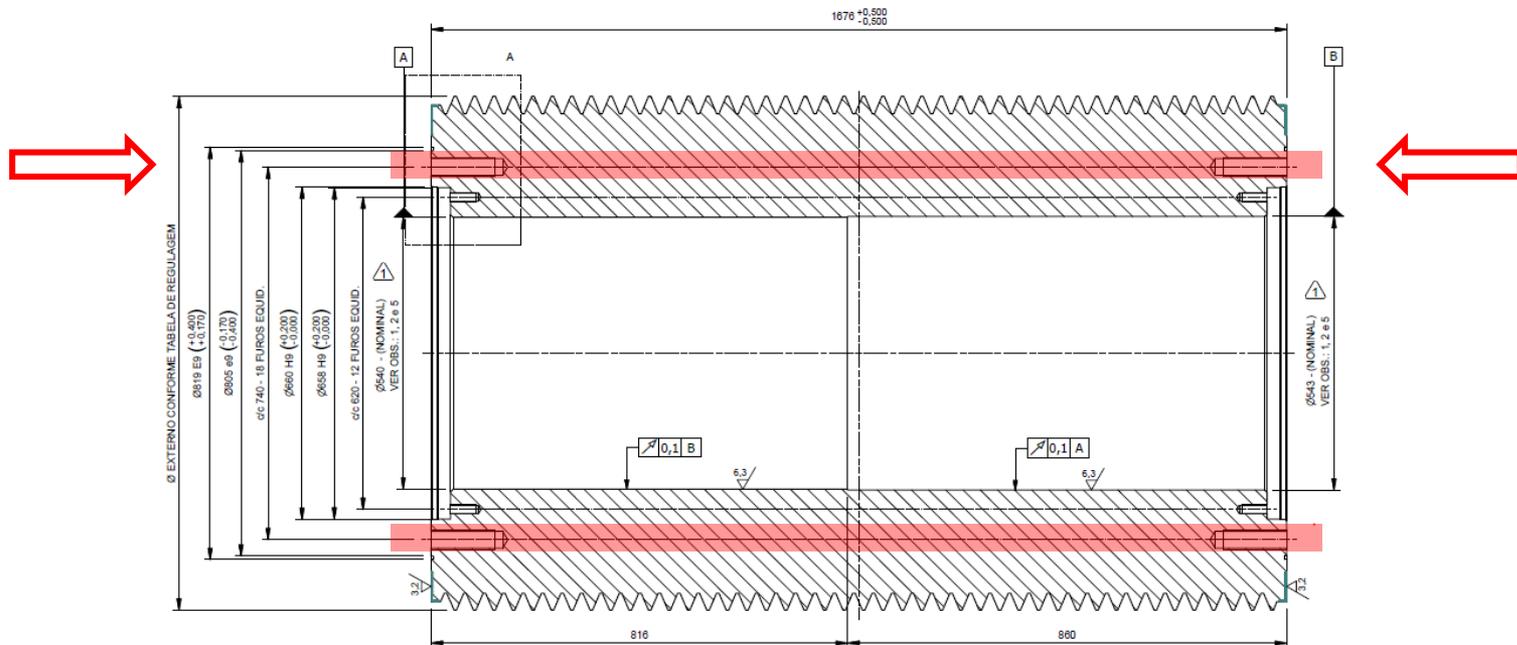
foram limpas com jatos de água



Boquilha foram limpas com jatos de água

Perfuração de camisas existentes

Alinhamento entre furações para flange



Obstrução de boquilhas

Paradas para limpeza

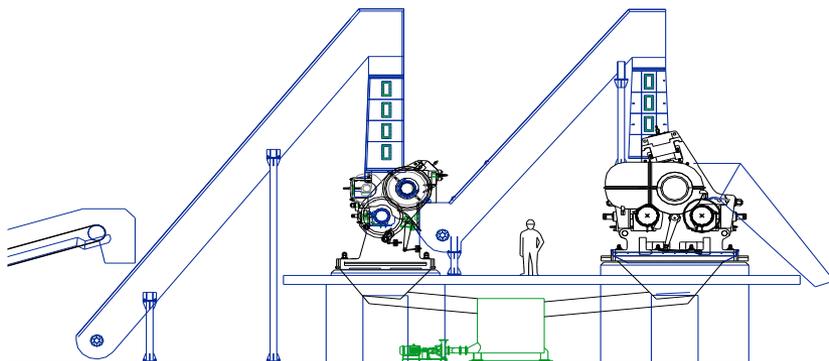
Sistema para manter desobstruído



Inovação em Camisa Perfurada

Camisa Filtrante

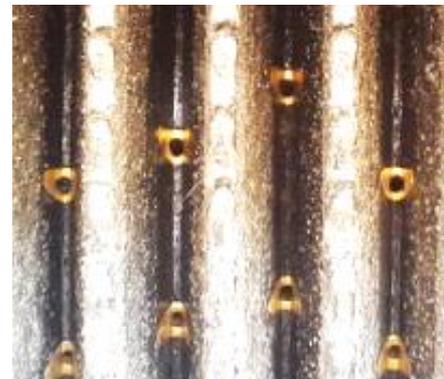
Nova tecnologia de camisa perfurada



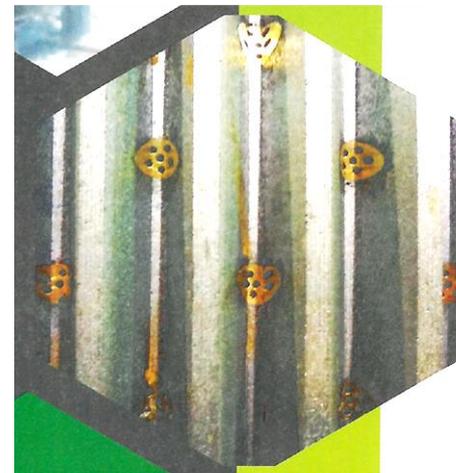
Teste em andamento na Raízen - Unidade Jataí

- Camisa de saída do terno Secador 53" x 90"
- Meta: **↓ - 1,0 Umidade** **↑ + 0,1 Extração**

Camisa Perfurada Convencional



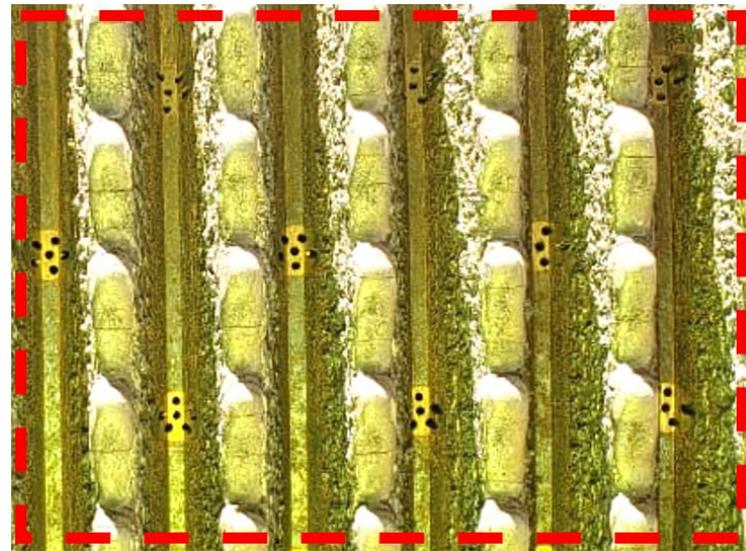
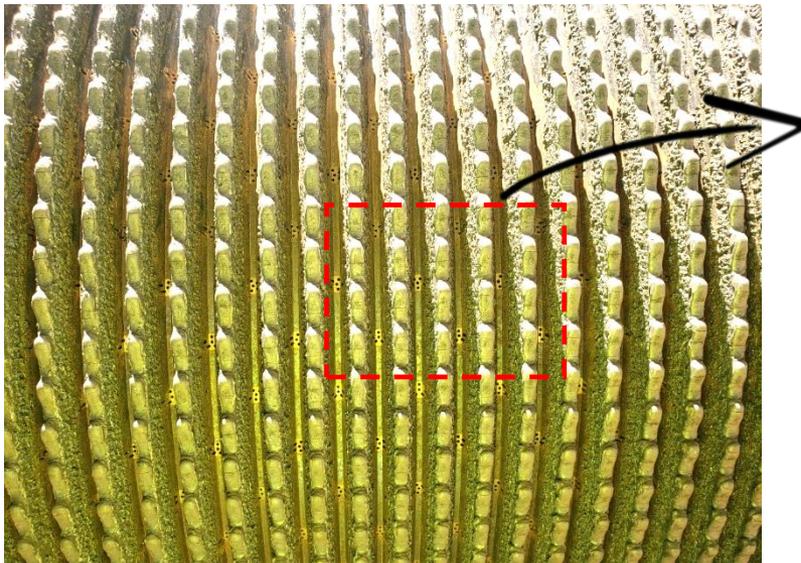
Camisa Perfurada Filtrante



Fonte: MEFSA

Camisa Filtrante

Nova tecnologia de camisa perfurada



Camisa Filtrante

Nova tecnologia de camisa perfurada



Camisa Filtrante



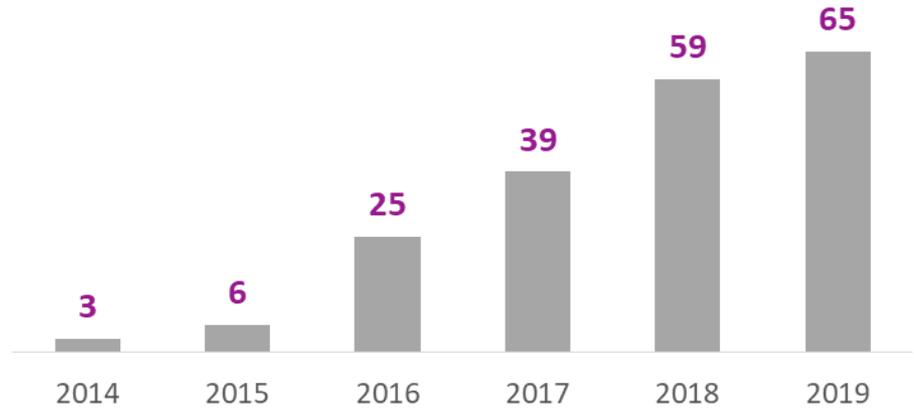
Evolução da Implantação de de Camisas Perfuradas na Raízen

Evolução da Implantação de de Camisas Perfuradas



Priorizada instalação nos ternos de maior ganho

POLO	UNIDADE	MOENDA	1	2	3	4	5	6	
Piracicaba	Costa Pinto	2	42x78	37x78	37x78	37x78	37x78	37x78	
		3	42x84	42x78	37x78	37x78	37x78		
	Santa Helena		37x78	37x78	37x78	37x78	37x78	37x78	
	Rafard		42x78	37x78	37x78	37x78	37x78	42x78	
	São Francisco		34x66	34x66	34x66	34x66	37x66		
	Bom Retiro		34x54	30x54	30x54	30x54	34x54	34x54	
Araçatuba	Univalem	MB	32x60	32x60	32x60	32x60	32x60	32x60	
		ZF	37x66	37x66	37x66	37x60	37x66	37x66	
	Gasa	Mda	34x54	30x54	30x54	30x54	30x54	30x54	
			Difusor					43x90	53x90
	Destivale		37x60	37x60	32x60	32x60	32x60	32x60	
	Mundial		34x66	34x54	34x54	34x54	34x54		
	Benálcool		34x54	34x54	30x54	30x54	30x54	30x54	
Jau	Barra	1	42x84	42x84	42x84	42x84	42x84	42x84	
		2	37x78	37x78	37x78	37x78	37x78	37x78	
		3	42x84	42x84	42x84	42x84	42x84	42x84	
	Diamante		42x78	37x78	37x78	37x78	37x78		
	Ipaussú		46x87	42x78	42x78	42x78	42x78	42x78	
Brotas	Paraiso		42x78	37x78	37x78	37x78	37x78	37x78	
	Sta. Candida		39x79	39x79	39x79	39x79	39x79	39x79	
Araraquara	Bonfim	A	42x78	42x78	37x78	37x78	37x78	42x78	
		B	42x78	42x78	37x78	37x78	37x78	42x78	
		C	34x66	34x66	30x54	30x54	30x54	30x54	
	Serra		37x66	34x66	34x66	34x66	34x66	34x66	
	Zanin		42x78	37x66	37x66	37x66	37x66	37x66	
	Junqueira		46x87	46x87	46x84	42x84	42x84	42x84	
GO	Jatai		Difusor					43x90	53x90
Assis	Maracai		46x87	43x87	39x79	39x79	39x79	46x79	
		Paralcool	1	30x54	30x54	30x54	30x54	30x54	30x54
	2		37x78	37x66	34x66	34x66	37x66	37x66	
	Tarumã	54"	34x54	34x54	30x54	30x54	30x54	30x54	
		78"	46x87	45x78	45x78	42x78	42x78	46x84	
MS	Caarapó		57x100	53x90	53x90	53x90	53x90		



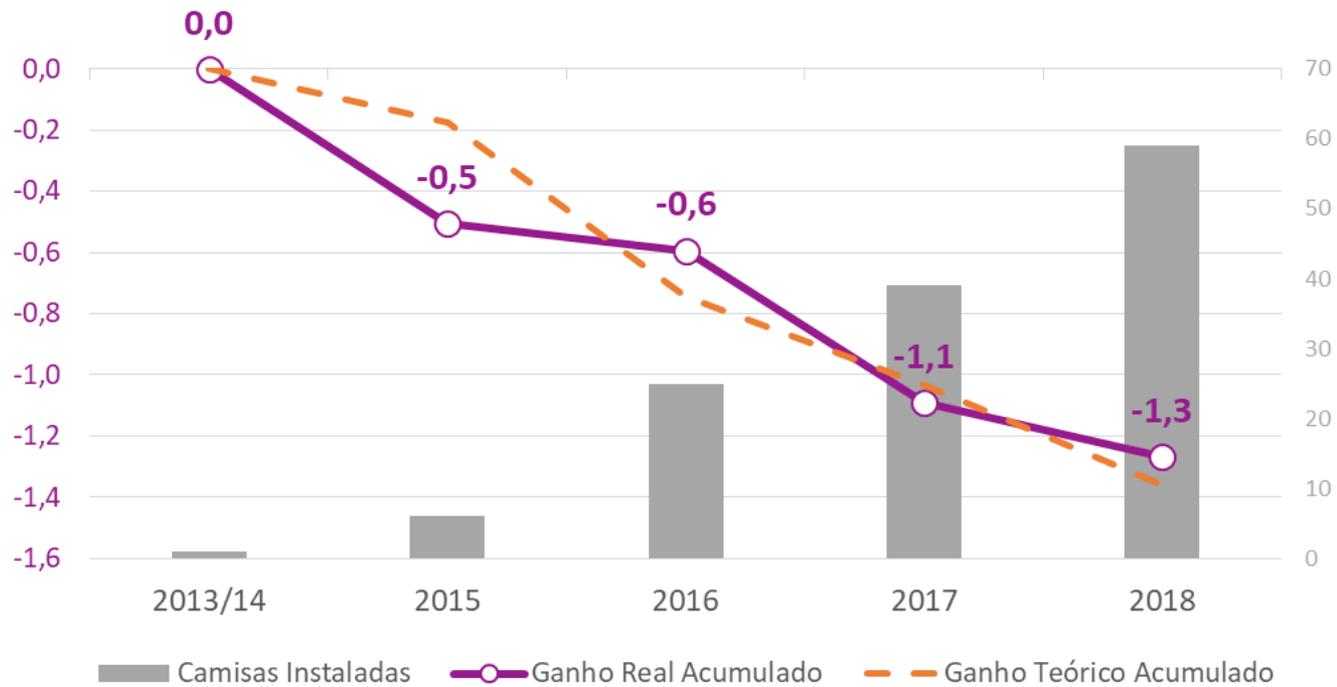
65

Camisas em 2019

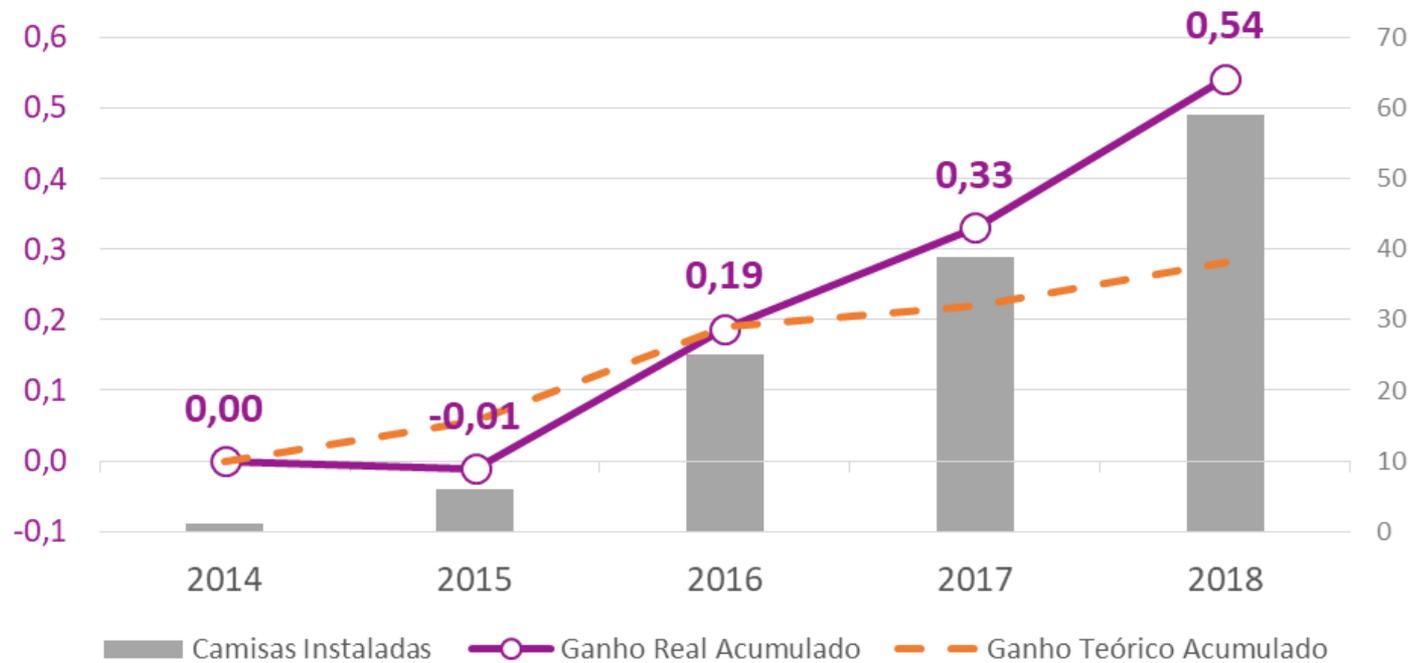
36%

dos ternos em operação na Raízen

Evolução da Umidade do Bagaço 5 Safras



Evolução da Extração Reduzida 5 Safras



*“Se continuarmos a fazer o que sempre fizemos,
continuaremos a obter os resultados que sempre obtivemos”.*

Seldon Withaker

raízen