

# Considerações sobre o Rendimento Industrial STAB

## Seminário STAB Controle Industrial

**Florenal Zarpelon**

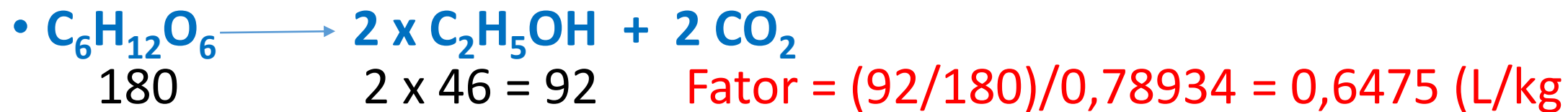
Eng. Químico – UFRJ/1969

fz7@uol.com.br

$$\text{RIT-Stab} = \frac{\text{kg Açúcar} + 1,63 \text{ Litros Álcool Anidro}}{\text{Toneladas Cana moída}} \quad (\text{kg Sacarose} / \text{tc})$$

- Publicado em 1994 para receber comentários / sugestões, e como resultado disso foi redigida a versão final publicada na Revista STAB em mar/abr 1995.
- Por sugestão L.A. Ribeiro Pinto, o Melaço esgotado, após investigações, foi considerado o que produzia 4,7 litros de Anidro / Saco Açúcar 50 kg, ao invés 5,83 considerado antes pelo IAA.
- Ou seja,  $4,7 \times 1000 / 50 = 94$  litros / tonelada Açúcar fabricado. Este dado serviu especialmente para o cálculo do RI-Stab, rendimento não levando em consideração o álcool produzido pelo melaço esgotado, ainda que hipotético.
- A Eficiência global na conversão de ART para Etanol foi considerada 90%.
- No trabalho IAA = 82,7% / Consecana atual 88,3%

# O fator 0,6475 , agora, 0,6480



180,162                      2 x 46,069                      Fator = (92,138/180,162)/0,78924  
= 0,6480 = 0,648 (L/kg ART)

• **C = 12 > 12,011 / H = 1 > 1,008 / O = 16 > 15,999**

**(IUPAC = International Union of Pure and Applied Chemistry - 1973)**

• **Massa Específica = 0,78934 kg/L > 0,78924 kg/L**

• **(OIML = Organização Internacional de Metrologia Legal - 1972)**

## O fator 1,63

- Litro Álcool Anidro (AA) = ART x 0,648 x 0,90
- ART = AA / 0,648 x 0,90
- ART = Sacarose / 0,95
- Sacarose / 0,95 = AA / 0,648 x 0,90
- **Sacarose** = AA x 0,95 / (0,648 x 0,90) = AA x 1,6289  
= **1,63 x AA**
- **Ou seja, para fabricar 1 Litro AA é necessário 1,63 kg Sacarose**

# Por que Eficiência Global da Destilaria de 90%?

- Porque entre as boas destilarias é uma média representativa
- Porque para boa comparação com safras diferentes ou entre usinas faz-se necessário o uso de uma eficiência constante e que seja representativa
- Porque com eficiência padrão constante as flutuações entram normalmente na avaliação do rendimento. Exemplo: 100 kg de ART enviado a Destilaria representam, para diferentes eficiências:
  - $100 \times 0,648 \times 0,92 = 59,62$  L AA >  $1,63 \times 59,62 = 97,2$  kg Sacarose aproveitada
  - $100 \times 0,648 \times 0,90 = 58,32$  L AA >  $1,63 \times 58,32 = 95,1$  kg “ “
  - $100 \times 0,648 \times 0,88 = 57,02$  L AA >  $1,63 \times 57,02 = 92,9$  kg “ “
  - $100 \times 0,648 \times 0,83 = 53,78$  L AA >  $1,63 \times 53,78 = 87,7$  kg “ “
- Se uma Destilaria tem eficienc. 83% e usa este valor no cálculo do fator:  
 $0,95 / (0,648 \times 0,83) = 1,77$  os 100 kg vão significar  $1,77 \times 53,78 = 95,2$  kg aprov ?

# Cana para Açúcar / Álcool – Mix de Produção

- Cana moída = 2.070.000 t

$$\text{RIT-Stab} = \frac{135.000 + 1,63 \times 92.000}{2.070} = 137,66 \text{ kg/tc}$$

- Açúcar fabricado = 135.000 t
- Álcool Anidro fabricado = 92.000 m<sup>3</sup>
- Açúcar que foi pro melaço esgotado:
  - $(94 \text{ L/tAç} \times 135.000 \text{ t Aç} \times 1,63 \text{ kg Aç/L}) / 1000 = 20.684,7 \text{ t Aç}$        $(94 \times 1,63 = 153,22)$
  - $\% \text{ Cana p/Açúcar} = (135.000 + 20.684,7) / (2.070.000 \times 137,66) / 10 = 54,63\%$
  - $\text{Cana p/ Açúcar} = 2.070.000 \times 0,5463 = 1.130.841 \text{ t}$
  - $\text{Cana p/Álcool} = 2.070.000 - 1.130.841 = 939.159 \text{ t}$
  - $\text{Álcool Residual} = 94 \text{ L/tAç} \times 135.000 / 1000 = 12.690 \text{ m}^3$
  - $\text{AA direto / tc} = (92.000 - 12.690) \times 1000 / 939.159 = 84,45 \text{ L/tc}$

# Cana para Açúcar / Álcool – Mix de Produção

- Cana moída = 2.070.000 t
- Açúcar fabricado = 100.000 t
- RIT-Stab =  $\frac{100.000 + 1,63 \times 113.472,4}{2.070} = 137,66 \text{ kg/tc}$
- Álcool Anidro fabricado =  $92.000 + 35.000/1,63 = 113.472,4 \text{ m}^3$
- Açúcar que foi pro melaço esgotado:
- $(94 \text{ L/tAç} \times 100.000 \text{ t Aç} \times 1,63 \text{ kg Aç/L})/1000 = 15.322 \text{ t Aç}$
- % Cana p/Açúcar =  $(100.000 + 15.322) / (2.070.000 \times 137,66)/10 = 40,47\%$
- Cana p/ Açúcar =  $2.070.000 \times 0,4047 = 837.730,6 \text{ t}$
- Cana p/Álcool =  $2.070.000 - 837.730,6 = 1.232.269,4 \text{ t}$
- Álcool Residual =  $94 \text{ L/tAç} \times 100.000 / 1000 = 9.400 \text{ m}^3$
- AA direto / tc =  $(113.472,4 - 9.400) \times 1000 / 1.232.269,4 = 84,46 \text{ L/tc}$

- **A metodologia de cálculo usando o RIT-Stab é consistente para qualquer mix de produção**
- **Uma Usina que fazemos assessoria calculava o rendimento de álcool direto pelo Sistema Copersucar. Numa previsão de safra recente, os números da simulação indicaram:**

<b>Mix Açúcar, %</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>
<b>L AH/ tc</b>	<b>89,4</b>	<b>90,3</b>	<b>90,7</b>	<b>91,6</b>	<b>92,6</b>

- **Mas, pra que serve o cálculo da Cana p/Açúcar e para Álcool?**
- **Dizem que serve para o cálculo do custo do Açúcar e do Álcool. Verdade? Pra informar algum burocrata do Governo? Ou somente somente pra criar conflitos na usina?**



# Mix de Produção

- **ATR ou EGI via RIT-Stab distribuído para fazer Açúcar e Álcool**

- **Exemplo:**

**Moagem 2.070.000 tc**

**ART na Cana 155 kg**

**EGI = 93,5%**

**ART disponível pra virar Açúcar e Álcool:**

**= 2.070.000 x 155 x 0,935 / 1000 = 299.994,8 t**

**Açúcar previsto 135.000 tc = 135.000 x 0,998 / 0,95 = 141.821 t**

**ART pra Álcool = 299.994,8 – 141.821 = 158.173,8 t**

**AA = 158.173,8 x 0,648 x 0,90 = ~ 92.000 m<sup>3</sup>**

# RIT-Stab ART / Sistema Consecana

- RIT-Stab e ATR Consecana: bastante similares

$$\text{RIT-Stab em ART} = \text{RIT-Stab} / 0,95 \quad (\text{kg ART recuperado} / \text{tc})$$

- EGI – Eficiência Geral Industrial usando RIT-StabART

$$\text{EGI} = (\text{RIT-StabART} / \text{ART na Cana}) \times 100$$

No exemplo:

$$\text{RIT-StabART} = (137,66 / 0,95) \times 100 = 144,9 \text{ kg ART/tc}$$

$$\text{EGI} = (144,9 / 155) \times 100 = 93,5\%$$

- Quando se calcula desta maneira o que falta de 100 são Perdas de Açúcar no Processo: Moagem, Tratamento Caldo, Fabricação Açúcar, Destilaria, Indeterminadas. Aí, é correr atrás nas eficiências localizadas

# Pra terminar: K I S S

- **Keep It Simple Stupid**

- **Bobageiras Acadêmicas, inúteis na Indústria:**

- **Extração Reduzida**
- **Eficiência média / Eficiência Máxima (Sistema Copersucar)**
- **Balanço de ART**
- **ART do bagaço / Torta**
- **Umidade da Torta**
- **Eficiência de Separação Leveduras**
- **Uso de índices ultrapassados, como Rendimento IAA ou outros**
- **Etc. etc, etc, ...**

- **Usina precisa fazer tudo bem feito, mas reduzindo custos (gastando só o necessário).**

**“Leve pro seu futuro o que servir pra construir o seu futuro”**

Lamento que o RIT-Stab não tenha sido incluído no resumo para discussão neste Seminário, mas agradeço ao Dr Stupiello pela oportunidade que me deu de fazer esta exposição

**Obrigado, e me desculpem pela irreverência**

**Estou disponível à perguntas ou comentários**