

Especificação Técnica – ET-95/335

## Resumo das Fórmulas de Rendimentos e Eficiência Utilizadas na Indústria Açucareira do Brasil

Piracicaba, Agosto de 2014 Manoel L. de Almeida

Piracicaba Engenharia Sucroalcooleira Ltda.



### 1. Simbologia

A = Produção de açúcar no período considerado em sacos de 50 kg.

Pol = Pol do açúcar produzido.

Pu = Pureza da cana

F = Fibra da Cana

L = Litros de Etanol produzido convertidos a 100° INPM a 20 °C.

PC = Pol da cana no PCTS.

C = Cana processada no período em ton.

**Re** = Relação estequiométrica, definida através da transformação dos açúcares redutores em etanol e considerando-se a massa específica do etanol puro a 20 °C. É o inverso do conhecido fator 0,6475 e igual a 1,544.

$$Re = 1,544 \times 0.95 = 1,467 \frac{kg \ sacarose}{l \ de \ etanol}$$

**ARC** = Açúcares redutores presentes na cana e possíveis de serem transformados em etanol.

**ART** = Açúcares redutores totais fermentescíveis, isto é, possíveis de se transformarem em etanol. É a Pol convertida em AR mais os ARC's presentes na cana.

$$ART_{cana} = \frac{PC}{0.95} + ARC$$

**ATR** = Açúcares totais recuperáveis expressos em açúcares redutores - utilizado para o pagamento da cana conforme critérios do CONSECANA.



### 2. Teoria

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{invertase} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 + \varepsilon$$
 $Sacarose + Água \longrightarrow Frutose + Glicose + Energia$ 
 $342 g + 18 g \longrightarrow 180 g + 180 g + 9 kcal$ 

Portanto, de 1,0 g de sacarose obtemos: 360/342 = 1,0526 g de AR.

$$2C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 4CH_3 - CH_2 - OH + 4CO_2 + \varepsilon$$
$$2 \times 180 \ g \ AR \longrightarrow 4 \times 46 \ g \ et anol + 176 \ g \ CO_2 + 32,6 \ kcal$$

$$360 g AR \xrightarrow{} 184 g etanol$$

$$100 g AR \xrightarrow{} x g etanol$$

$$x = 51,11 g etanol absoluto$$

Portanto em cada 100 g de AR, obtemos 51,1 g de etanol absoluto.

Transformando em volume a 20°C:

$$d_{AH} = 0,8093$$

$$d_{abs} = 0,7893$$

$$d_{AA} = 0,7915$$

$$x = \frac{51,11}{0,7893} = 64,753 \text{ ml}$$

Então, em 100 g de AR obtemos:

- 48,89 g de CO<sub>2</sub>
- 51,11 g de Etanol abs.
- 64,755 ml de Etanol abs (20°C)
- 9,06 kcal Liberação



### 3. Pagamento da Cana - CONSECANA-SP

Considera, para a remuneração da cana-de-açúcar, os seguintes parâmetros:

•	Perdas industriais	8,5%
•	Eficiência de fermentação	89,0%
•	Eficiência de destilação	99,0%
•	Participação na matéria prima:	
	<ul> <li>Açúcar</li> </ul>	59,5%
	■ AH e AA	62,1%

Fatores de transformação de: açúcar (branco e VHP), AH e AA em ATR, utilizados pelo CONSECANA:

•	1 kg açúcar branco equivale a *	1,0495 kg ATR
•	1 kg açúcar VHP equivale a **	1,0453 kg ATR
•	1 litro de AH equivale a	1,6913 kg ATR
•	1 litro de AA equivale a	1,7651 kg ATR

### Obs.:

### 4. Fórmulas

Cálculo do ATR (CONSECANA)

$$ATR = (9,5263 \times PC) + (9,05 \times ARC)$$
  
 $ATR = 0,915 ART$ 

Onde:

$$ARC = (3,6410 - 0,0343 \times Pu) \times (1 - 0,01 \times F) \times (1,0313 - 0,00575 \times F)$$

• Preço da tonelada de cana (VTC), em reais

$$VTC = Preço \ médio \ do \ kg \ do \ ATR \ [R$] \times ATR \ \frac{kg}{TC}$$

<sup>\*</sup>Açúcar especial com 99,7° Z e 0,04% umidade; \*\* Açúcar VHP com 99,3° Z e 0,15% umidade.



### 5. Exemplo Prático

Seja uma Usina, cuja análise da cana encontrou-se os seguintes resultados:

- PC = 14,8044PU = 87,13
- F = 12,53

### Cálculos:

Açucares Redutores da Cana (ARC)

$$ARC = (3,6410 - 0,0343 \times Pu) \times (1 - 0,01 \times F) \times (1,0313 - 0,00575 \times F)$$
  
 $ARC = 0,5475\%$ 

Açúcar Total Recuperável (ATR)

$$ATR = (9,5263 \times PC) + (9,05 \times ARC)$$
  
 $ATR = 145,99 \text{ kg/TC}$ 

Preço médio do kg do ATR

Este valor é estabelecido de acordo com a participação de cada produto no total do ATR produzido e fornecido mensalmente pelo CONSECANA:

Valor determinado: R\$ 0,4467

Preço da tonelada de cana (VTC) em reais:

$$VTC = Preço \ médio \ do \ kg \ do \ ATR \ [R$] \times ATR$$
  $VTC = R$ 65,14/ton$ 

**Obs.**: Maiores informações consultar "Manual de Instruções" CONSECANA-SP.



### 6. Rendimentos

Rendimento Industrial IAA

$$RI - IAA = \frac{0.8281 \times A \times 50 \times Pol + 1.4728 \times L}{C \times 0.993} \frac{kg}{TC}$$

Rendimento Industrial STAB

RI-STAR

$$RI - STAB = \frac{0.867 \times A \times 50 \times Pol + 1.416 \times L}{C \times 0.993} \frac{kg}{TC}$$

Rendimento Industrial Total STAB RIT-STAB

$$RIT - STAB = \frac{A \times 50 \times Pol + 1,630 \times L}{C \times 0.993} \frac{kg}{TC}$$

• Rendimento Industrial Total COPERSUCAR

**RIT-COP** 

$$RIT - COP = \frac{A \times 50 \times Pol + 1,467 \times L}{C \times 0.993} \frac{kg}{TC}$$

• UNICOP - Unidade COPERSUCAR de Produção

Para facilitar as estimativas de produção e remuneração das Usinas Cooperadas, a COPERSUCAR instituiu a UNICOP como sendo o açúcar total produzido em sacas, somados a todos os outros produtos fabricados (álcool, melaço, etc), atribuindo a estes, fatores de conversão para açúcar.

Assim sendo, para o álcool foi considerado que uma saca de açúcar standar (tipo 4) \* equivale a 34,048 litros de álcool hidratado ou de outra maneira: um litro de álcool hidratado corresponde a 1/34,048 = 0,02937 sacas de açúcar standar.

$$UNICOP = AH \times 0.02937 + AA \times 0.03172 + A \times F$$

Onde <u>AH e AA</u> são as produções de álcool hidratado e álcool anidro respectivamente, e <u>A</u> é a produção de açúcar no período considerado em sacas.

F = fator de padronização dos açúcares - vide a seguir



Para padronizar as polarizações dos açúcares produzidos, foram criados fatores de acordo com os diversos tipos de açúcares:

Tipo	Fator F
1	1,0034
2	1,0034
3	1,0018
4	1,00
VHP	1,00

### Obs.:

- O açúcar tipo 4, corresponde ao tipo standar\*.
- O açúcar VHP é considerado com Pol de 99,3, por isso o fator F é 1,00

Mais dois índices também são normalmente utilizados:

$$Rendimento\ UNICOP = \frac{UNICOP \times 50}{C} \quad \frac{kg}{TC}$$

$$Rendimento\ UNICOP = \frac{UNICOP}{C} \quad \frac{sacas}{TC}$$

### • Eficiência Industrial - El

$$Rencimento\ UNICOP = \frac{A \varsigma \acute{u} car\ equivalente\ nos\ produtos}{A \varsigma \acute{u} car\ da\ cana} \times 100\ [\%]$$
 
$$EI = \frac{A \times 50\ \times Pol + 1,467\ \times L}{C \times 0,95\ \times ART} \times 100\ [\%]$$

### • Eficiência Máxima - EM

$$EM = \frac{868}{915 + 75 \times \emptyset} \times 100 \, [\%]$$



Onde:

$$\emptyset = \frac{1,467 \times L}{1,467 \times L + A \times 50 \times Pol}$$

Eficiência Relativa - ER

$$ER = \frac{EI}{FM} \times 100 \, [\%]$$

Eficiência Geral Industrial – EGI

Nova maneira de expressar a Eficiência Industrial. **Vide detalhes na página 13.** 

### 7. Ágio da Cana

Ainda utilizado por muitas Usinas, inicialmente para o pagamento da cana pelo teor de sacarose, o AGIO nos dá indicação de quanto uma determinada amostra de cana é mais ou menos rica que uma cana escolhida como padrão.

Estamos fornecendo para fins de conhecimento, mas o ágio da cana não deve ser mais utilizado como parâmetro para o pagamento da cana.

$$\triangle GIO = \frac{PC(f)}{PC(p)} \times F(r)$$
 ou  $\triangle GIO = \frac{PC(f) \times F(r) - 1}{12,257} \times 100$ 

- PC(f) = Pol da cana real
- PC(p) = Pol da cana padrão
- F(r) = fator de recuperação baseado na pureza padrão

$$F(r) = 1,933 \left( 1 - \frac{40}{Pu - 1} \right)$$

No Estado de são Paulo:

- Pol da cana padrão ......12,257
- Pureza padrão ......83,87
- Fibra padrão ......12,57



### 8. Comentários

- O RI-STAB substituiu o RI-IAA que está desatualizado, pois na época o IAA considerou a Relação de Paridade Técnica (RTP) de 33,95 litros de álcool/saca de açúcar, hoje atualizada pela STAB em 36,45 litros/saca. Estas expressões têm dois graves inconvenientes: 1º) deduzem o álcool residual isto é, não consideram para o cálculo do rendimento industrial, o volume padrão do álcool residual produzido; 2º) distorcem o valor final, dependendo da proporção açúcar/álcool produzidos em cada Usina. Recomendamos não mais utilizar estas expressões nos boletins.
- O RIT-STAB e a UNICOP expressam de certo modo o equivalente financeiro obtido ou a obter pela Usina, já que pela paridade técnica, há equivalência entre o açúcar e o álcool produzidos.
- A diferença entre o RIT-STAB e o RIT-COP é que a STAB propôs eliminar a influência da relação de produção açúcar álcool nas comparações entre rendimentos. Assim a STAB dividiu a parcela da produção representada pelo álcool, pelo rendimento global da destilaria fixado em 90% (0,9).
   Em outras palavras, o RIT-COP não leva em conta que 10% do açúcar não é convertido em álcool. Para fins comparativos entre Usinas o melhor a se utilizar é o RIT-STAB.
- Os RIT são sempre calculados tendo como base o açúcar Standar.
   Por este motivo, nas expressões sempre aparece o fator 0,993, que é a Pol do açúcar Standar.
- Eficiência Industrial El: Indica a eficiência com que a Indústria transforma a matéria prima (açúcar da cana) em produtos (ou por outro lado, quanto da matéria prima é perdida no processo industrial).
- Eficiência Máxima EM: Seria o máximo aproveitamento que uma indústria considerada ideal conseguiria atingir dentro do estágio atual da arte e que operasse com a mesma relação açúcar/ álcool da Usina X.



Foi proposto pela COPERSUCAR os seguintes parâmetros máximos:

Perdas	Eficiência Máxima
Lavagem da cana	99,0%
Extração	97,0%
Tratamento do caldo	99,8%
Destilaria	99,5%
Fermentação	92,0%
Fábrica de Açúcar	99,0%

Utilizando estes parâmetros na fórmula da Eficiência Industrial, a COPERSUCAR desenvolveu a fórmula de Eficiência Máxima (EM).

- Eficiência Relativa ER: Fornece o potencial de recuperação que uma determinada indústria poderia conseguir.
   Por exemplo: uma determinada indústria teve uma ER = 94,5%. Isto quer dizer que esta Usina tem potencial para aumentar a sua recuperação em mais 5,5%, desde que os valores fixados sejam plenamente atingíveis.
- Boletins: Nos Boletins Semanais recomenda-se constar:
  - A Eficiência Geral Industrial EGI
  - As Eficiências Máxima e Relativa;
  - O RIT-STAB;
  - A UNICOP.
- Comercialização de outros produtos: Nas fórmulas não se incluiu a fabricação de outros produtos que a Usina pode comercializar (levedura, óleo fúsel, melaço, etc.). Caso isto aconteça, deve logicamente ser levado em conta e introduzido nos cálculos/fórmulas.
- Comentários finais sobre as Eficiências: A Eficiência Industrial é o parâmetro mais importante para mostrar o quanto da matéria prima (açúcar da cana) está sendo perdida (ou recuperada) durante o processamento. O problema é que a sua determinação é de difícil execução.



Como determinar a quantidade exata de açúcar que está entrando com a cana? Além da cana-de-açúcar ser uma matéria prima que apresenta grandes variações na sua composição e trazendo consigo muitas impurezas de natureza mineral e orgânica que interferem nas determinações, os métodos existentes de amostragem são ainda demorados e pouco precisos.

A análise da cana na esteira (cana desfibrada) é de mais simples execução, porém tem suas desvantagens: além de ser difícil uma amostragem significativa do material entrando na Usina, não leva em conta dois grandes focos de perdas (barração e limpeza da cana).

Estudos executados pela COPERSUCAR, mostraram que as variações da Eficiência podem chegar a 4,0 pontos percentuais, situandose normalmente na faixa de 2,0 a 2,5 para mais ou para menos.

Neste trabalho queremos salientar também que a comparação da <u>Eficiência</u> entre Usinas pode levar a erros grosseiros, pois a recuperação do açúcar está relacionada às condições físicas de cada parque industrial, isto é, uma Usina que tem 06 ternos de moenda, dornas fechadas com colunas de recuperação de álcool de alta eficiência e outros avanços tecnológicos, deverá ter maior <u>Eficiência</u>.

Devemos lembrar também, que nenhuma das fórmulas levam em conta que quanto maior a quantidade de açúcar produzido, maior será a Eficiência Industrial; em outras palavras: nas mesmas condições físicas do parque industrial, uma Usina que desvia todo o caldo para produzir açúcar e tem alta recuperação na Fábrica de Açúcar, deverá ter maior Eficiência (comparativa).

Nas mesmas condições, uma Usina A que tem uma Eficiência Industrial de 88,0%, poderá estar em piores condições de recuperação e transformação de açúcares, que uma Usina B que tem Eficiência Industrial (utilizando-se os mesmos métodos de determinação) de, digamos, 87,0%.

Com a **EGI**, retira-se as perdas que a levedura nos cobra na fermentação, limitada a 90% da eficiência global, fornecendo um parâmetro mais justo sobre o trabalho executado pela Usina e introduzindo um critério mais realista para as comparações (vide página 13).



Assim recomendamos que cada Usina, depois de uma cuidadosa análise de seu Parque Industrial, determine as Eficiências possíveis de serem alcançadas e coloque como meta em seus <u>Planos de Safra</u>, deixando de utilizar parâmetros de outras Usinas que nada têm em comum entre si.

### 9. Fatores de Conversão

- 1 litro de AA (99,3° INPM) = 0,9955 litros de álcool absoluto (100° INPM);
- 1 litro de AH (93,2° INPM) = 0,9556 litros de álcool absoluto (100° INPM);
- 1 litro de AH (93,2° INPM) 0,96 ≈ 1 litro de AA (99,3° INPM);
- 1 ton de melaço padrão (60% ART) ≈ 350 litros de AA (99,3° INPM);
- Litros de óleo fúsel (80° INPM) ≈ 806 litros de AA (99,3° INPM);
- 1 ton de levedura seca ≈ 2,0 ton de açúcar ≈ 1.200 litros de AA (99,3° INPM);
- 1 ton de HTM (75% ART) ≈ 430 litros de AA (99,3° INPM)

### 10. Classificação dos Açúcares:

Mesmo após a extinção do Instituto do Açúcar e Álcool, conhecido como IAA, se utilizou a classificação dos açúcares desenvolvida por este órgão, ainda por um bom tempo.

Com a criação da Copersucar na década de 1970, esta instituição, sentiu que esta classificação não atendia mais os interesses do mercado e das usinas cooperadas.

Assim, a Copersucar desenvolveu uma nova classificação, inicialmente para atender os clientes das usinas cooperadas, e hoje já utilizada por todas as usinas do Brasil. Esta classificação vem sendo frequentemente modificada por



esta instituição, visando atender as necessidades do mercado consumidor brasileiro e também do exterior, cada vez mais exigente.

A título de informação, fornecemos a classificação IAA, ainda utilizada por algumas empacotadoras e saudosistas daquele tempo.

### 10.1. Classificação COPERSUCAR Inicial

Parâmetros		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Fora de Especificação
Polarização (°S) a 20° C	Min.	99,8	99,8	99,7	99,5		
Umidade (%)	Máx.	0,04	0,05	0,07	0,10		
Cor ICUMSA (UI) (M)	Máx.	100	150	200	480	660	>660
Reflectância (%)	Min.	68	66	64	60		
Cinzas (%)	Máx.	0,04	0,04	0,07	0,10		
Res. Insolúveis (1-10)	Máx.	6	6	8	10		
Pontos Pretos Totais (nº/100g)	Máx.	8	15	20	30		
Part. Magnetizáveis (mg/kg)	Máx.	4	8	15	20		
Sulfito (mg/kg)	Máx.	20	20	20	70		

**Obs**.: Em anexo tabelas completas Copersucar de Especificação de Açúcar cristal branco, VHP e VVHP e também do Etanol – Safra 11/12.

### 10.2. Classificação IAA:

Parâmetros		Especial Extra	Especial	Superior	Standar
Polarização (°S) a 20° C	Min.	99,8	997	99,5	99,3
Umidade (%)	Máx.	0,04	0,04	0,04	0,15
Cor ICUMSA (UI) (M)	Máx.	150	230	480	760
Cinzas (%)	Máx.	0,05	0,07	0,10	0,15



### 11. Eficiência Geral Industrial - EGI

Durante nossas visitas às Usinas, temos notado interpretações muitas vezes distorcidas e mal compreendidas sobre a Eficiência Industrial (EI) das Usinas e Destilarias.

Até a pouco tempo, a Eficiência Industrial era uma determinação pouco confiável e poucas Usinas a consideravam como parâmetro de avaliação do desempenho da indústria. Algumas Usinas nem anotavam a El em seus boletins.

Com o contínuo aperfeiçoamento do sistema de amostragem e análise da cana, eliminação do depósito de cana (sem este os cálculos são mais precisos) e a não lavagem da cana (tudo que é pesado é processado) \*, a Eficiência Industrial vem se tornando cada vez mais confiável.

Assim a Eficiência Industrial passou a ser um parâmetro para determinação do desempenho da indústria e muitas vezes como referência comparativa de várias Usinas. Some-se a isto o sistema CONSECANA que estabeleceu o pagamento da cana e atribuiu o valor (mais recente) de eficiência geral industrial de 91,5%, tornando-se relevante a determinação da E.I.

\*No sistema de limpeza a seco da cana, tem que se descontar as impurezas retiradas (que são pesadas na mesma balança que pesa a cana) e portanto não processadas.

### 11.1. Eficiência Industrial - El

Com a introdução do sistema CONSECANA, passou-se a considerar os rendimentos em ATR (que é o ART x 0,915) e não mais em sacarose. Assim, a Eficiência Industrial, que antes se calculava em sacarose equivalente nos produtos, passou a ser calculada em relação aos ART 's dos produtos (equivalentes) e da cana.

### 11.2. Eficiência Geral Industrial (EGI)

### Introdução do fator 0,90

Prevendo evitar maiores distorções quando se fabrica mais açúcar ou mais álcool, as Usinas têm estabelecido o critério de considerar no cálculo dos ART's equivalentes do álcool, a eficiência da fermentação estabelecida em 90% (fator 0,90), pois sempre haverá, mesmo nas boas condições, perda de 10% de ART na fermentação (custo que a levedura nos cobra).



Desta maneira se estabelece um critério, digamos mais justo. A EGI será maior que a EI, reflete melhor a eficiência industrial (performance da Usina) e pode-se comparar a eficiência das diversas Usinas com critérios mais próximos da realidade.

### 11.3. Exemplo:

Determinar a EGI nas seguintes condições:

•	Moagem no mês	250.000 t
---	---------------	-----------

• Produções do mês:

•	Açúcar cristal tipo 1	120.000 sacas = 6.000 t
•	Açúcar VHP	240.000 sacas = 12.000 t
•	Álcool anidro (99,3º INPM)	3.000 m3 (2.987,3 m3 a 100° INPM)
•	Álcool hidratado (93,2º INPM)	6.100 m3 (5.829,3 m3 a 100° INPM)

a. Converter os açúcares produzidos em ART's:

$$Agúcar tipo 01 \qquad \text{Pol agúcar VHP} \\ ART_{agúcar} = \frac{(6.000.000 \times 0.998) + (12.000.000 \times 0.993)}{0.95} = 18.864.316 \ kg$$
 Fator de Conversão Pol/ART

b. Converter os álcoois produzidos em ART:

$$ART_{alcoois} = \frac{(2.987,3 + 5.829,3) \times 1.000}{0,6475 \times 0,90} = 15.129.300 \, kg$$

Fator Estequiométrico

c. Converter a Cana em ART

$$ART_{cana} = \frac{250.000 \times 149,11}{1.000} = 37.277.500 \ kg$$

d. Eficiência Geral Industrial - EGI



$$EGI = \frac{18.846.316 + 15.129.300}{37.277.500} \times 100 = 91,1\%$$

e. Calculo da Eficiência Industrial - El

Se fosse calculada a EI, teríamos:

$$ART_{\'alcoois} = \frac{(2.987,3 + 5.829,3) \times 1.000}{0,6475} = 13.616.370 \ kg$$

$$EI = \frac{18.846.316 + 13.616.370}{37.277.500} \times 100 = 87,0\%$$

### 11.4. Conclusões:

- a. A EGI será sempre maior que a EI, a menos que a Usina não faça álcool.
- b. Até o presente momento, este critério de se adicionar o fator 0,90 nos cálculos, não está estabelecido como regra, mas já há um consenso geral entre as Usinas da sua utilização. Assim recomendamos a utilização deste fator.
- c. Mesmo que a Usina tenha eficiência da fermentação maior ou menor que 90%, os valores da EGI também serão maiores ou menores.
  - Também se obterá informações mais precisas para a Diretoria da Usina, quanto às vantagens econômicas de se produzir mais açúcar e menos álcool e vice versa.
- d. A comparação entre as eficiências de várias Usinas fica mais próxima da realidade.



Para as Usinas que fazem muito açúcar, as perdas neste caso, podem ser maiores que Usinas que fazem mais álcool. Descontando-se a fermentação, note que as perdas para se fabricar açúcar são maiores que para se fabricar álcool.

As diferenças são pequenas e você que está lendo este trabalho, pode desenvolver um sistema de cálculo no Excel, e simular as várias EGI's em sua Usina, fazendo mais açúcar ou menos açúcar e tirar suas conclusões...

e. Recomendamos nos Boletins e nos Planos de Safra, colocar a EGI e não mais a EI.



### 12. Anexos

## ESPECIFICAÇÃO DE AÇÚCAR - SAFRA 11/12

	1			-			TIPO	DE ACÚCA	P			-	-
Características	Unidad	le	Tipo 1	Tipo 2 A	Tipo 2 B	Tipo 2 C	Tipo 2 D	Tipo 2 G	Tipo 3 A	Tipo 3 B	Tipo 3 C	VVHP	VHP
Cor ICUMSA	UI	máx.	100	150	150	150	150	150	180	250	400	450	1200
Residuo Insolúvel (comparativo)	1 a 10	máx.	5	*_5	9	5	-	4	9	-	-	-	-
Pontos Pretos	n° / 100g	máx.	7	7	15	12	-	7	15	30	40	-	-
Particulas Magnetizáveis	mg/kg	máx.	1	1	3	5	-	1	5	10	_ 15 4	-	
Polarização	• °Z	-	≥ 99,80	≥ 99,70	≥ 99,70	≥ 99,70	≥ 99,70	≥ 99,70	≥ 99,70	≥ 99,50	≥ 99,50	≥ 99,60	99,00 a
Umidade .	%	máx.	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0,04	0,04	0,07	0,07	0,10	0,20
Cinzas	%	máx.	0,04	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05	0,07	0,10	0,10	0,12	0,20
Sulfito .	mg / kg	máx.	10	10	10	10		10	15	15	20	1	
Dextrana	mg / kg	máx.	100	100	-	100	-	-	150	-	-	80	-
Amido	mg / kg	máx.	180	180	-	.*		-	180	-	-	80	-
Turbidez	NTU	máx.	20	20	-	20	-	20	20	-	-	-	-
Floco Alcoólico	Abs. 420	-	-	-		≤ 0,120	-	-	-	-	-		-
	AM em n	nm	0,5 a 0,8	0,5 a 0,8	0,5 a 0,8	-	-	máx. 0,60	0,5 a 0,8	-	-	-	2
Granulometria	CV em %	máx.	-	-	-		-	37	-	-		-	-
	% passante #70	máx.	-	-	-	7,5	-	-	-			-	-
Arsênio <sup>(1)</sup>	mg / kg	máx.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Chumbo (1)	mg / kg	máx.	0,1	0,1	0;1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Coliformes a 45°C (2)	UFC /g	máx.	10	10	10	10	_ 10	10	10	10	10	10	10
Salmonelia sp (2)	em 25 g	-	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Residuo Insolúvel (gravimétrico)	mg/kg	máx.		-	-	7.1	-	-	-			120	•
Aparênoia +	-			-	Cristal brand	co, sem emp	edramento			Cristal a	marelado, s	em empedi	ramento
Sabor+	-						Doce	característi	00				
Odor	-						acterístico,						

<sup>(1)</sup> Análises de metais pesados são realizadas triméstralmente.
(2) Análises microbiológicas são realizadas mensalmente.

Características	Unidad					TIPO	DE AÇÚCAR	1			
- and a deconduction of	Onidad		Tipo 1	Tipo 2 A	Tipo 2 B	Tipo 2 C	Tipo 2 G	Tipo 3 A	Tipo 3 B	Tipo 3C	VVHP
Resíduo Insolúvel (gravimétrico)	mg / kg	máx.	20	20	20	20**	20	60	100	100	
Dextrana	mg / kg	máx.	-	-	100	**	-	-	100	-	-
Amido	mg / kg	máx.	-	-	-	**	-	-	-	-	-
Filtrabilidade (80 ml)	minutos	máx.	-	-	-	3,5	-	-	-	-	-
Floco Áeido - 10 dias		- :	-	-	-	Negativo	-	-	-	_	_
Distribuição granulomé	trica			Inforn	nar percentual	retido por pen	eira		-	-	-
	AM em mm	mín,	-	-		.	-	-	-	-	0,9
Granulometria	CV em %	máx.	35	35	35	-		35		* .	25
	% passante # 70	máx.	-		-	-	-		-	-	0,2
Turbidez	NTU	máx.	-	-	-	-			-	-	50

Os valores que constam nesta tabela são apenas valores de referência.

\*\* Estes valores devem ser obrigatoriamente indicados.



ADO INDUSTRIAL

HR 807.1 94,0 92,0

H<sub>2</sub>

809,3 93,8 96,0

92,0

0,2

20

6,0 a 8,0

250

# ESPECIFICAÇÃO DE ETANOL INDUSTRIAL - SAFRA 11/12

Cannotarielises (Marcial Indicates)         Indicate (Marcial Indicates)         Indicates (Marcial Indicates)	TABELA 3: ESP	SPECIFICAÇ	AO ETANOL A	ECIFICAÇAO ETANOL ANIDRO INDUSTRIAL	STRIAL	-	TABELA 4: E	TABELA 4: ESPECIFICAÇAO ETANOL HIDRATADO IN	D ETANOL HI	DRATADO IN
Canacteristicises         Ail         A2         A3           Capaciticus (20°C)         Ng /m²   mak         mak         P30.0         790.				-	Anidro	-	000000000000000000000000000000000000000	oid!	oper	
Expecifica (20°C)         kg / m² / m² km         máx         790,0         790,3         790,0         Massas Expecífica (20°C)         kg / m² m         máx m² km / m <t< th=""><th>Caracteristicas .</th><th>5</th><th>dade</th><th>A1</th><th>A2</th><th>A3 *</th><th>Caracteristicas ,</th><th></th><th>rane</th><th>· H1</th></t<>	Caracteristicas .	5	dade	A1	A2	A3 *	Caracteristicas ,		rane	· H1
coelito (20°C)         % m /m         min.         99.9         99.7         99.9         min.	Massa Específica (20°C)	kg/m³	, máx.	0,067	290,3	0'062	Massa Específica (20°C)	kg/m³	máx.	810,4
aggins         % m /m         min.         98.0         98.0         76.0         150.0         1	Teor alcoólico (20°C)	m/m%	· mín.	8'66	7,66	, 8'66	Teor alcoolico (20°C)	m/m%	mín.	95.3
e águsa         % m / m         máx.         0,200         0,300         0,200         Condutividade         mg / L         máx.           Indiade         u5/m         máx.         250         20         DH         mg / L         mg / L         máx.           Indiade         u5/m         máx.         4 (2)         5 8 0         Socio         mg / L         máx.           Indiade         mg / kg         máx.         4 (2)         4 (2)         4	Teor de etanol (1)	m/m%	mín.	0'66	0,66	0'66	Teor de etanol (1)	m/m%	mín.	92,0
total	Teor de água	m/m%	máx.	0,200	0,300	0,200	Acidez total	mg/L	máx.	20
Periode   US / m	Acidez total	mg/L	máx.	8	0	20	Condutividade	m/Sn	máx.	
Sodio   Max.   A   Sodio   Max.   Max.   A   Sodio   Max.   Max.   A   Sodio   Max.	Condutividade	m/Sn	máx.		250		Ferro	mg / kg	máx.	
Superiores   mg / kg máx.   4 (2)   4 (2)   4 (2)   1 (2)	Ha				6,5 a 9,0		Sódio	mg / kg	máx.	
Second   May   M	Sulfato	ma / ka	máx.	4(2)			Sulfato	mg / kg	máx.	
Transition   Tra		ma / ka	máx				Cloretos	mg / kg	máv.	
Decide   Figure   F		ma / ka	máx		0.07		Aspecto	1		
Protection   Pro	000	D :			(6).	,	Cor visual	,	ı	
Top   To	Nitrogênio	mg / kg +	max.	1	1/2)		Alcalinidade	,	1	
free         mg / kg         mäx.         10         5         Material não volátil         mg / L         mäx.           cto         LI         Acetadeido to Etila         mg / L         mäx.           sual         licolor         Negativa         Acetado Etila         mg / L         mäx.           sial         mg / L         mäx.         30         Negrativa         Negrativa         mg / L         mäx.           sial         mg / L         mäx.         30         100         Acetal         mg / L         mäx.           panol         mg / L         mäx.         300         100         Acetal         mg / L         mäx.           panol         mg / L         mäx.         600         100         Acetal         mg / L         mäx.           panol         mg / L         mäx.         600         100         Acetal         mg / L         mäx.           skiperiores         mg / L         mäx.         750         100         Acetal         mg / L         mäx.           skiperiores         mg / L         mäx.         750         100         Acetal         mg / L         mäx.           rexano         mg / L         mäx.         750	Fósforo	mg/L	máx.	1	0,15	0,15	Odor			
Acetaldeido   Pacetaldeido   Pacetaldeido   Pacetaldeido   Pacetaldeido   Pacetaldeido   Pacetaldeido   Pacetal   Pacetal	Enxofre	mg / kg	máx.	1	10	22	Material não volátil	mg/L	máx.	30
Metanol   Metanol   Metanol   Metanol   Metanol   Metanol   Mak.	4000				_			mg/L	máx.	80
isual biologo	Aspecto				١		Metanol	mg/L	máx.	09
inidade         Negativa         Negativa         Acetal         mg / L         mäx.           ial não volátil         mg / L         máx.         30         100         isopropanol         mg / L         mäx.           ial não volátil         mg / L         máx.         300         100         isobutanol         mg / L         máx.           panol         mg / L         máx.         600         -         100         Glolohexano.         mg / L         máx.           panol         mg / L         máx.         600         -         Glolohexano.         mg / L         máx.           in caracteristicos         mg / L         máx.         600         -         Glolohexano.         mg / L         máx.           in caracteristicos         mg / L         máx.         400         -         Glolohexano.         mg / L         mg / L           in caracteristicos         mg / L         máx.         400         -         Glorohexano.         mg / L         máx.           in caracteristicados         mg / L         máx.         10         máx.         10         máx.         Corp. P-Co.         mg / L         máx.           inipido de serior correstografia escesa.         mg / L         má	Corvisual	•			Incolor		Acetato de Etila	mg / L	máx.	120
Intercomplementar and classifications   March   Intercomplementar and classifications   March   Marc	Alcalinidade		,		Negativa		Acetal	mg/L	máx.	100
National Parison					Cortoriotoco		Isopropanol	mg/L	máx.	20
mg / L         máx.         30         N-butanol         mg / L         máx.           mg / L         máx.         -         300         100         Isobutanol         mg / L         máx.           mg / L         máx.         600         -         100         Benzeno (UV)         mg / L         máx.           mg / L         máx.         600         -         100         Hidrocatonetos         % vol         -           mg / L         máx.         400         -         15         Hidrocatonetos         -         mg / kg         -           mg / L         máx.         400         -         15         MEG         máx.         máx.           mg / L         máx.         300         -         16         DEG         -         máx.           mg / L         máx.         300         -         16         DEG         -         máx.           mg / L         máx.         300         -         16         DEG         -         máx.           mg / L         máx.         300         -         10         -         máx.           mg / L         máx.         -         10         -         -         máx	Odor	1	,		Calaciensiico		N-propanol	mg/L	máx.	180
mg / L         máx.         50         Isobutanol lisoamilico.         mg / L         máx.           mg / L         máx.         600         -         100         Benzeno (UV)         mg / L         máx.           mg / L         máx.         600         -         100         Giclohexano.         % vol         -           mg / L         máx.         750         100         500         Crotonaldeido         mg / k         -           mg / L         máx.         10         -         15         MEG         máx.           mg / L         máx.         10         -         10         DEG         máx.           mg / L         máx.         300         -         *         *         *         máx.           mg / L         máx.         300         -         *         *         *         *         *           mg / L         máx.         300         -         *         *         *         *         *         *           mg / L         máx.         *         *         *         *         *         *         *         *           máx.         *         *         *         *         <	Material não volátil	mg/L	máx.		30		N-butanol	mg / L	máx.	
mg / L         máx.         300         100         Isoamilico         mg / L         máx.           mg / L         máx.         600         -         100         Benzeno (UV)         mg / L         -           mg / L         máx.         600         -         Hidrocarbonetos         % vol         -           mg / L         máx.         750         1'000         500         Crotonaldeido         mg / L         -           mg / L         máx.         10         -         15         MEG         -         máx.           mg / L         máx.         300         -         10         DEG         -         máx.           mg / L         máx.         300         -         10         DEG         -         máx.           mg / L         máx.         300         -         10         DEG         -         máx.           mg / L         máx.         300         -         10         DEG         -         máx.           mg / L         máx.         -         -         -         -         máx.         -           mg / L         máx.         -         -         -         -         máx. <td< td=""><td>Gomas</td><td>ma / L</td><td>máx.</td><td>-</td><td>50</td><td>0</td><td>Isobutanol</td><td>mg/L</td><td>máx.</td><td>120</td></td<>	Gomas	ma / L	máx.	-	50	0	Isobutanol	mg/L	máx.	120
mg /L         máx.         600         -         100         Benzeno (UV)         mg / kg         -           mg /L         máx.         600         -         100         Enzeno (UV)         mg / kg         -           mg /L         máx.         600         -         Hidrocarbonetos         % vol         -           mg /L         máx.         750         7000         500         Crotonaldeido         mg / kg         -           mg /L         máx.         10         -         15         MEG         máx.         mg / L         máx.           mg /L         máx.         300         -         *         Or Pt-Co         -         máx.           mg /L         máx.         -         *         *         *         *         *           mg /L         máx.         300         -         *         *         *         *         *           mg /L         máx.         300         -         *         *         *         *         *         *           mg /L         máx.         *         *         *         *         *         *         *           máx.         *         *			1				Isoamílico	mg/L	máx,	200
mg / L         máx.         600         -         Ticlohexano.         mg / kg         -           mg / L         máx.         600         -         Ciclohexano.         mg / L         -           mg / L         máx.         750         1000         500         Hidrocarbonetos         % vol         -           mg / L         máx.         400         -         15         Hidrocarbonetos         -         -           mg / L         máx.         10         -         15         MEG         máx.         máx.           mg / L         máx.         300         -         10         Dec         náx.         -         máx.           mg / L         máx.         -         10         -         10         -         máx.           mg / L         máx.         -         -         máx.         -         máx.	Metanol	mg / L	шах.		200	001	Álcoois Superiores	mg / L	máx.	400
mg / L         máx.         600         -         Ciclohexano.         mg / L         -         mg / L         -         mg / L         -	Acetato de Etila	mg/L	máx.			100	Benzeno (UV)	mg / kg	1	
mg / L         máx.         600         -         Hidrocarbonetos         % vol         -           mg / L         máx.         750 , 7000         500         Hidrocarbonetos         -         -           mg / L         máx.         400         -         15 l         MEG         mg / L         -           mg / L         máx.         10         -         10         Dioxano         mg / L         máx.           mg / L         máx.         300         -         10         -         máx.         -           mg / L         máx.         -         -         -         máx.         -         máx.	N-propanol	. T/bm	· máx.	009	•		Ciclohexano .	mg/L	1	
mg / L         máx.         750 r         1000         500         Crotonaldeido         mg / kg           mg / L         máx.         400         -         15 r         MEG         nmg / L           mg / L         máx.         10         -         10         mg / L           mg / L         nmg / L         mg / L         mg / L           mg / L         nmg / L         mg / L           DEG         nmg / L         nmg / L           nmg / L         nmg / L         nmg / L           nmg / L         nmg / L         nmg / L           nmg / L         nmg / L         nmg / L           nmg / L         nmg / L         nmg / L           nmg / L         nmg / L         nmg / L           nmg / L         nmg / L         nmg / L		1/ 200	, when	600			Hidrocarbonetos	lov %	,	< 1 (4)
mg / L         máx.         750 , 1000         500         Crotonaldeido         mg / kg           mg / L         máx.         400 - 15 in MEG         mg / L         mg / L           mg / L         nmáx.         10 - 10 DEG         mg / L           mg / L         nmg / L         mg / L           mg / L         nmg / L         mg / L           nmg / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L         nmg / L         nmg / L           nm / L </td <td>Acetal</td> <td>HIG / L</td> <td>Παλ.</td> <td>200</td> <td></td> <td>-</td> <td>Hidrocarbonetos</td> <td></td> <td>,</td> <td></td>	Acetal	HIG / L	Παλ.	200		-	Hidrocarbonetos		,	
mg / L         máx.         400         -         15         Dioxano         , mg / L           mg / L         ng / L         mg / L           mg / L         DEG         mg / L           cor Pt-Co         Cor Pt-Co         mg / L           (°) - Analistado por cromatografía gasosa.         (°) - Analistado por cromatografía gasosa.         -           (°) - Analistado por cromatografía gasosa.         (°) - Analistado por cromatografía gasosa.         (°) - Analistado por cromatografía gasosa.           (°) - Analistado por cromatografía gasosa.         (°) - Analistado por cromatografía gasosa.         (°) - Analistado por cromatografía gasosa.	Álcoois Superiores	mg/L	máx.	750 ,	1,000	200	Crotonaldeído	mg / kg	. 1	
máx.         10         10         MEG         mg / L           mg / L         máx.         300         fordule H2 BASF - envoire máximo 1,8 mg/ kg.           Analisado por cromatografía gascosa.         Analisado por cromatografía gascosa.         Analisado por cromatografía gascosa.           Abaixo do limite de detecção do método.         Abaixo do limite de detecção do método.         Abaixo do limite de detecção do método.	Ciclohexano	mg / L	máx.	400	1	15 '	Dioxano	· mg/L		-
mg / L  Cor Pt-Co  Cor Pt-Co  Cor Pt-Co  (1) Analistado por cromatografia gascea. (2) Produto H2 BASF - envolre máximo 1,8 mg/ kg. (3) Abaixo do limite de detecção do método. NBR 13983	Corpto	1	máx	10		10	MEG	mg/L	máx.	
mg / L máx. 300 - • Cor Pt-Co - Cor Pt-Cor - Cor	COL PI-CO		IIIdA.	2		2	DEG ,	mg / L	máx.	
of A calcula de Eilleafa che decod MAI bedence Libercontillo a file Filling	Não identificados *	mg / L	· máx.	300	•		Cor Pt-Co	1	máx.	
n tenden de Elias lada despetables de despetables estilica	(1) - Analisado por cromatografía gasosa.	•				*	(1) - Analisado por cromatografía gasose	a. 1 8 mo/ kg		•
		oria.					(3) - Abaixo do limite de deteccão do mé	todo.		-
	( Li ) - Limpido e isellio de illipurezas.	11. 4	de Cille Heath, done	mood Honothed IA	Coilita LÉtar Etilias		(4) Absive do limite de detecção do mê	todo - NBR 13993		

0,5

9

30

3 3 2

20 10 20

< 0,1 (5)

< 0,1 (3) < 0,1 (3)

Ausente (6) < 0,5 (3) < 0,01 (3)

1,0

(3) - Abaixo do limite de detecção do método.

(4) - Abaixo do limite de detecção do método - NBR 13993.

(5) - Abaixo do limite de detecção do método por cromatografia gasosa.

(6) - Abaixo do limite de detecção do método - ASTM 1722.

(1 L.) - Limpido 🌣 isento de impureças.

10 9 20 19

90 4 90 8

12

Característico

Negativa

Incolor

9