

# A USINA DA SOBREVIVÊNCIA

EFICIÊNCIA É FUNDAMENTAL

*HENRIQUE V. AMORIM, Prof.*



15º SBA - STAB

29 e 30 de Outubro de 2014





EFICIÊNCIA  
OPERACIONAL

---

INOVAÇÃO  
TECNOLOGICA



# SOBRE A FERMENTEC

ESTRUTURA DE **2500** M<sup>2</sup>

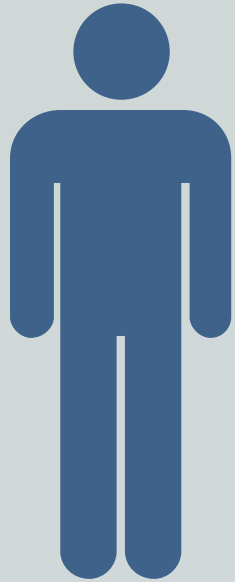
**5** LABORATÓRIOS







# SOBRE A FERMENTEC



EXPERIÊNCIA EM **PESQUISA E PROCESSOS**  
DE PRODUÇÃO DE ETANOL E AÇÚCAR





# NOSSOS CLIENTES

Cana de Açúcar  
**180.000.000** <sup>tc</sup>



Etanol  
**9.000.000.000** <sup>l</sup>



Açúcar  
**10.500.000** <sup>t</sup>





**IMPORTÂNCIA DA MEDIÇÃO**

**CONFIABILIDADE DOS RESULTADOS**

**ESTUDOS DE CASO**

**A USINA DA SOBREVIVÊNCIA**





IMPORTÂNCIA DA MEDIÇÃO

CONFIABILIDADE DOS RESULTADOS

ESTUDOS DE CASO

A USINA DA SOBREVIVÊNCIA



## O QUE SE CONSEGUE MEDIR BEM HOJE

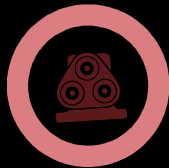
 **Fermentec**



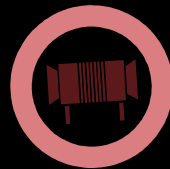
ART DA CANA



LAVAGEM  
DA CANA



EXTRAÇÃO



TRATAMENTO  
DO CALDO  
(TORTA)



ÁGUAS  
RESIDUAIS



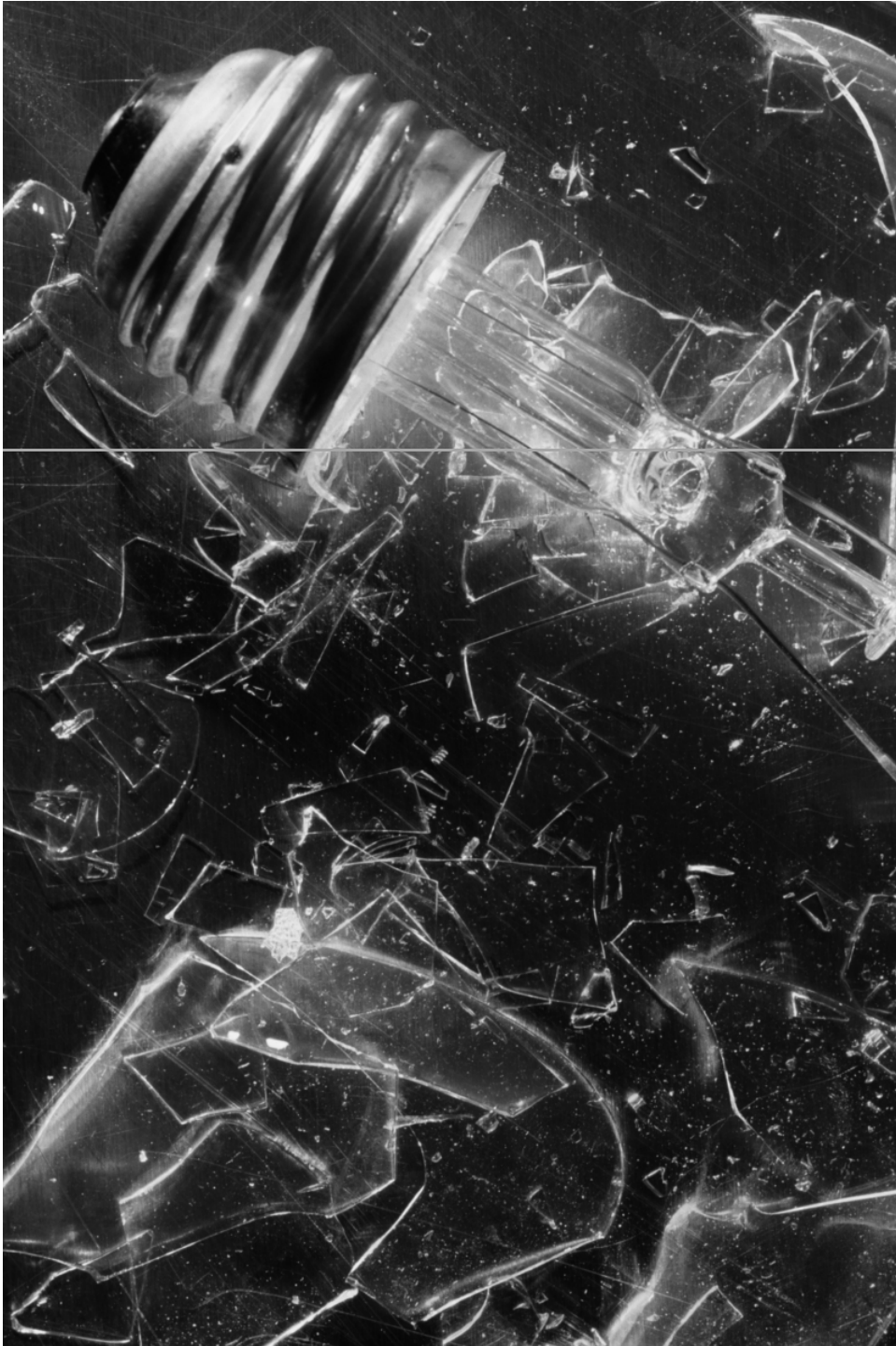
FERMENTAÇÃO



EVAPORAÇÃO  
(MULTI JATOS)



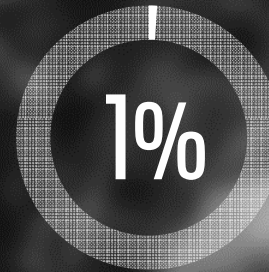




UNIDADE MÉDIA

MOAGEM 2.000.000 TON

ART % CANA 15,5 % OU 155 KG/TON



1%

R\$ 2.524.950



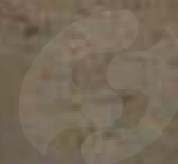
0,1%

R\$ 252.495



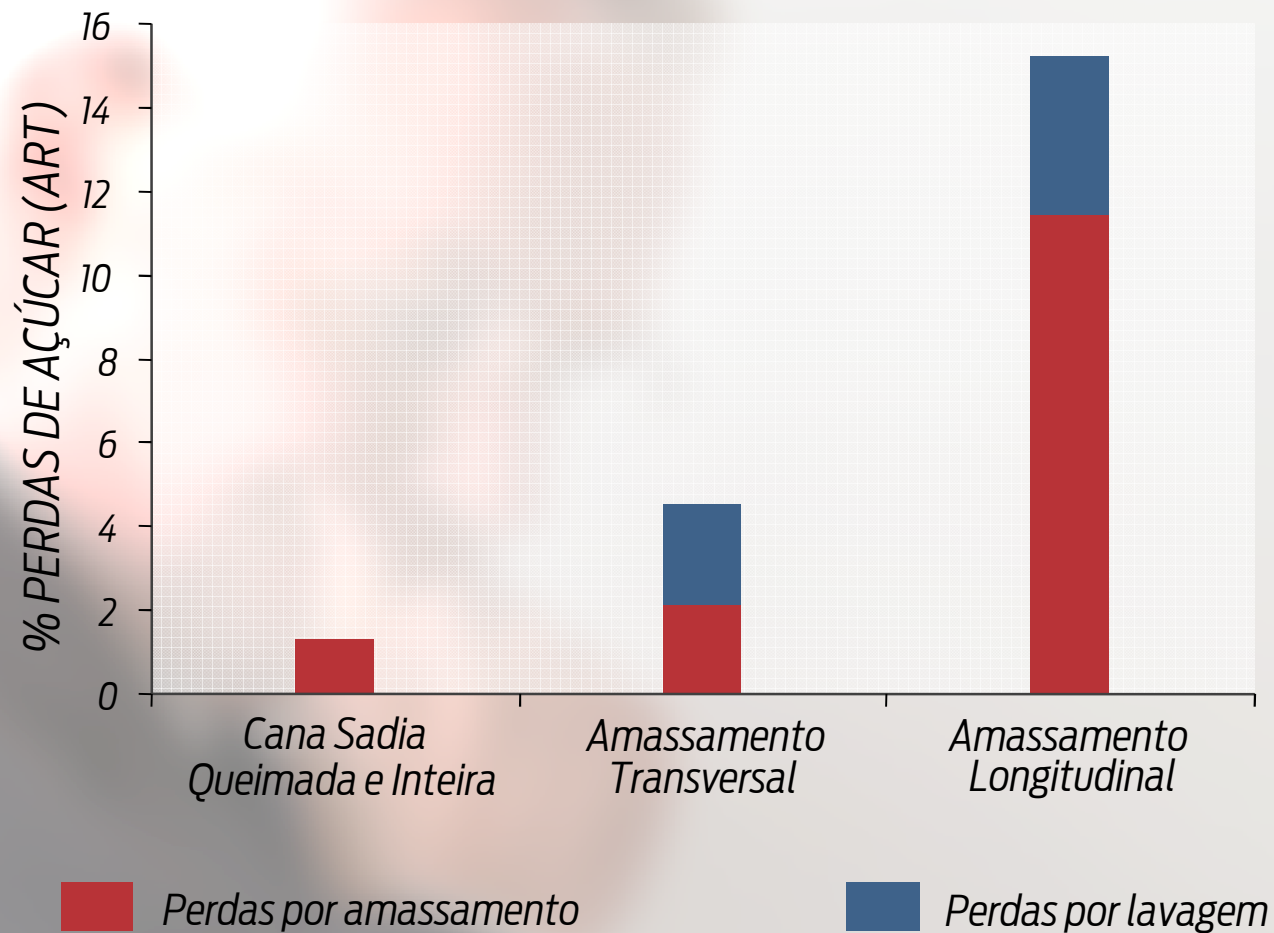


# PÁTIO E BARRACÃO





# PERDAS DE AÇÚCAR



# ESTOQUE SOBRE RODAS



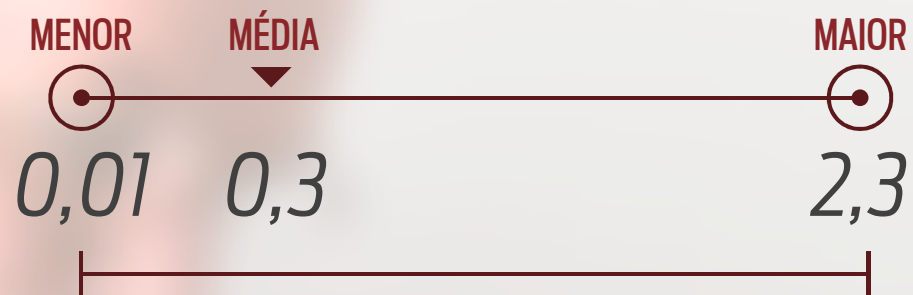


# PERDAS DE AÇÚCAR

## BENCHMARKING\*

% ART Cana

Água de Lavagem  
de Cana (%)



VARIAÇÃO: 2,29

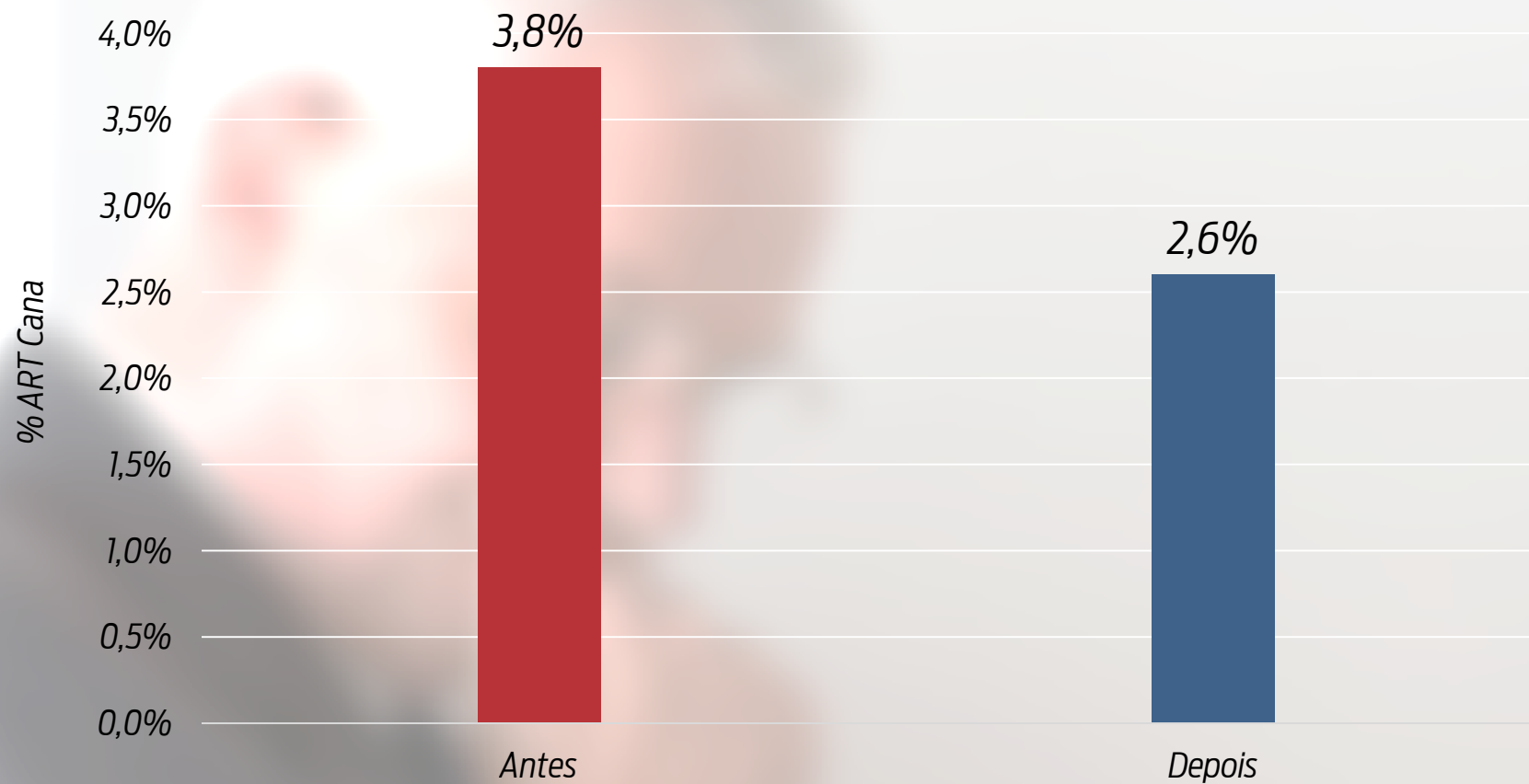
💰 R\$ 5.782.135\*\*

\* Acumulado até setembro de 2014

\*\* Faturamento de uma usina que processa 2 milhões de toneladas/safra: R\$ 252.495.000



# PERDAS NA ÁGUA DE LAVAGEM

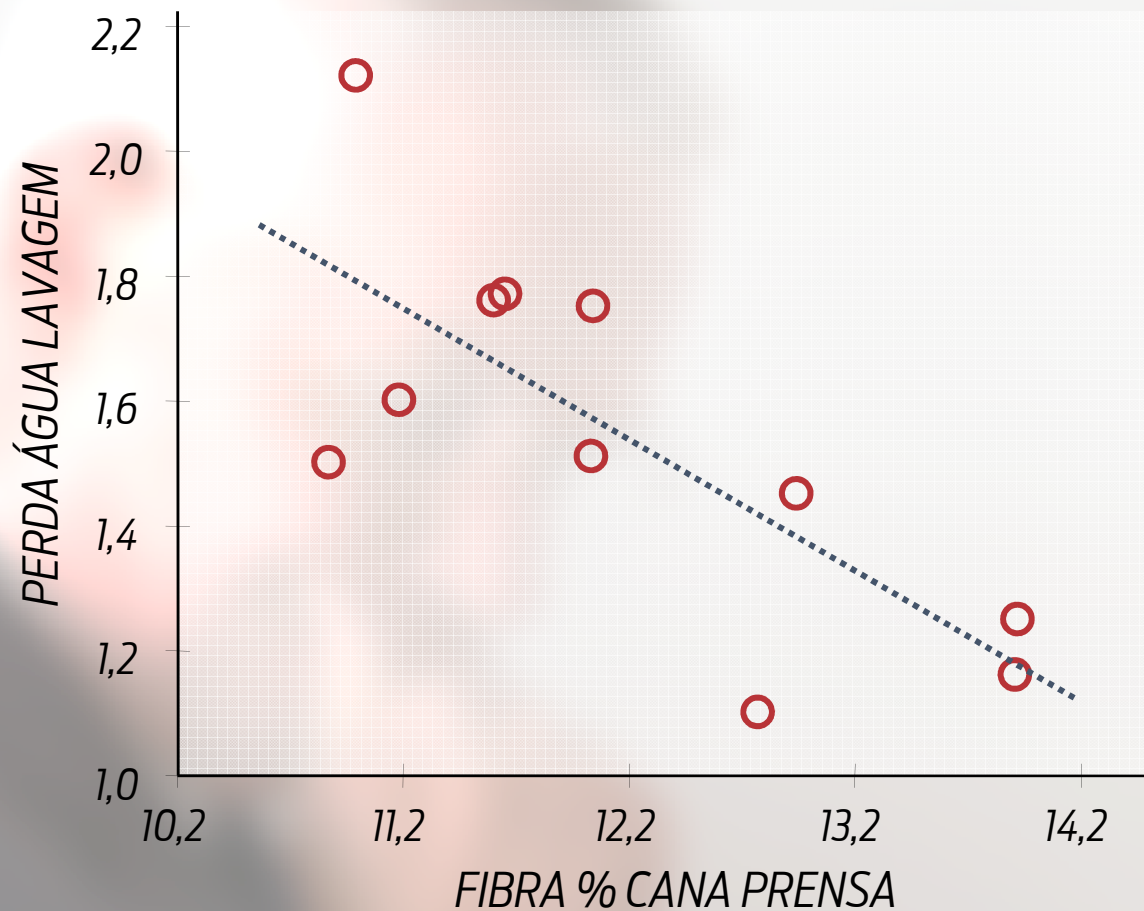


**ANTES** = ALTA DENSIDADE DE CANA NO CAMINHÃO  
**DEPOIS** = MENOR DENSIDADE





# PERDAS NA ÁGUA DE LAVAGEM

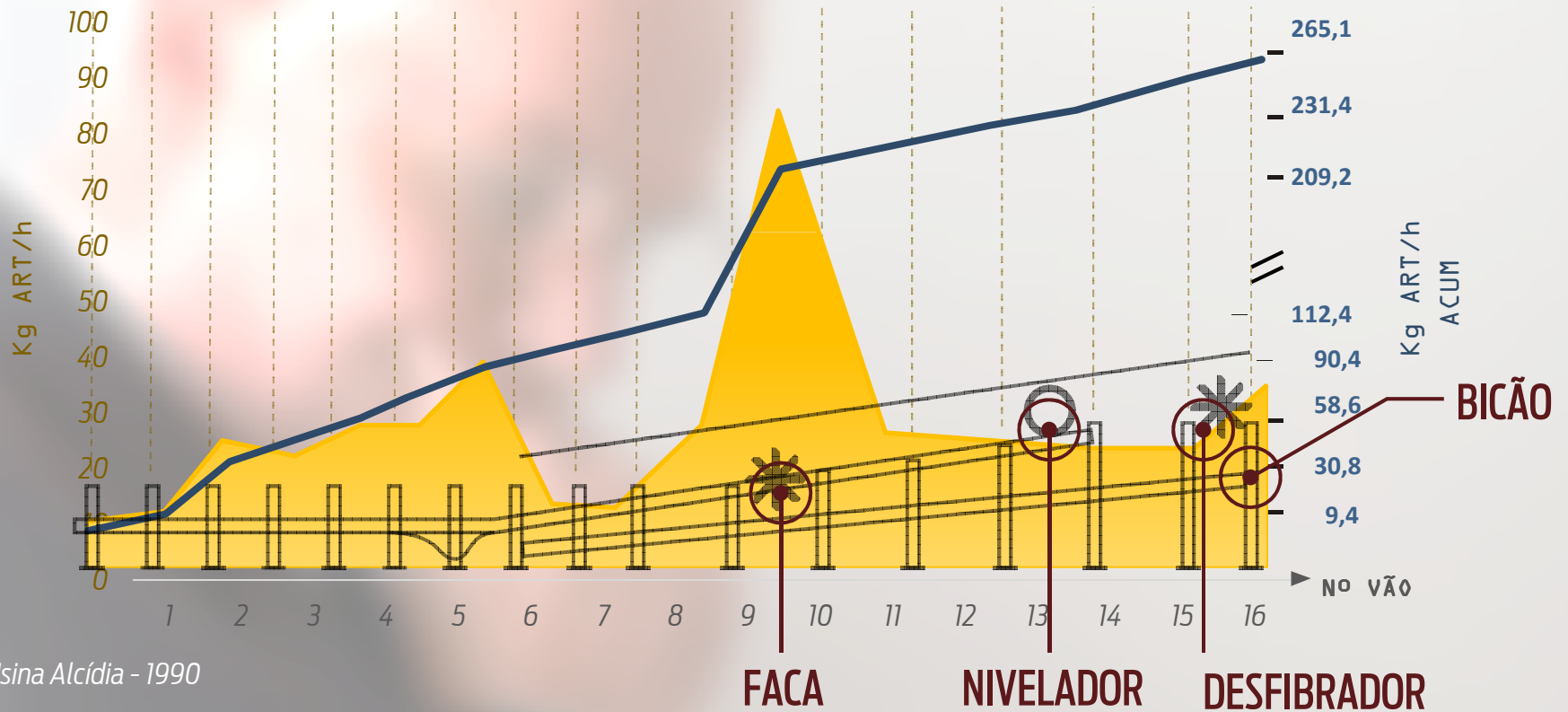


$$Y = 4,13396 - 0,20976 X \quad (** \quad r = -0,75003)$$



# PERDAS NO ESTEIRÃO

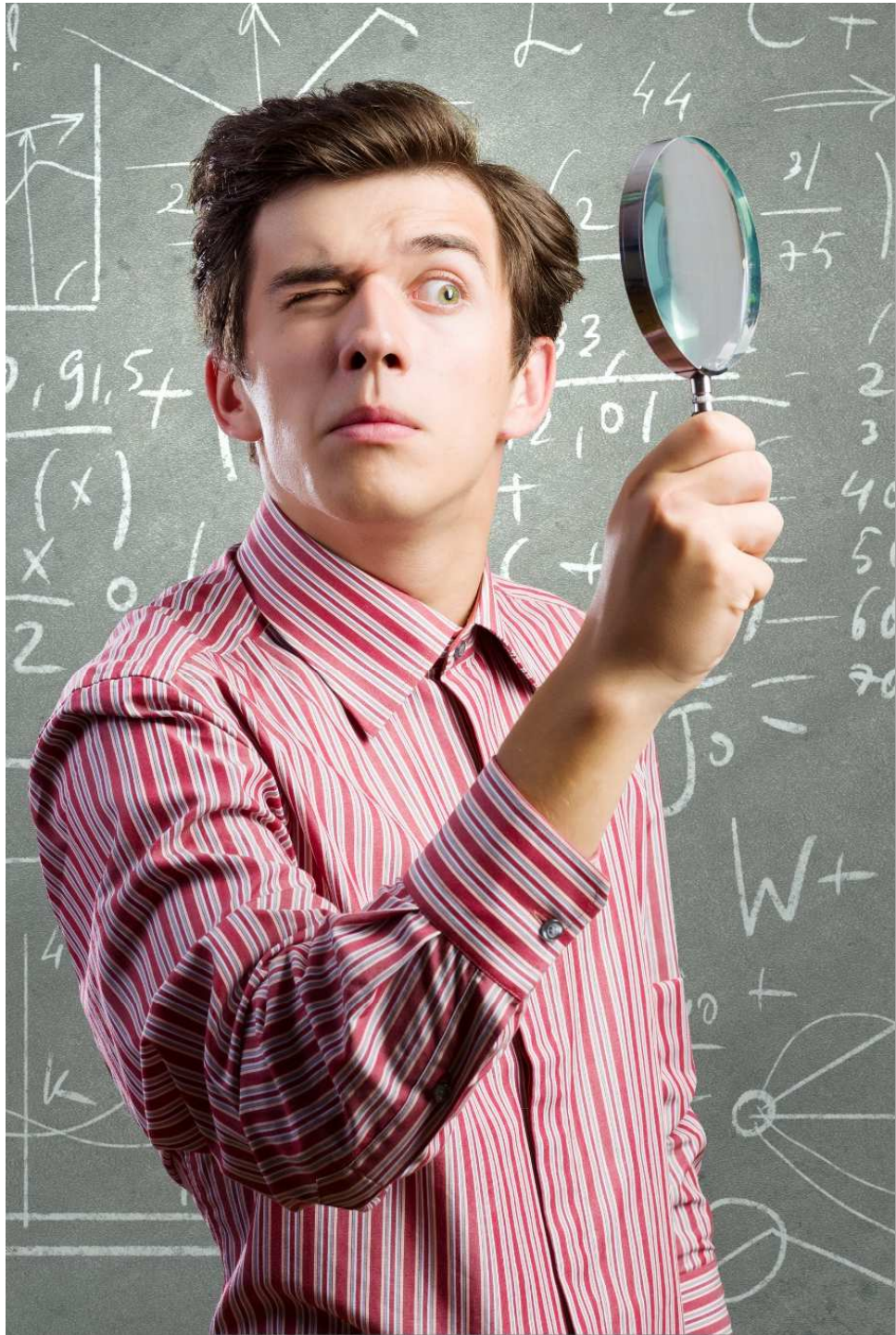
(0,57% do ART entrado)



Fonte: Usina Alcídia - 1990







# EXTRAÇÃO

---

# PERDAS DE AÇÚCAR ▲

## BENCHMARKING\*

% ART Cana



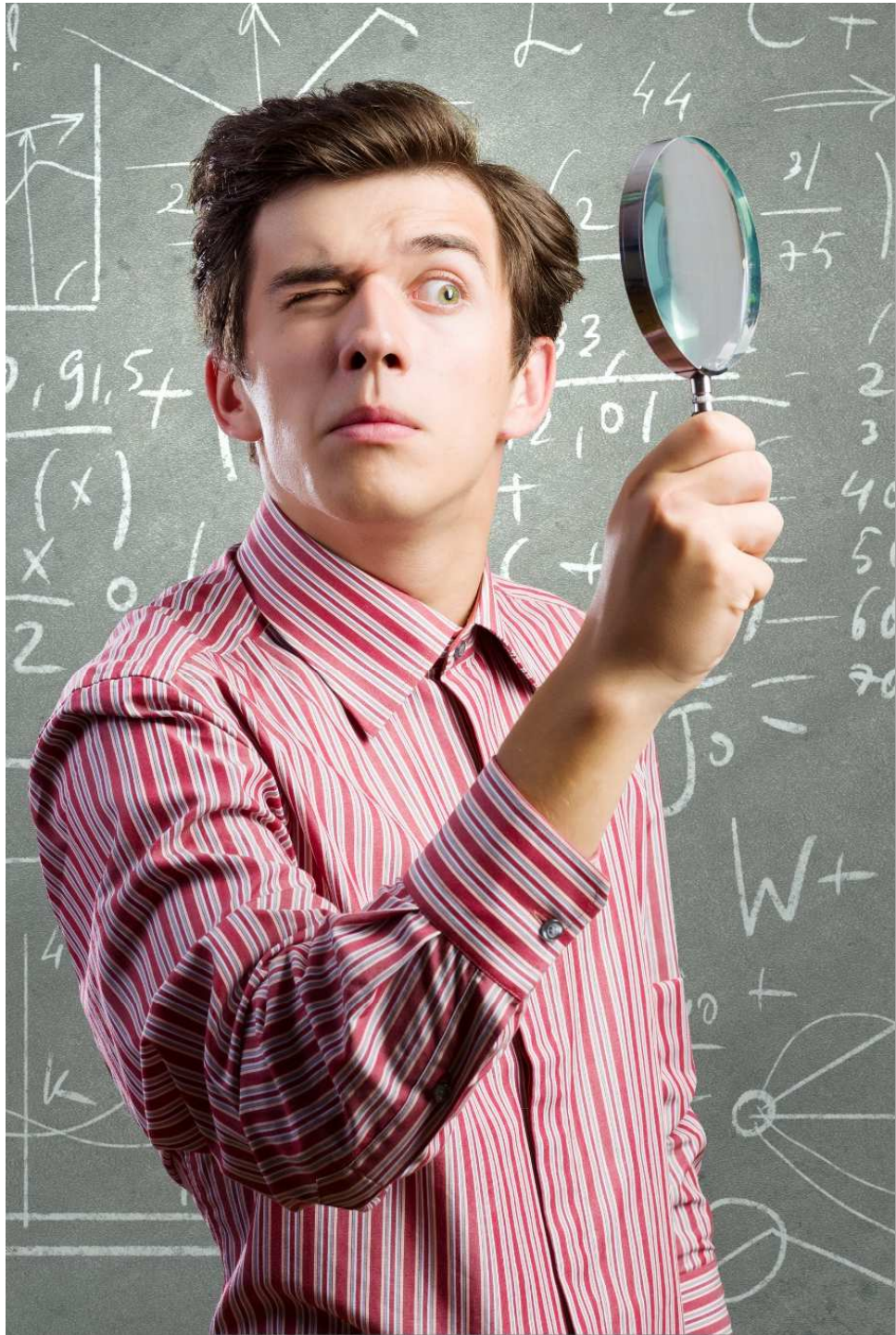
💰 R\$ 11.362.275\*\*

\* Acumulado até setembro de 2014

\*\* Faturamento de uma usina que processa 2 milhões de toneladas/safra: R\$ 252.495.000







# TRATAMENTO DO CALDO

---

# PERDAS DE AÇÚCAR

## BENCHMARKING\*

% ART Cana



**💰 R\$ 2.019.960\*\***

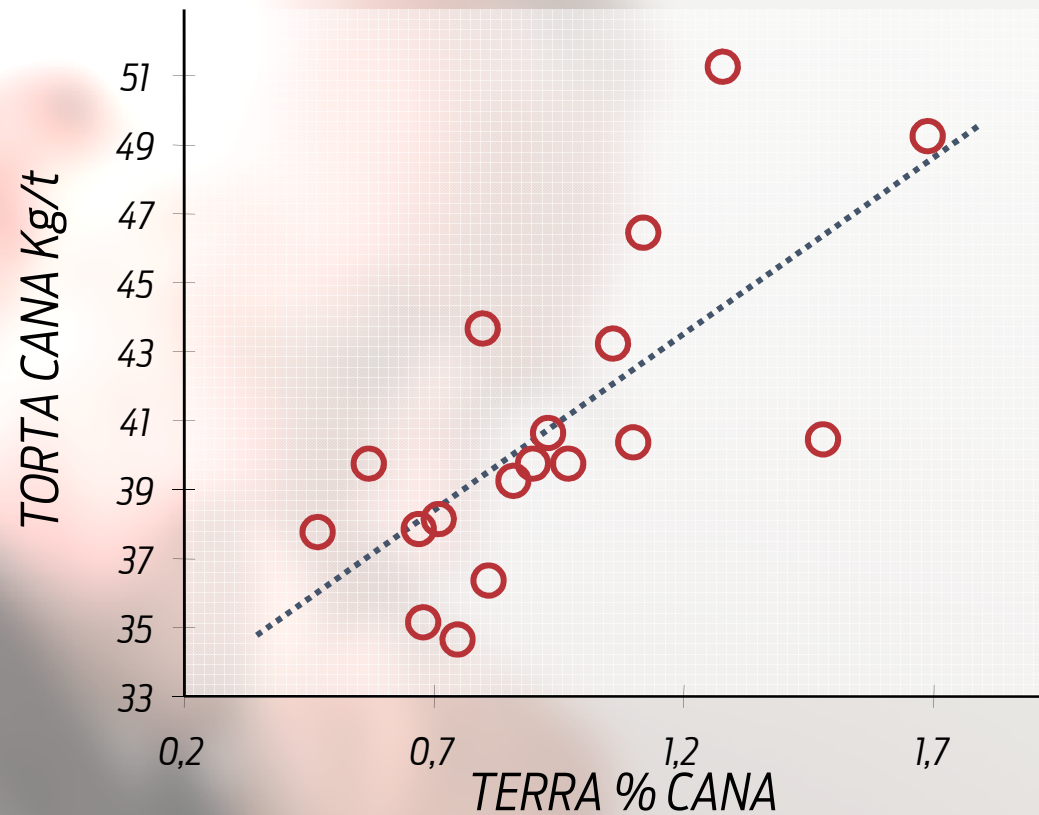
\* Acumulado até setembro de 2014

\*\* Faturamento de uma usina que processa 2 milhões de toneladas/safra: R\$ 252.495.000



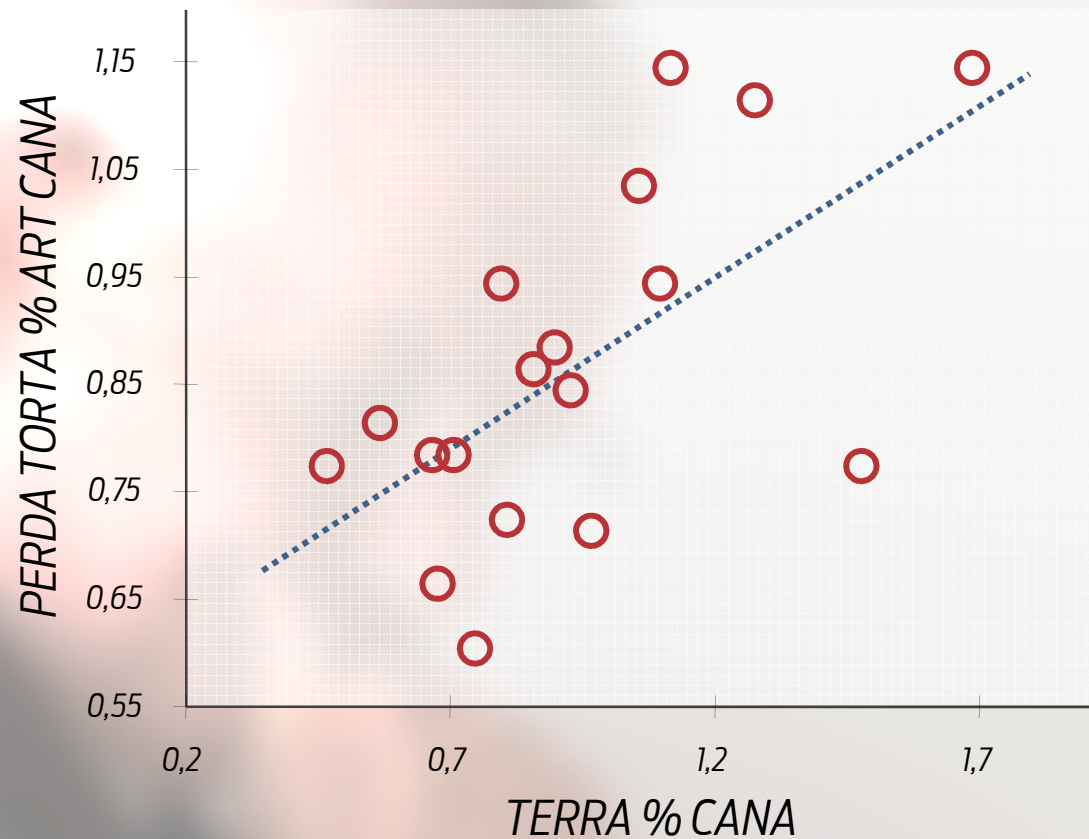


# PERDAS DE AÇÚCAR NA TORTA



$$Y = 31,85290 + 10,22244 X \quad (** \quad r = 0,70988)$$

# PERDAS DE AÇÚCAR NA TORTA ▲



$$Y = 0,57739 + 0,31894 X \quad (** \quad r = 0,62010)$$

\* Faturamento de uma usina que processa 2 milhões de toneladas/safra: R\$ 252.495.000



**R\$ 594.000\*** /1% de terra

# PERDAS DE AÇÚCAR

## BENCHMARKING\*

% ART Cana

Águas Residuais



**💰 R\$ 3.837.924 \*\***

\* Acumulado até setembro de 2014

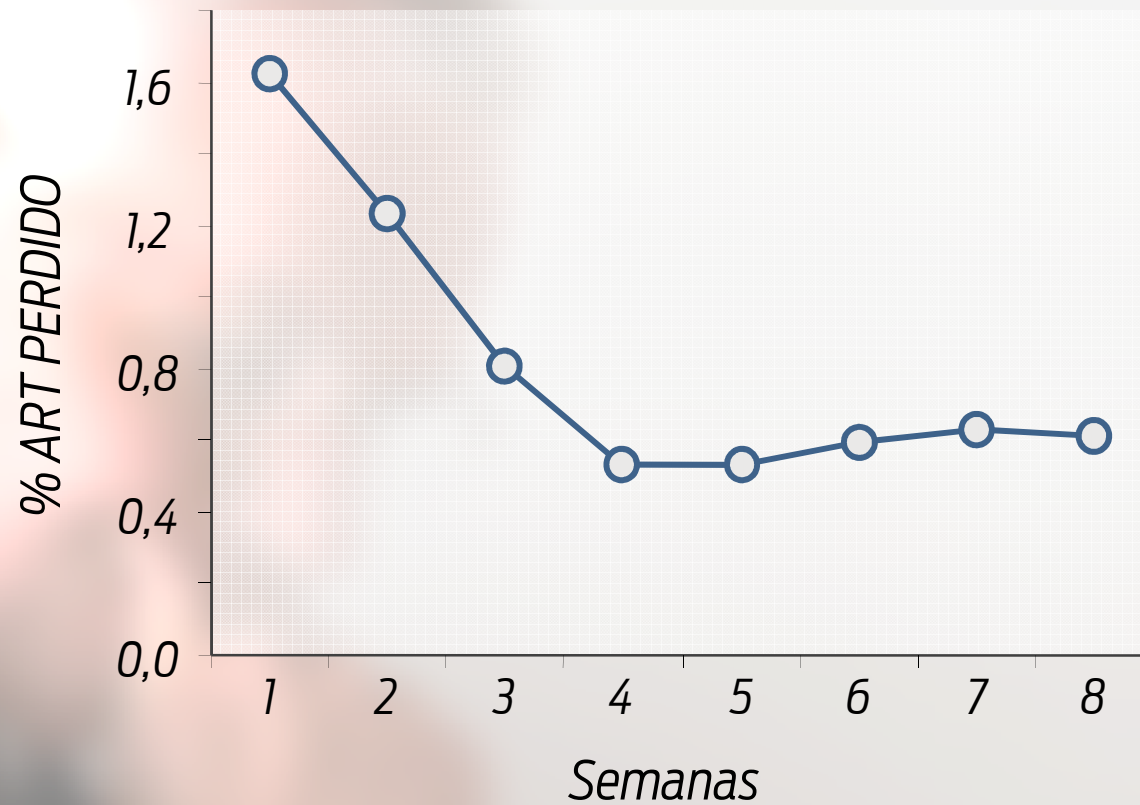
\*\* Faturamento de uma usina que processa 2 milhões de toneladas/safra: R\$ 252.495.000





# PERDAS DE AÇÚCAR

ÁGUAS  
RESIDUAIS



\* Faturamento de uma usina que  
processa 2 milhões de toneladas/safra:  
R\$ 252.495.000



**R\$ 2.178.000\*** /safra

# PERDAS DE AÇÚCAR

## BENCHMARKING\*

% ART Cana

Águas Multijato (%)



💰 R\$ 3.282.435\*\*

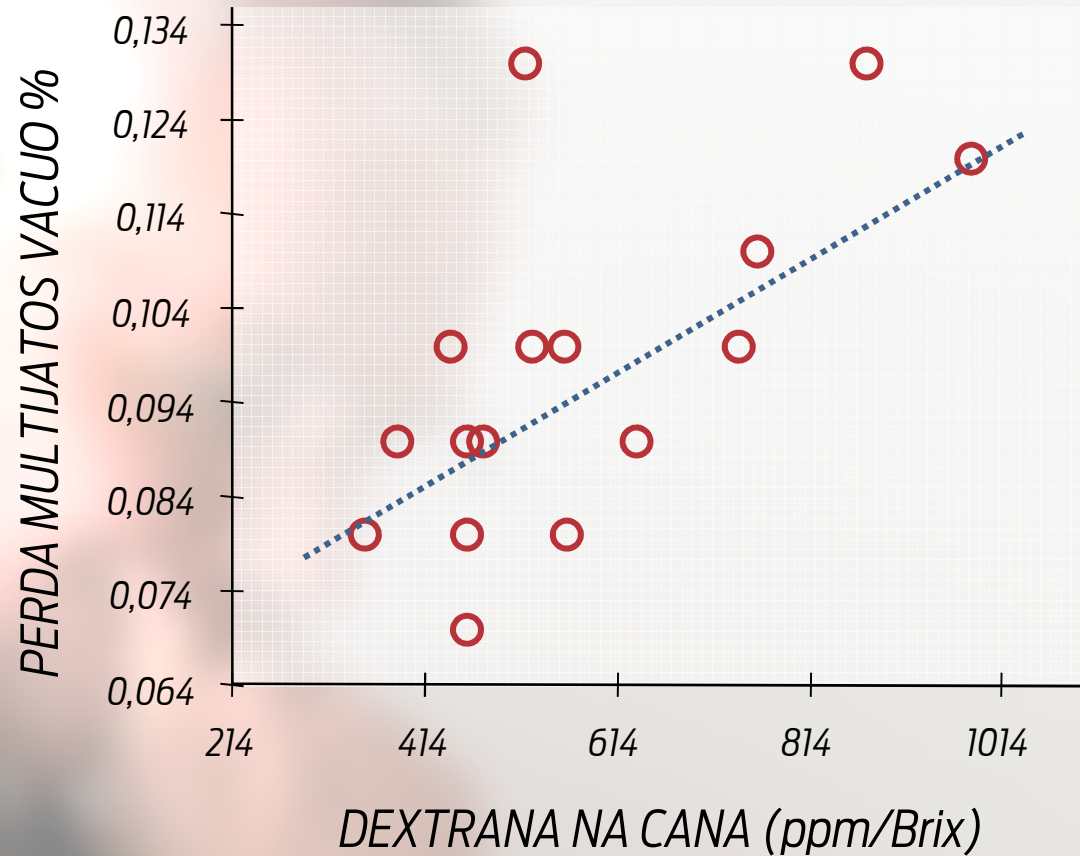
\* Acumulado até setembro de 2014

\*\* Faturamento de uma usina que processa 2 milhões de toneladas/safra: R\$ 252.495.000



# PERDAS DE AÇÚCAR

ÁGUAS  
MULTIJATO

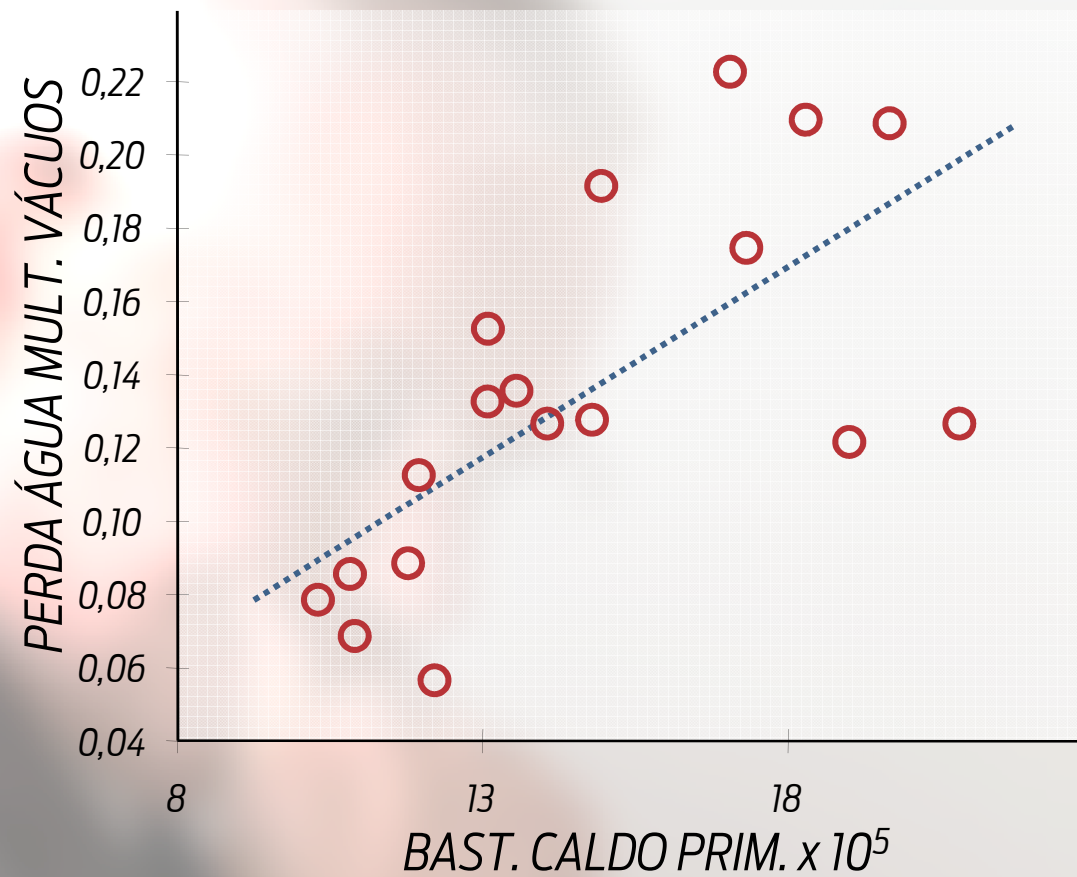


$$Y = 0,06025 + 0,00006 X \quad (** \quad r = 0,65768)$$

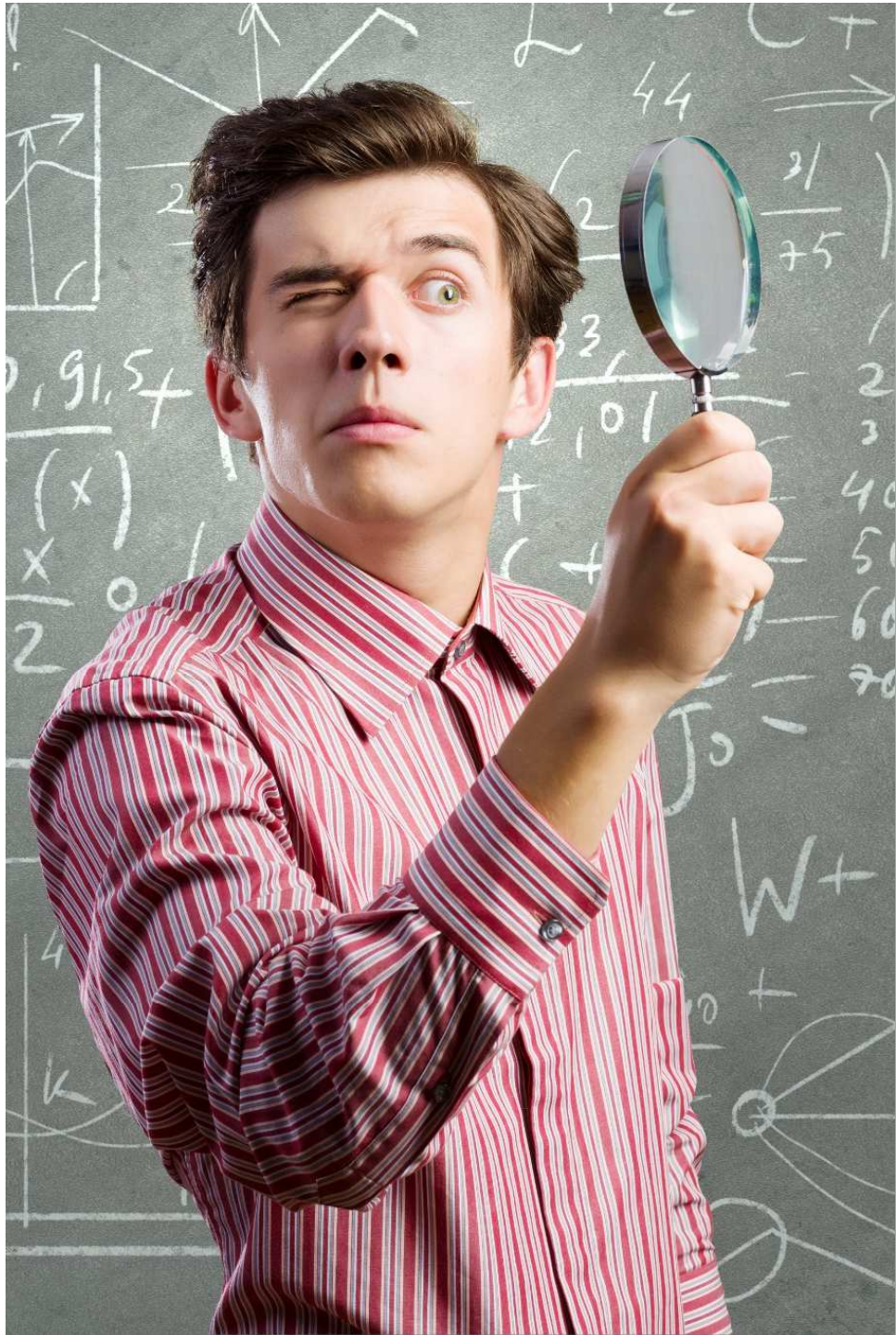




# PERDAS DE AÇÚCAR



$$Y = -0,01151 + 0,01039 X \quad (** \quad r = 0,68006)$$



# DESTILARIA

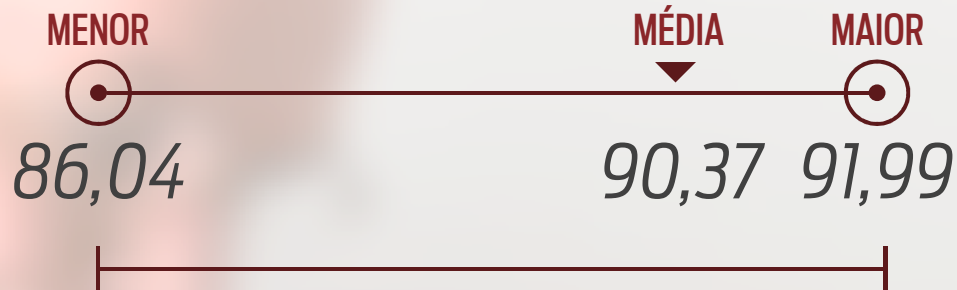
---

# PERDAS DE AÇÚCAR

## BENCHMARKING\*

% do Teórico

*RGD*  
*Rendimento Geral*  
*da Destilaria*



VARIAÇÃO: 5,95

Ⓢ R\$ 7.511.726 \*\*

\* Acumulado até setembro de 2014

\*\* Faturamento de uma usina que processa 2 milhões de toneladas/safra: R\$ 252.495.000





# PERDAS DE AÇÚCAR

## BENCHMARKING\*

% ART Cana

Vinhaça +  
Flagmassa (%)



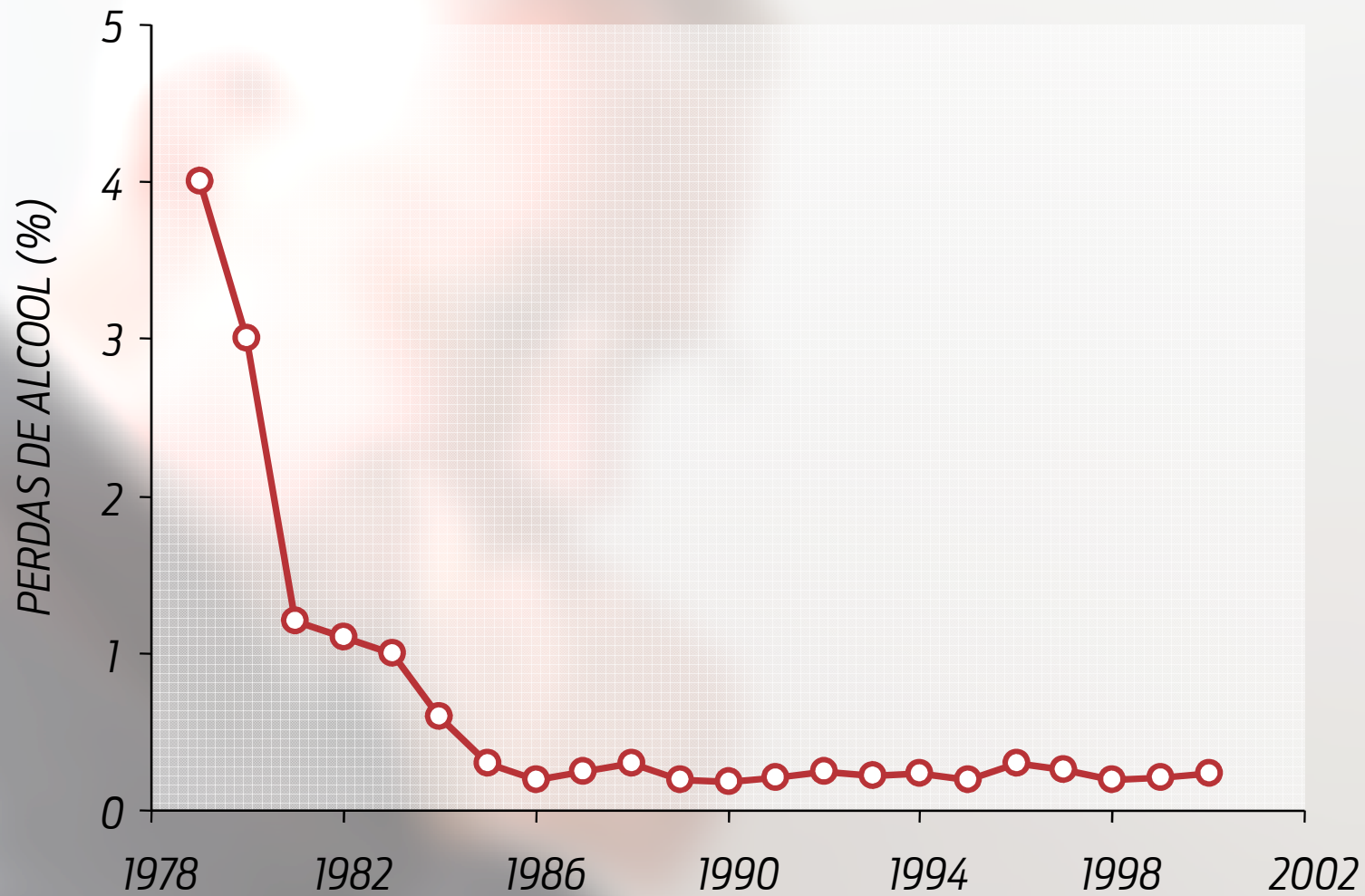
💰 R\$ 1.729.591\*\*

\* Acumulado até setembro de 2014

\*\* Faturamento de uma usina que processa 2 milhões de toneladas/safra: R\$ 252.495.000



# PERDAS DE ÁLCOOL NA VINHAÇA E FLEGMAÇA



# CONCLUSÃO

---

*Para gerenciar bem, é necessário ter informações confiáveis.*

*Para se ter informações confiáveis, é necessário ter um sistema adequado de amostragem, métodos analíticos, equipamentos e pessoal treinado.*





BONS AMOSTRADORES ▾



BONS LABORATÓRIOS ▾



BONS PROFISSIONAIS ▾





IMPORTÂNCIA DA MEDIÇÃO

CONFIABILIDADE DOS RESULTADOS

ESTUDOS DE CASO

A USINA DA SOBREVIVÊNCIA

# RECUPERADO TOTAL CORRIGIDO (RTC)

## O QUE É RTC?

*É o Rendimento Industrial utilizado pela Fermentec para:*

*Comparações entre unidades*

*Comparações entre safras, da mesma unidade*



# MATÉRIA-PRIMA X EFICIÊNCIA INDUSTRIAL

	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	GRUPO D
<b>RTC (%)</b>	<b>94,96</b> (95,54 - 94,38)	<b>92,80</b> (93,25 - 92,34)	<b>90,88</b> (91,48 - 90,29)	<b>87,90</b> (89,39 - 86,41)
<i>AR % CANA ANALISADO</i>	<i>0,75</i>	<i>0,79</i>	<i>0,82</i>	<i>0,89</i>
<i>IMPUREZAS MINERAIS (Kg/t)</i>	<i>6,9</i>	<i>9,1</i>	<i>10,9</i>	<i>11,4</i>
<i>DEXTRANA (mg/L NA BASE Brix)</i>	<i>755</i>	<i>775</i>	<i>790</i>	<i>823</i>
<i>CANA % ÁLCOOL NA BASE BRUX</i>	<i>0,16</i>	<i>0,23</i>	<i>0,25</i>	<i>0,32</i>
<i>TEMPO ENTREGA CANA GERAL (h)</i>	<i>12,1</i>	<i>19,8</i>	<i>23,5</i>	<i>44,7</i>

# EFICIÊNCIA INDUSTRIAL (RTC)

		GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	GRUPO D
<b>RENDIMENTOS</b>	<i>RTC (%)</i>	93,84	92,76	91,46	88,58
	<i>Recuperado total (%)</i>	89,39	88,50	87,17	84,90
	<i>L álcool absoluto/t</i>	80,21	78,60	77,00	74,96
	<i>Kg açúcar/ t cana</i>	107,76	104,57	102,08	99,95
<b>BALANÇO DE ART / PERDAS</b>	<i>Extração total ART (%)</i>	96,45	95,88	95,68	95,42
	<i>Rend. Geral da Destilaria (%)</i>	91,12	90,70	90,09	89,29
	<i>Torta (%)</i>	0,39	0,56	0,60	0,71
	<i>Água-lavagem cana (%)</i>	0,12	0,15	0,36	0,50
	<i>Água-multijatos geral (%)</i>	0,07	0,15	0,29	0,58
	<i>Água-residuais geral (%)</i>	0,21	0,24	0,36	0,83
	<i>Indeterminadas (%)</i>	1,57	2,17	2,53	4,24
<i>Nº Clientes</i>	26%	19%	28%	28%	

\* Até 30 de setembro de 2013



# RENDIMENTO GERAL DA DESTILARIA

	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	
<i>REND. GERAL DA DESTILARIA (%)</i>	91,07	90,40	88,76	
<b>PARÂMETROS</b>	<i>Mix de produção (%)</i>	37,41	49,55	59,04
	<i>Mel final - Pureza (%)</i>	61,49	59,50	58,24
	<i>Mel final - Acidez (base Brix)</i>	4,44	4,89	6,39
	<i>Vinho - Bastonetes x 10<sup>5</sup>/ml</i>	70,17	184,76	466,07
<b>INSUMOS</b>	<i>Ácido Sulfúrico (g/l álcool)</i>	4,40	5,80	7,43
	<i>Dispers.+Antiesp. (g/l álcool)</i>	0,40	0,55	0,62
	<i>Antibióticos (mg/l álcool)</i>	4,09	5,67	6,98
<i>Nº Clientes</i>	5	12	7	

\* Até 30 de setembro de 2013



# RECUPERADO TOTAL (RT)

$$RT = (B + C) / A \times 100$$

A: KG ART ENTRADO/CANA

B: KG AÇÚCAR ENSACADO/0,95

C: LITROS ÁLCOOL A 100%/0,6475

# RECUPERADO TOTAL (RT)

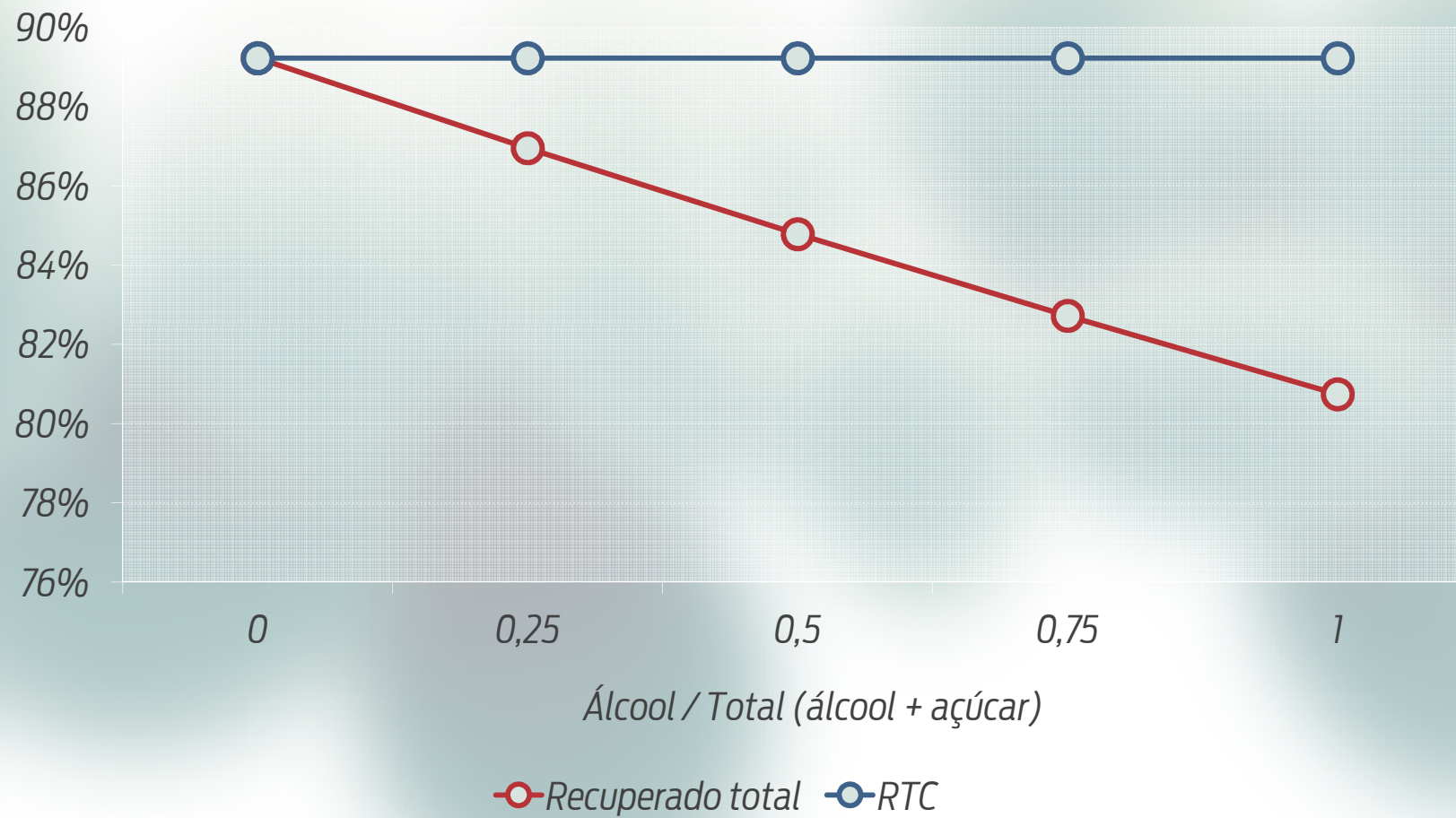
$$RTC = (B + C) / A \times 100$$

A: KG ART ENTRADO/CANA

B: KG AÇÚCAR ENSACADO/0,95

C: LITROS ÁLCOOL A 100%/(0,6475 x 0,92)

# RTC E RECUPERADO TOTAL







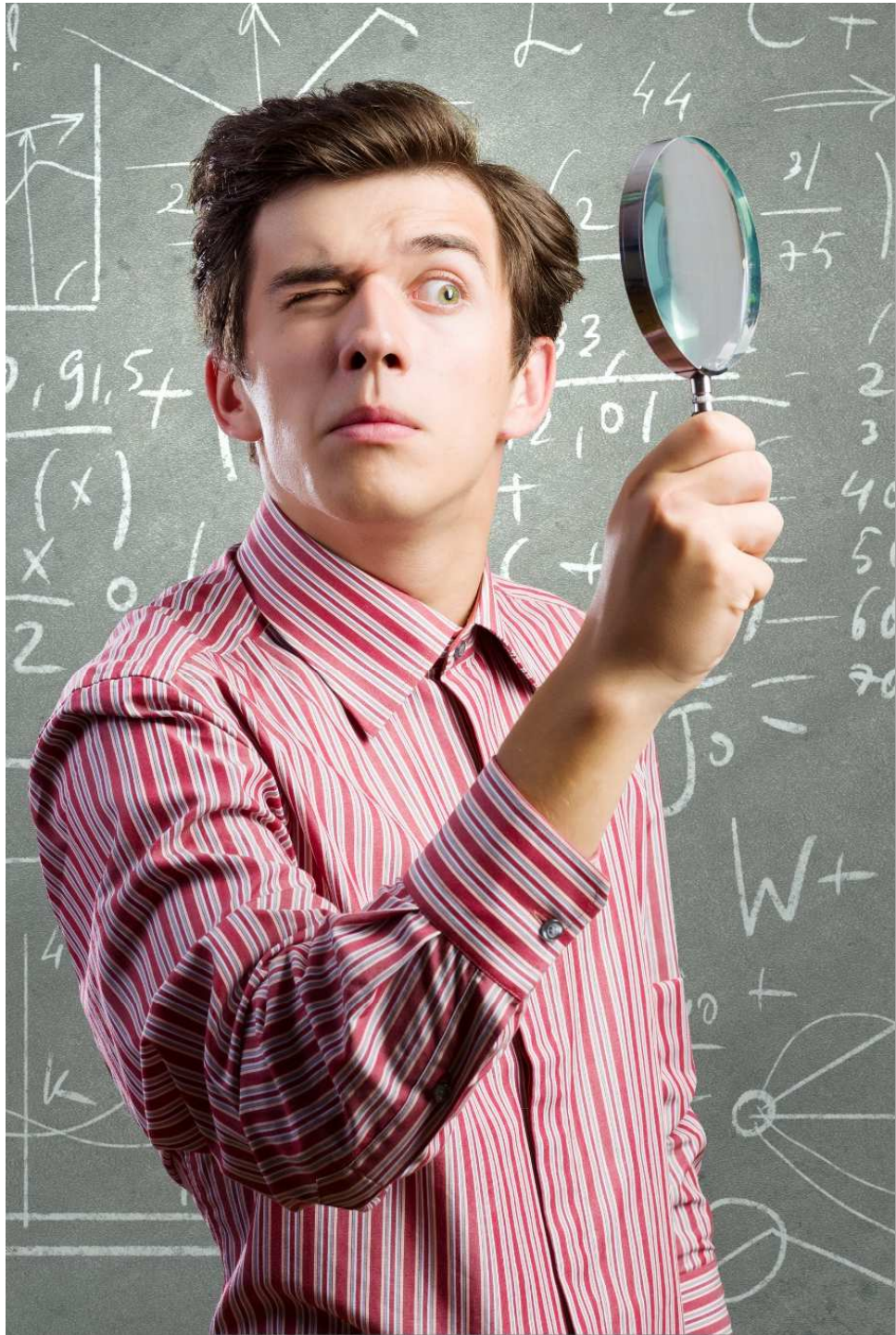
IMPORTÂNCIA DA MEDIÇÃO

CONFIABILIDADE DOS RESULTADOS

ESTUDOS DE CASO

A USINA DA SOBREVIVÊNCIA





# DESTRUIÇÃO DE AÇÚCAR NA EVAPORAÇÃO

---

# O QUE É UM BOM MARCADOR?

---



**BRIX**



**CLORO**



**POTÁSSIO**



# PERDAS POR DESTRUIÇÃO DE AÇÚCAR

---

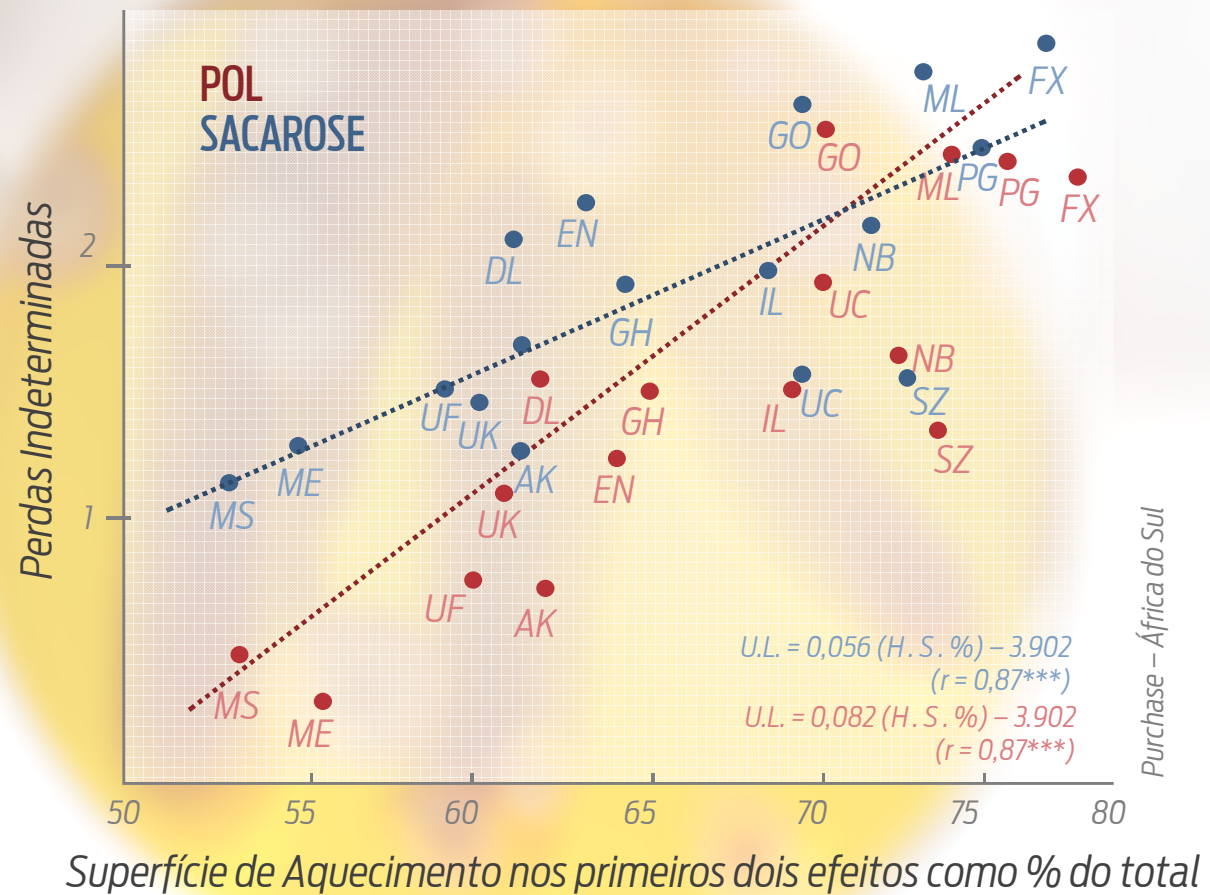
## CORRELAÇÃO

*Superfície de Aquecimento dos Pré-evaporadores*



*Aumento das Perdas Indeterminadas*

# SUPERFÍCIE DE AQUECIMENTO x AUMENTO DE PERDAS



# USINA A: LIMPEZA DOS EVAPORADORES

## ▶ ANTES DA LIMPEZA

AMOSTRA	PH	GLICOSE %/100° BRIX	FRUTOSE %/100° BRIX	SACAROSE %/100° BRIX	AR %/100° BRIX	AÇÚCAR TOTAL %/100° BRIX
CALDO CLARIFICADO	6,41	2,99	2,48	86,56	5,47	96,58
CALDO PRÉ Nº 6	6,28	4,80	4,22	84,23	9,02	97,68
CALDO PRÉ Nº 5	6,25	3,09	2,67	85,56	5,77	95,82
XAROPE	6,00	2,92	2,46	83,64	5,37	93,41

💰 R\$ 4.001.663

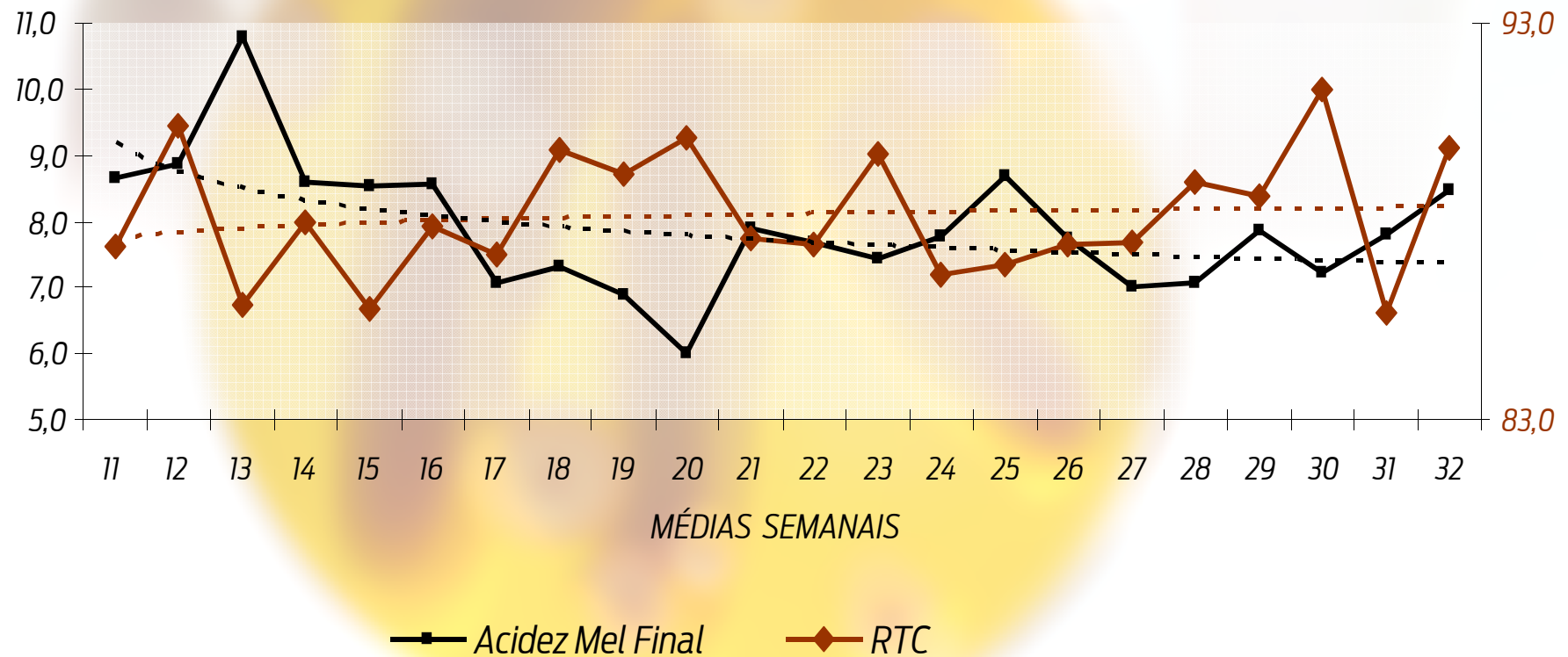


# USINA A: LIMPEZA DOS EVAPORADORES

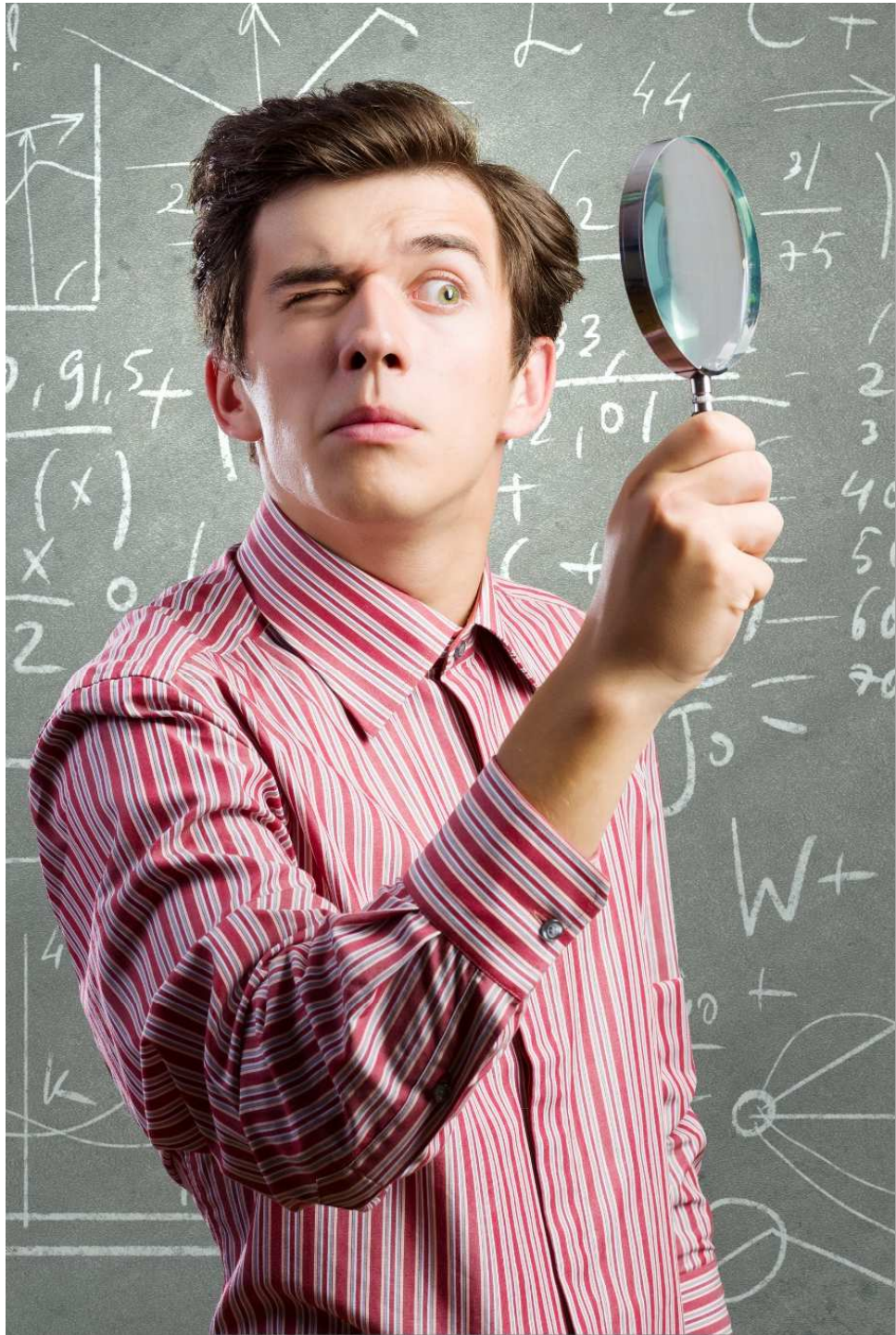
## ▶ DEPOIS DA LIMPEZA

AMOSTRA	PH	GLICOSE %/100° BRIX	FRUTOSE %/100° BRIX	SACAROSE %/100° BRIX	AR %/100° BRIX	AÇÚCAR TOTAL %/100° BRIX
CALDO CLARIFICADO	6,63	2,62	2,22	83,02	4,84	92,23
CALDO PRÉ Nº 6	6,50	2,48	2,11	83,04	4,59	92,00
CALDO PRÉ Nº 5	6,47	2,54	2,18	83,16	4,72	92,26
XAROPE	6,44	2,60	2,28	82,99	4,89	92,24

# USINA B: RTC X ACIDEZ MEL







# PERDA NA TORTA

---

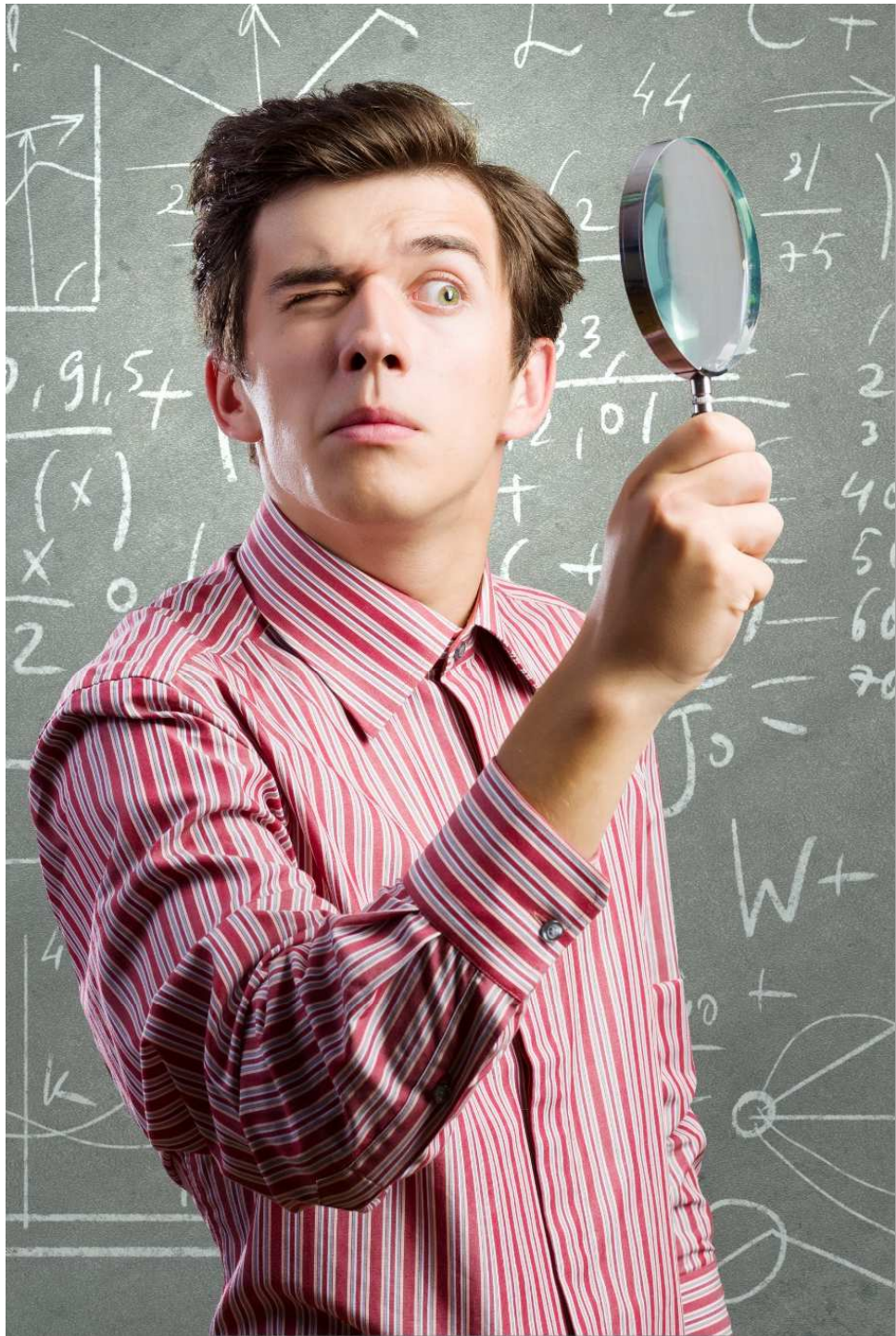


## USINA C: PERDAS NA TORTA DE FILTRO

	MULTIJATOS (%)	TORTA DE FILTRO* (%)	ÁGUAS RESIDUAIS FÁBRICA (%)	ÁGUAS RESIDUAIS DESTILARIA (%)
COLETA FERMENTEC (2,5H)	0,18	0,86	0,41	0,065
COLETA USINAC (24 H)	0,11	0,45	0,56	0,076



**R\$ 1.148.000** /safra nesta unidade



# PERDAS NA TORTA E ÁGUAS RESIDUAIS

---



## USINA D: PERDAS NA TORTA E ÁGUAS RESIDUAIS

	LAVAGEM DE CANA (%)	TORTA* (%)	ÁGUAS RESIDUAIS* (%)
COLETA FERMENTEC (24/07)	0,24	1,34	1,36
COLETA USINA D(23/07)	0,24	0,29	0,55
DIFERENÇA NAS MEDIÇÕES	-	1,04	0,81



R\$ 2.300.000

R\$ 1.780.000

**R\$ 4.080.000**

*/safra nesta unidade*



## USINA E: RENDIMENTO GERAL DA DESTILARIA – RGD

SEMANAS	BASTONETES / ML VINHO (X10 <sup>6</sup> )	RGD
10 - 15	20,2	88,0
16 - 23	2,9	89,0



**R\$ 400.000**

*no período nesta unidade  
(5 semanas)*

# USINA F: DESEMPENHO GERAL E RTC

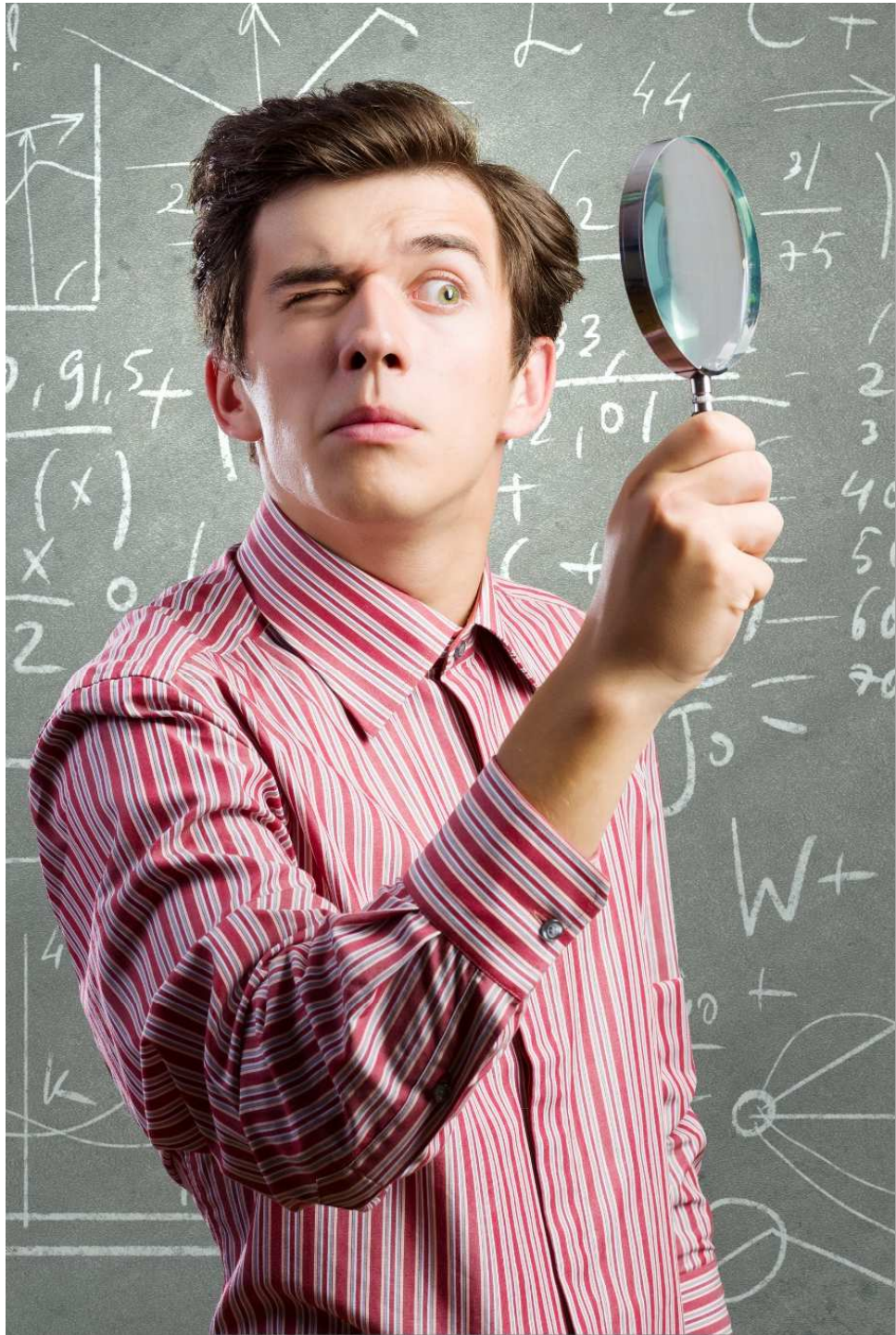
ANO	RTC	PERDAS ÁGUAS RESIDUAIS	ANTIBIÓTICO MG/L	H2SO4/ L ÁLCOOL	ENXOFRE CLARIF. G/SC	VINHO BAST. X 10 <sup>5</sup>	VINHO % ART	PERDA VINHAÇA %
2011	87,6	1,85	14,5	5,76	292	128,6	0,28	0,26
2012	90,8	0,05	13,8	3,86	310	51,7	0,12	0,16
2013	90,7	0,02	9,2	3,40	206	63,0	0,09	0,13
2014	93,1	0,01	9,6	2,39	215	75,1	0,04	0,19

**₹ R\$ 15.246.000\*** *na safra, nesta unidade*

*\*Moagem: 2.500.000 tc*





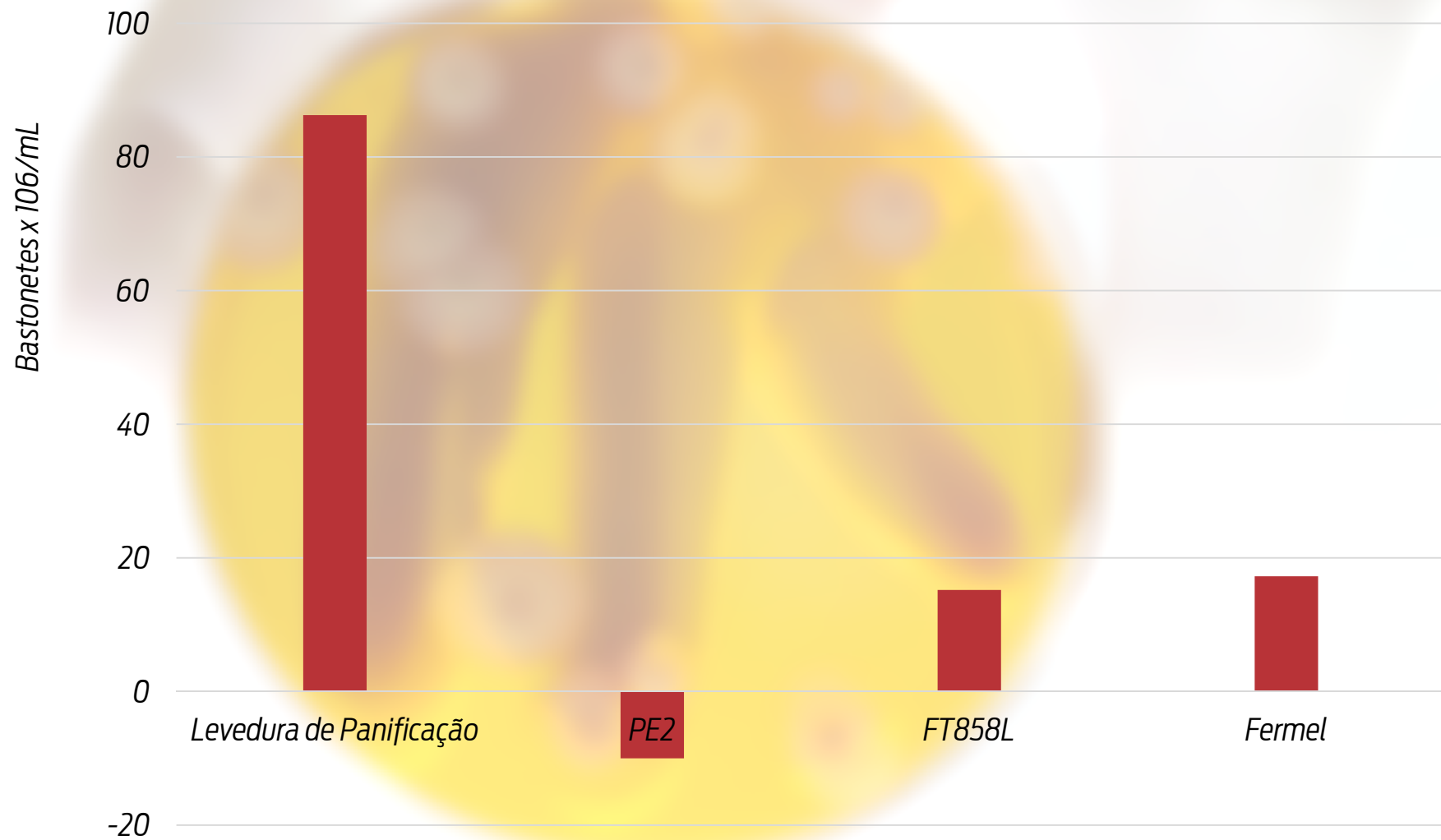


# LEVEDURAS SELECCIONADAS

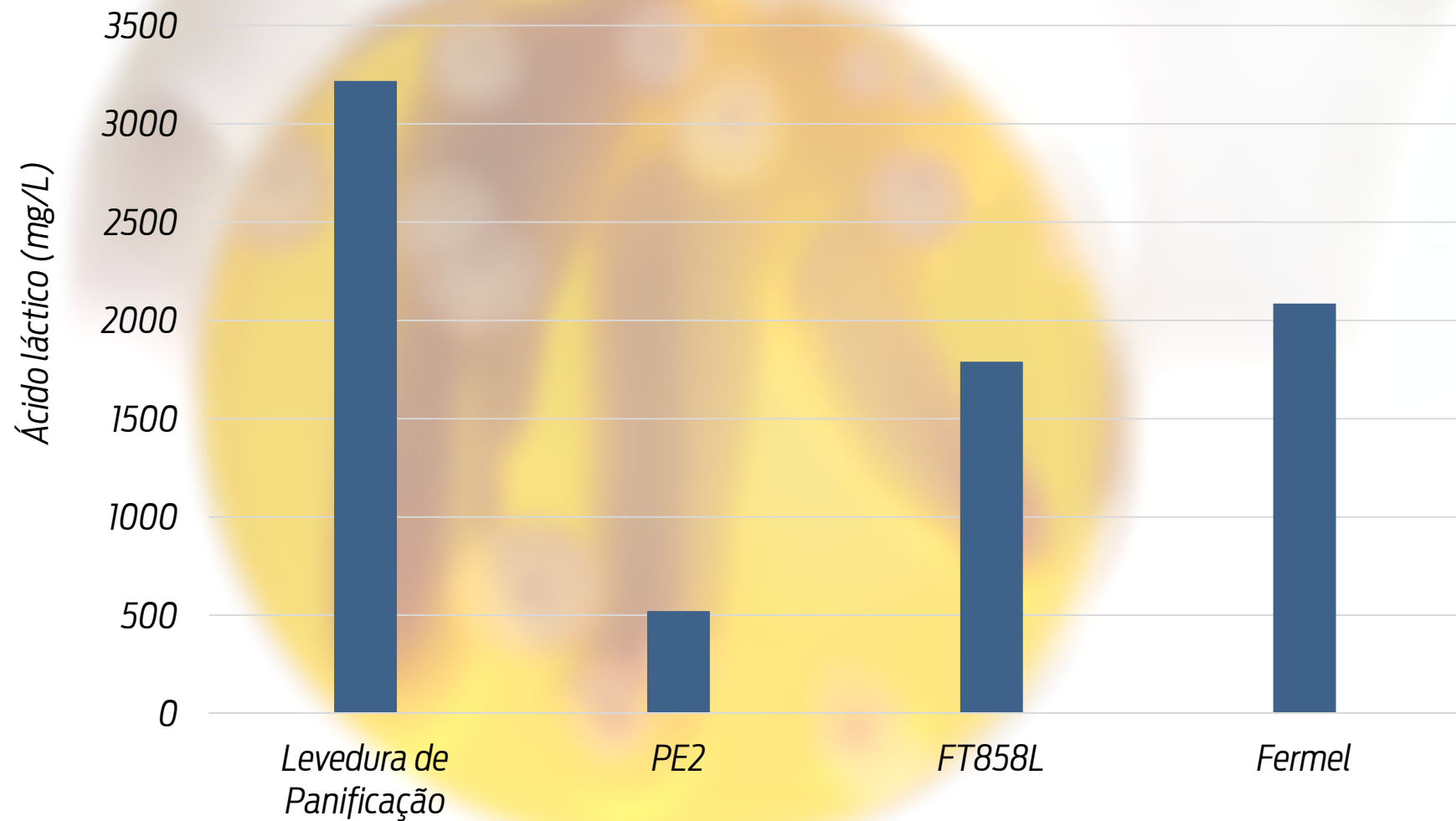
---



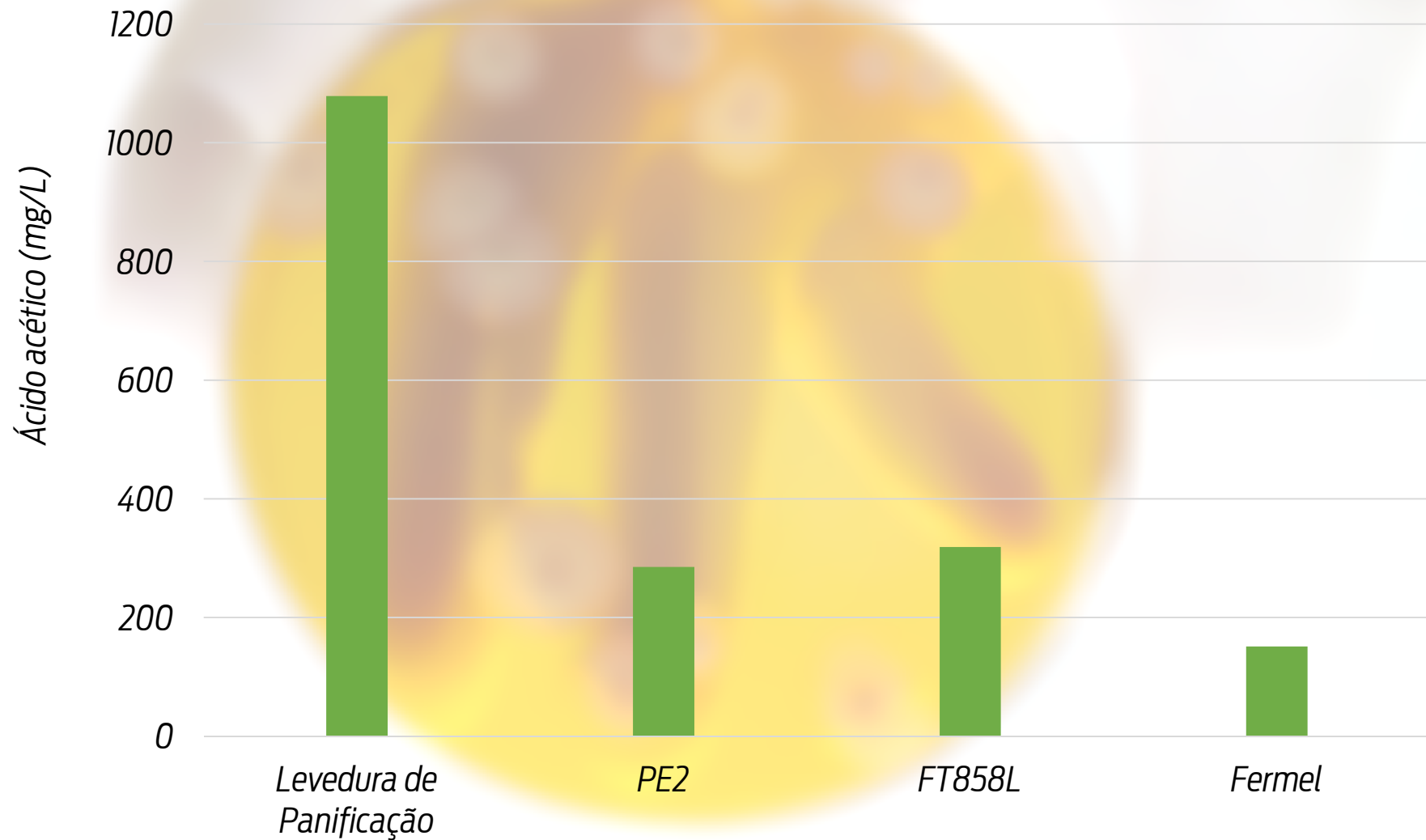
# INIBIÇÃO DAS BACTÉRIAS PELAS LEVEDURAS - CICLO 3 – CICLO 1



# INIBIÇÃO DAS BACTÉRIAS PELAS LEVEDURAS - CICLO 3 – CICLO 1



# INIBIÇÃO DAS BACTÉRIAS PELAS LEVEDURAS - CICLO3 – CICLO1





# COMPARATIVO DE CUSTOS

*para 100.000m<sup>3</sup> álcool*

PARÂMETRO	CONSUMO	CUSTO R\$ / m <sup>3</sup> álcool anidro
<i>Antiespumante + disp.*</i>	<i>0,55 g/L álcool</i>	<i>5,06</i>
<i>Ácido sulfúrico*</i>	<i>5,99 g/L álcool</i>	<i>2,38</i>
<i>Antibióticos*</i>	<i>7,51 mg/L álcool</i>	<i>1,88</i>
<i>Levedura selecionada</i>	<i>1.000 Kg</i>	<i>0,43</i>
<i>Cariotipagens</i>	<i>8 análises na safra</i>	<i>0,08</i>

*\* Média dos clientes Fermentec em 2013*




MUITO OBRIGADO



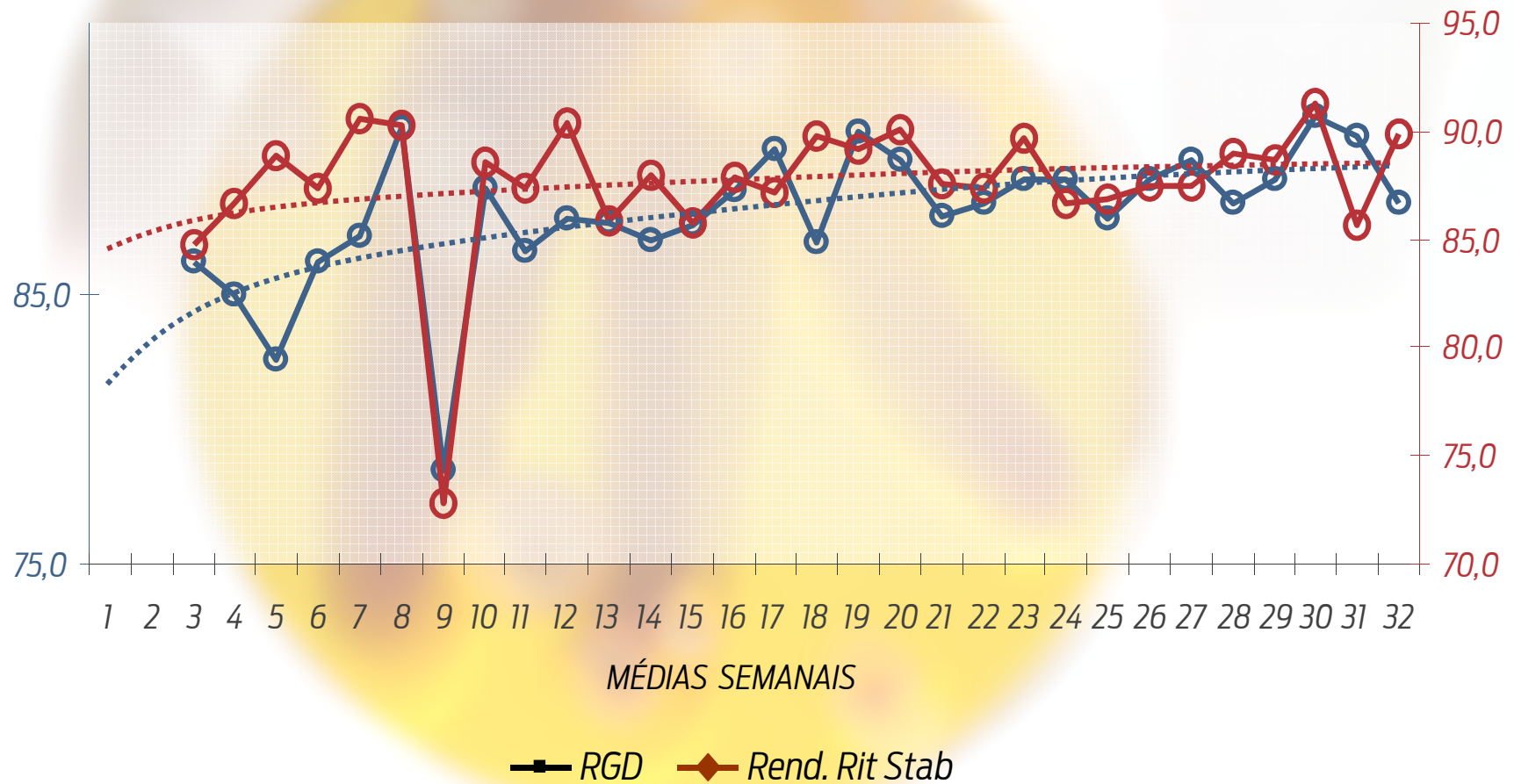
**HENRIQUE V. AMORIM, Prof.**

Av. Antonia Pazzinato Sturion, 1155  
13420 640 Piracicaba SP Brasil  
fone +55 19 2105 6100 fax +55 19 2105 6101  
contato@fermentec.com.br facebook.com/fermentec  
www.fermentec.com.br www.fermentecnews.com.br



- 
- **ART cana entrada**
  - **Perda água lavagem cana**
    - Extração (os problemas)
  - **Perda no tratamento de caldo (torta)**
  - **Perda na Evaporação (destruição/multijato)**
  - **Perdas nas águas residuais**

# RENDIMENTO GERAL DA DESTILARIA - RGD



# RECUPERADO TOTAL (RT)

A. KG ART ENTRADO / CANA

B. KG AÇÚCAR ENSACADO / 0,95

C. L ÁLCOOL A 100% / 0,6475

$$RT = ( B + C ) / A \times 100$$



# RECUPERADO TOTAL CORRIGIDO (RTC)

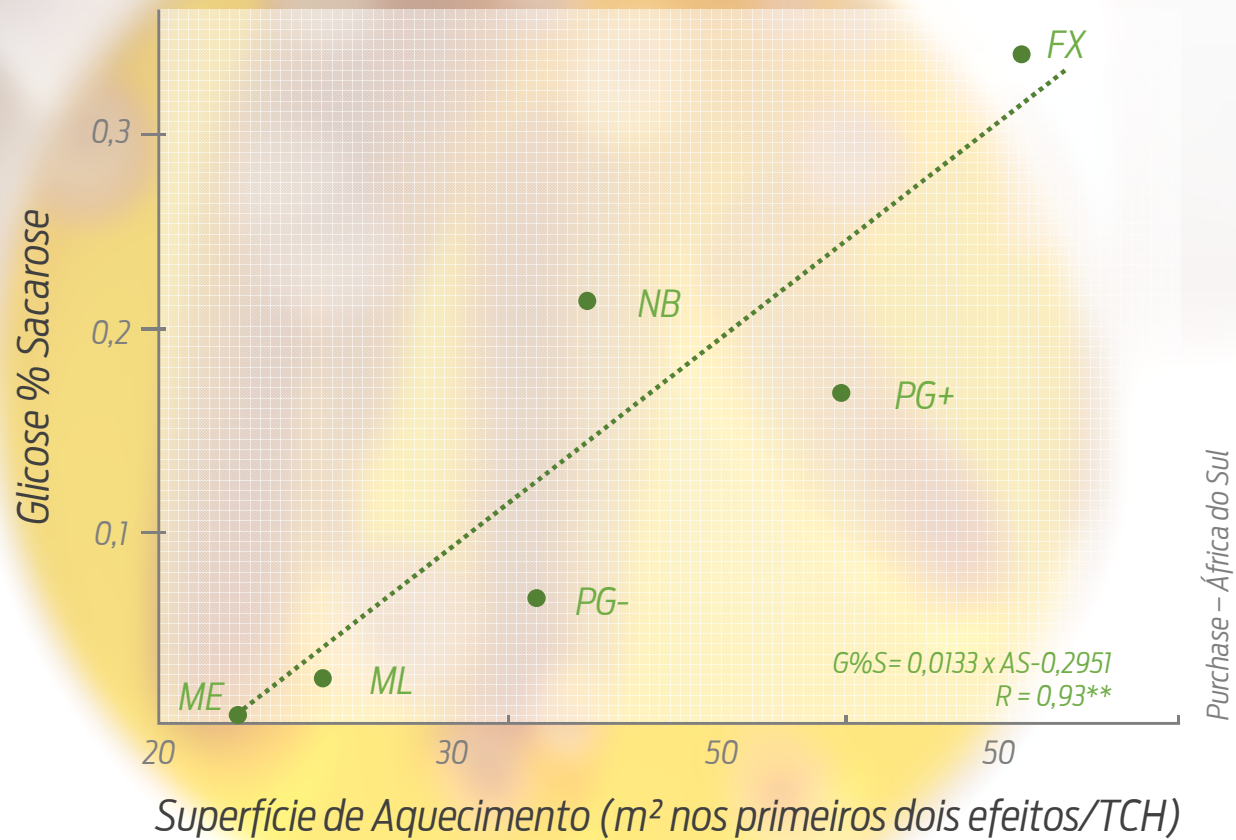
A. KG ART ENTRADO / CANA

B. KG AÇÚCAR ENSACADO / 0,95

C. L ÁLCOOL A 100% / ( 0,6475 X 0,92 )

$$RTC = ( B + C ) / A \times 100$$

# SUPERFÍCIE DE AQUECIMENTO x AUMENTO DE PERDAS



# LIMPEZA DOS EVAPORADORES

Usina A - 2005

## ▶ DEPOIS DA LIMPEZA

AMOSTRA	PH	GLICOSE %/100° BRIX	FRUTOSE %/100° BRIX	SACAROSE %/100° BRIX	AR %/100° BRIX	AÇÚCAR TOTAL %/100° BRIX
CALDO CLARIFICADO	6,41 ▶ 6,63	2,99 ▶ 2,62	2,48 ▶ 2,22	86,56 ▶ 83,02	5,47 ▶ 4,84	96,58 ▶ 92,23
CALDO PRÉ Nº 6	6,28 ▶ 6,50	4,80 ▶ 2,48	4,22 ▶ 2,11	84,23 ▶ 83,04	9,02 ▶ 4,59	97,68 ▶ 92,00
CALDO PRÉ Nº 5	6,25 ▶ 6,47	3,09 ▶ 2,54	2,67 ▶ 2,18	85,56 ▶ 83,16	5,77 ▶ 4,72	95,82 ▶ 92,26
XAROPE	6,00 ▶ 6,44	2,92 ▶ 2,60	2,46 ▶ 2,28	83,64 ▶ 82,99	5,37 ▶ 4,89	93,41 ▶ 92,24



# LIMPEZA DOS EVAPORADORES

Usina A - 2005

## ▶ DEPOIS DA LIMPEZA

AMOSTRA	PH	GLICOSE %/100° BRIX	FRUTOSE %/100° BRIX	SACAROSE %/100° BRIX	AR %/100° BRIX	AÇÚCAR TOTAL %/100° BRIX
CALDO CLARIFICADO	6,41 ▶ 6,63	2,99 ▶ 2,62	2,48 ▶ 2,22	86,56 ▶ 83,02	5,47 ▶ 4,84	96,58 ▶ 92,23
CALDO PRÉ Nº 6	6,28 ▶ 6,50	4,80 ▶ 2,48	4,22 ▶ 2,11	84,23 ▶ 83,04	9,02 ▶ 4,59	97,68 ▶ 92,00
CALDO PRÉ Nº 5	6,25 ▶ 6,47	3,09 ▶ 2,54	2,67 ▶ 2,18	85,56 ▶ 83,16	5,77 ▶ 4,72	95,82 ▶ 92,26
XAROPE	6,00 ▶ 6,44	2,92 ▶ 2,60	2,46 ▶ 2,28	83,64 ▶ 82,99	5,37 ▶ 4,89	93,41 ▶ 92,24

# LIMPEZA DOS EVAPORADORES

Usina A - 2005

## ▶ ANTES E DEPOIS DA LIMPEZA

