

# WORKSHOP CONSECANA PARANÁ

REGULAMENTO DO CONSELHO DOS PRODUTORES  
DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ETANOL DO  
ESTADO DO PARANÁ – CONSECANA-PR.

## MÓDULO 02

### ANEXO I – Avaliação da qualidade da cana-de-açúcar para o Estado do Paraná.

SISTEMA FAEP



V&R Consultoria e Projetos Ltda.  
Ramón Orlando Villarreal

04 de Novembro 2021



## Módulo 2

**Duração:** 4 horas – 2 encontros de 2h - **Datas 04/11 e 07/11**

**Instrutor:** Ramon O. Villarreal (Consultor ALCOPAR)

**Regulamento do Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, |  
açúcar e etanol do estado do Paraná – Consecana-PR – PARTE II**

2.3 – Anexo I – Normas do sistema de avaliação da qualidade da cana-de-açúcar para o Estado do Paraná. (Páginas 67 a 74)

2.4 – Anexo II – Da formação do preço da tonelada de cana-de-açúcar e da forma de pagamento. (Páginas 75 a 82)

*Obs.: Manual Consecana – páginas 67 a 83.*

# ROTEIRO

1 — GLOSSÁRIO DE TERMOS SUCROENERGÉTICOS

2 — CANA-DE-AÇÚCAR : COMPOSIÇÃO TECNOLÓGICA

3 — TERMINOLOGIA SUCROENERGÉTICA. EQUAÇÕES FUNDAMENTAIS

4 — ESTEQUIOMETRIA DAS REAÇÕES – CONSECANA PARANÁ

5 — FLUXOGRAMA DO LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE

6 — **ANEXO I . Normas do sistema de avaliação da qualidade da cana-de-açúcar para o Estado do Paraná**

7 — EXEMPLOS DE CÁLCULO DE ATR

8 — BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

**TÉCNICOS  
SUCROENERGÉTICOS**



04/11/2021 **WORKSHOP CONSECANA PARANÁ**

**Módulo 2** - Regulamento do Conselho dos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e etanol do estado do Paraná - Consecana-PR - PARTE II

**Módulo 3** - Normas operacionais de avaliação da qualidade da cana-de-açúcar

Revisão : 01

Ramón Orlando Villarreal  
V&R Consultoria e Projetos Ltda

Maringá, Paraná.

2

# **CANA-DE-AÇÚCAR : COMPOSIÇÃO TECNOLÓGICA**

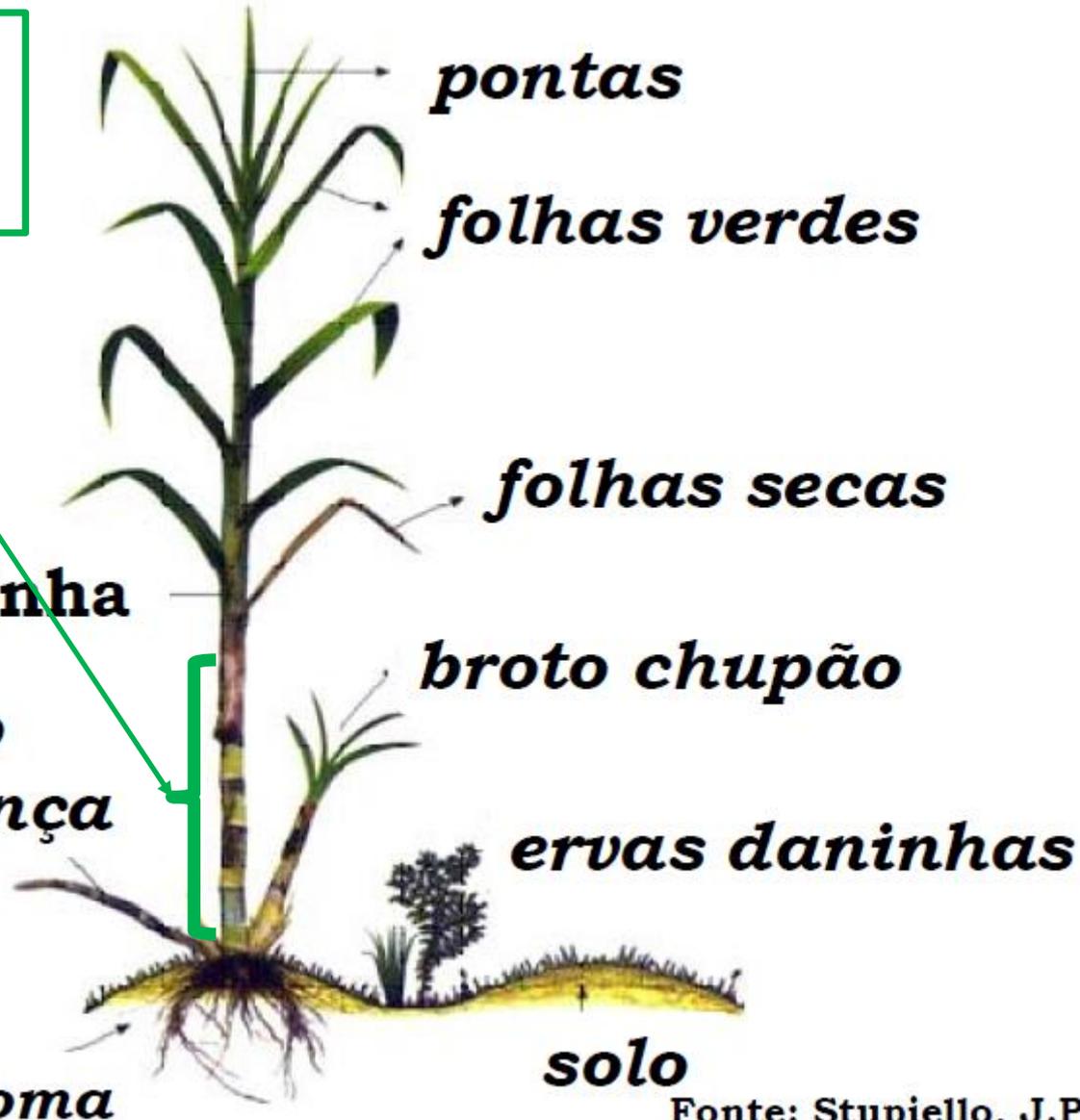
3

# **TERMINOLOGIA SUCROENERGÉTICA**

# CANA PLANTA

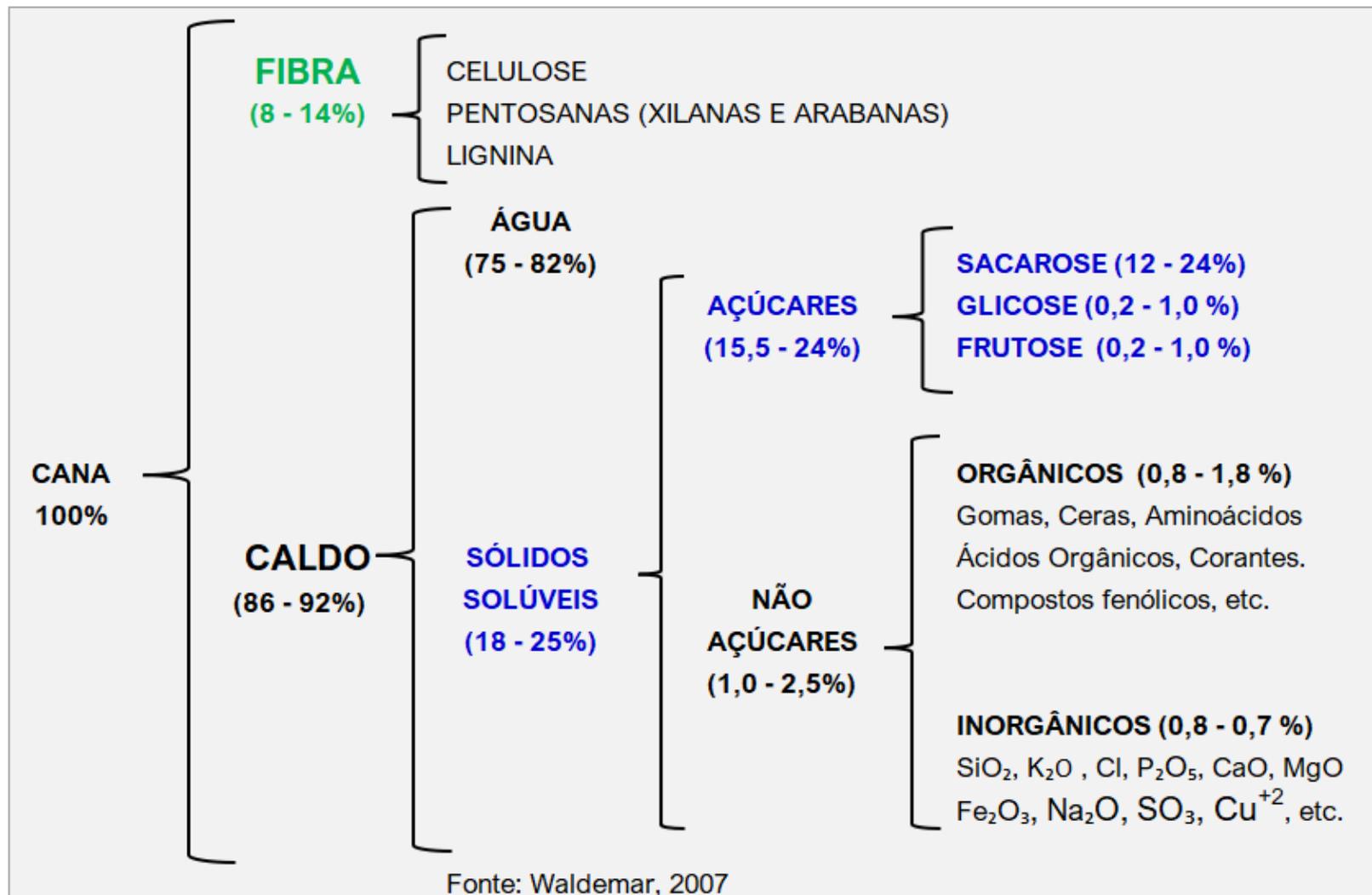
**COLMO**

Mateira prima  
de interesse



Fonte: Stupiello, J.P.

# COMPONENTES QUÍMICOS E TECNOLÓGICOS DOS COLMOS DA CANA-DE-AÇÚCAR



# QUALIDADE DA MATERIA PRIMA (CANA)

Fatores afetam a qualidade da matéria-prima destinada à indústria:

## ☐ Fatores intrínsecos:

- ✓ composição da cana (teores de açúcares, fibras, compostos fenólicos, amido, ácido aconítico e minerais),
- ✓ Variedade da cana,
- ✓ Clima (temperatura, umidade relativa do ar, chuva),
- ✓ solo e tratamentos culturais

## ☐ Fatores extrínsecos:

- ✓ Impurezas minerais e vegetais (terra, pedra, restos de cultura, plantas invasoras)
- ✓ compostos produzidos por microrganismos devido à sua ação sobre os açúcares do colmo.

# **NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA SUCROENERGÉTICA**

# NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA SUCROENERGÉTICA

OS COLMOS DA CANA SÃO CONSTITUÍDOS DE:

**CANA = SÓLIDOS INSOLÚVEIS + CALDO ABSOLUTO**

- ❑ COMPOSIÇÃO DO CALDO DE CANA : ÁGUA , SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS.
- ❑ SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS: AÇÚCARES E OUTROS COMPONENTES CHAMADOS DE NÃO AÇÚCARES.

**CALDO = SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS + ÁGUA**

COMPOSIÇÃO DO CALDO DE CANA:

**CALDO = SÓL. INSOLÚVEIS + SÓL. SOLÚVEIS + ÁGUA**

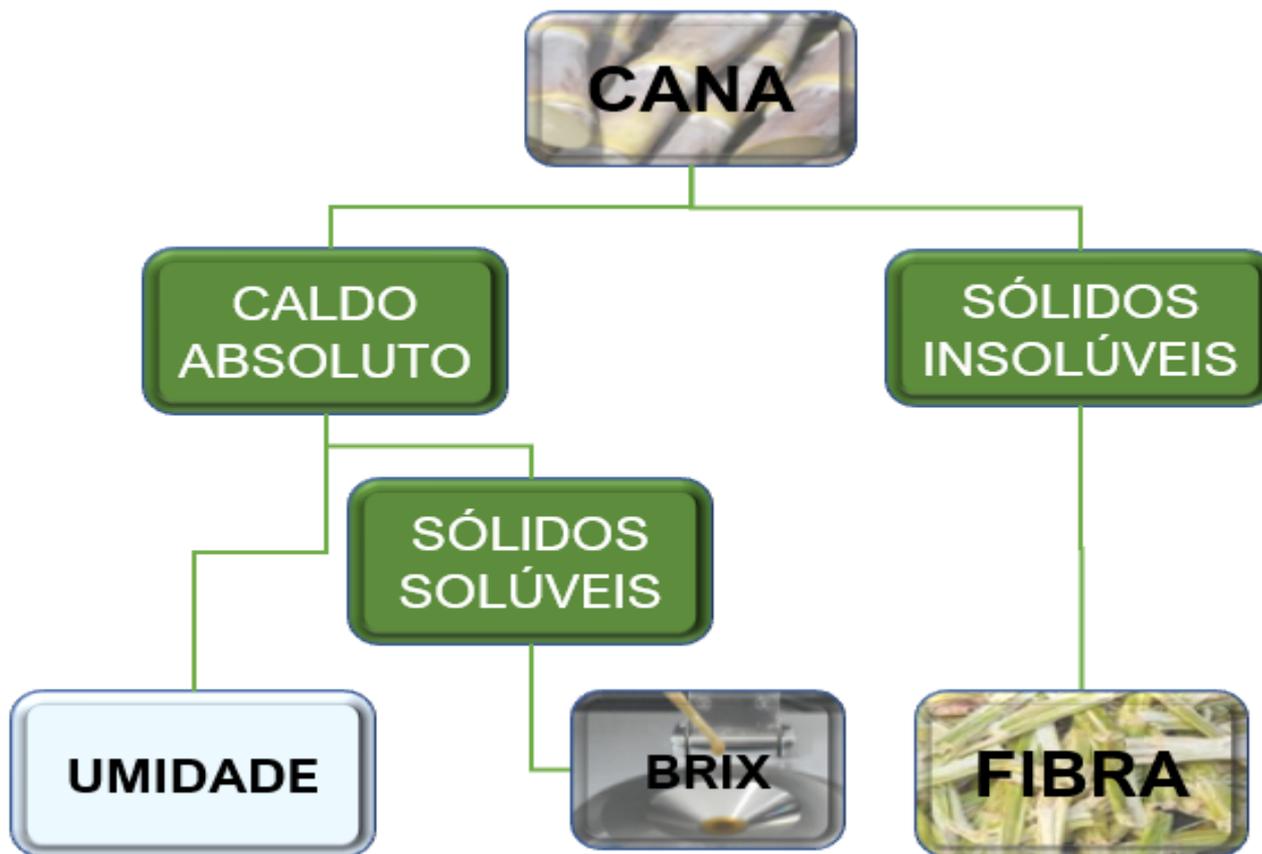
SÓLIDOS INSOLÚVEIS (EM ÁGUA) = **FIBRA**

SÓLIDOS SOLÚVEIS (APARENTE) = **BRIX**

ÁGUA = **UMIDADE DA CANA**

# NOÇÕES BÁSICAS DE TECNOLOGIA SUCROENERGÉTICA

**CANA = FIBRA + BRIX + UMIDADE**



# PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CANA



- ✓ Fibra
- ✓ Brix ( sólidos solúveis)
- ✓ Pol (açúcares)
- ✓ Pureza (pol % / brix %)
- ✓ AR %C :glucose + frutose
- ✓ ART % Cana

## LABORATÓRIO DE QUALIDADE DA CANA

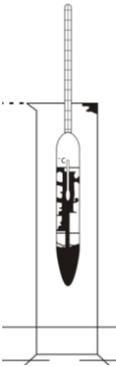
- ✓ ATR

# FIBRA

- ❑ **FIBRA:** É a matéria insolúvel em água contida no colmo da cana.
- ❑ **Fibra botânica:** É o valor da fibra obtida de colmos de cana limpa (realizados em experimentos com variedades de cana).
- ❑ **Fibra Industrial:** Fibra é a matéria insolúvel em água contida na cana. A fibra industrial é o resultado da análises da fibra % cana que chega a indústria, após sua colheita, onde contém as impurezas ou matérias estranhas que acompanha ao colmo da cana (pontas, palhas, plantas daninhas, terra, areia, etc.).
- ❑ **Fibra Tanimoto:** É a fibra da cana calculada a traves do método de Tanimoto.
- ❑ **Fibra Laboratório de Qualidade da Cana:** Fibra estimada por meio de equação de regressão linear em função do peso do Bagaço Úmido (PBU)

# BRIX\*

Expressa a porcentagem peso/peso dos sólidos contidos numa solução pura de sacarose, ou seja, mede o teor de sacarose na solução pura. No caso de determinar Brix em soluções impuras (por exemplo caldos de cana) o brix determinado representa os sólidos aparentes contidos na solução impura.



Bx  
Aerométrico

É o Brix % determinado com areômetros, que são densímetros de vidro calibrados com solução aquosa pura de sacarose a 20°C.

## REFRATOMETRIA

- Refração é o nome dado ao fenômeno que ocorre quando a luz, ao cruzar a fronteira entre dois meios, sofre uma variação em sua velocidade de propagação.
- No estudo da refração, levando em consideração a variação na velocidade de propagação da luz, define-se, para os meios homogêneos e transparentes, um número chamado de índice de refração.

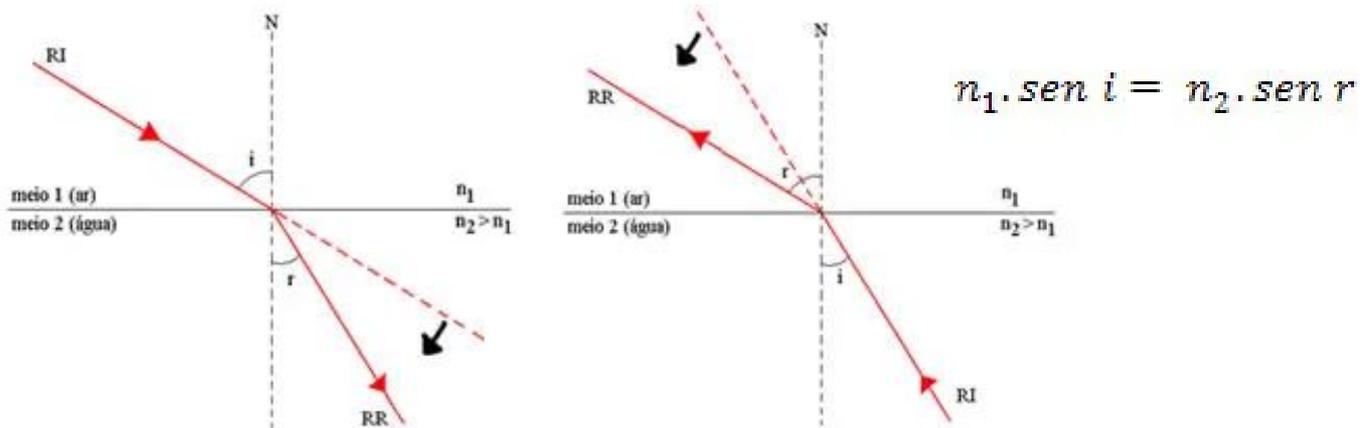
\* Adolf Ferdinand Venceslaus Brix, engenheiro e matemático alemão(1798-1870)

# REFRATOMETRIA

- Podemos definir o índice de refração ( $n$ ) de um meio como sendo o quociente entre a velocidade de propagação da luz no vácuo ( $c$ ) e sua velocidade de propagação no meio considerado ( $v$ ).

$$n = \frac{c}{v}$$

- Lei de Snell-Descartes enuncia que: na refração, o produto do índice de refração do meio, no qual se encontra o raio pelo seno do ângulo que esse raio forma com a reta normal à interface no ponto de incidência, é constante.



- Baseado na correlação existente entre o índice de refração e o teor de sacarose em soluções puras do açúcar, que, neste caso, é o único sólido dissolvido presente. No caso de Caldo de Cana, o resultado é aparente, em função das impurezas presente (não açucares).

# BRIX Refratométrico

## REFRATOMETRIA

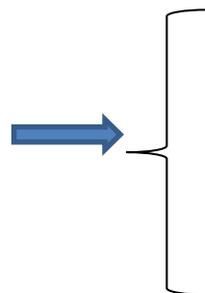
Baseado na correlação existente entre o índice de refração e o teor de sacarose em soluções puras do açúcar, que, neste caso, é o único sólido dissolvido presente. No caso de Caldo de Cana, o resultado é aparente, em função das impurezas presente (não açucares).



É o Brix % determinado com refratômetros, isto é, aparelhos eletrônicos que medem o índice de refração de soluções de açúcar. Estes já fornecem o próprio índice e/ou percentagem de sólidos solúveis na solução.

## EXEMPLO :

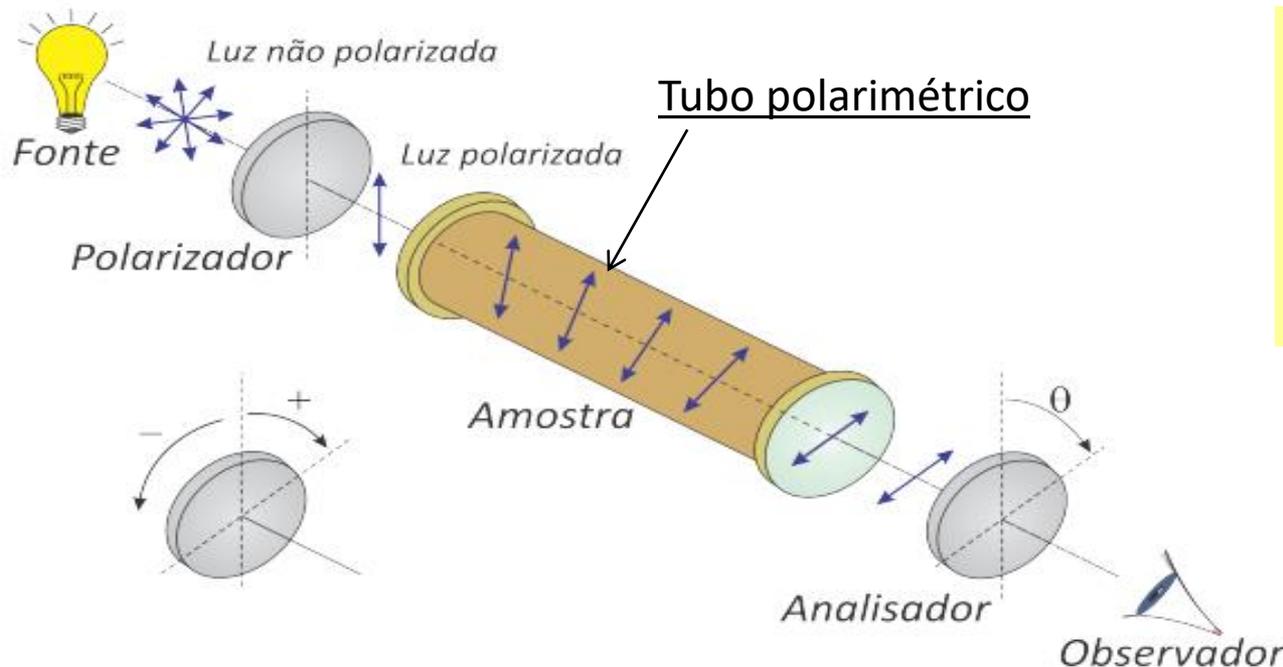
**BRIX = 18,5 %**



**18,5 g Sólidos Solúveis +  
81,5 g de água**

# POL

Representa a porcentagem aparente de sacarose contida numa solução de açúcares. E determinada por sacarímetros, baseado na propriedade que os açúcares possuem de desviar a luz polarizada. A sacarose e a glicose são dextrogiros (desvia a luz polarizada a direita). A frutose é levogira, pois desvia a luz polarizada a esquerda. Assim, a leitura polarimétrica realizada numa solução açucarada é o resultado da soma ponderada do desvio dos três açúcares.



## Variáveis

- Temperatura
- Concentração
- Comprimento de onda
- Tempo
- Rotação específica da substância

Rotação do plano de polarização da luz por uma substância opticamente ativa

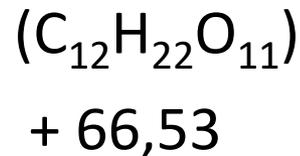
# Escala Sacarimétrica

**Pol** A escala Sacarimétrica é definida a partir do princípio de uma solução pura de sacarose contendo 26 g em 100 ml de solução, colocada em um tubo de 20 cm de comprimento, a 20°C, proporciona um desvio do plano de polarização ao qual se atribui o valor 100 e denominou se a unidade de °S.



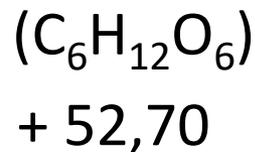
Os sacarímetros são polarímetros construídos, especificamente, para a determinação dos açúcares. São eletrônicos, de leitura automática e calibrados a 20°C.

**SACAROSE**



Dextrogiro

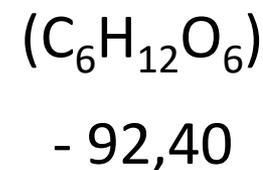
**GLICOSE**



**POL**

+

**FRUCTOSE**



Levogiro

= **AR**

# PUREZA

- ❑ **PUREZA** : Relação entre a porcentagem em massa de sacarose e a de sólidos solúveis contidos em uma solução açucarada

$$\text{PUREZA} = \frac{\text{POL}}{\text{BRIX}} \times 100$$

- ❑ **Pol da Cana e a Pureza do Caldo** são os principais indicadores da qualidade da Cana .
- ❑ **Brix areômetro** → **Pureza Aparente Aerométrica**
- ❑ **Brix Refratométrico** → **Pureza Aparente Refractométrica**
- ❑ **Pureza Real = % Sacarose / Sólidos solúveis Totais (matéria seca)**

# AÇÚCARES REDUTORES : AR e ART

- ❑ **Açúcares Redutores:** Termo empregado para designar os açúcares (glicose e frutose, principalmente) que apresentam propriedade de reduzir o óxido de cobre do estado cúprico para cuproso. Estes açúcares monossacarídeos encontrados na cana-de-açúcar, nas frutas, no mel. etc.
- ❑ **Açúcares Redutores Totais :** Os ART ou AT (Açúcares totais) representam todos os açúcares da cana na forma de açúcares redutores ou invertidos. O teor de ART pode ser determinado analiticamente por oxirredutometria, colorimetria, cromatografia, após inversão ácida da sacarose Para material de alta pureza , como caldo de cana madura, pode-se estimar através da seguinte fórmula

$$\text{ART \% Cana} = \frac{\text{Pol \% Cana}}{0,95} + \text{AR\% Cana}$$

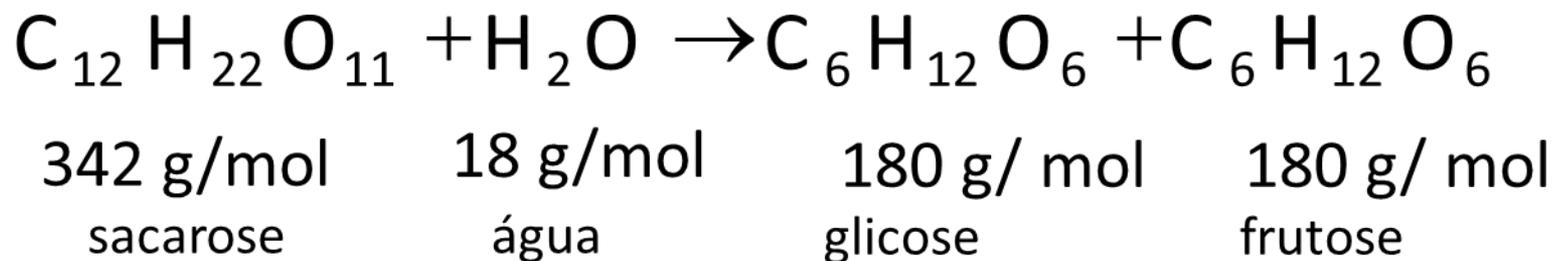
4

# ESTEQUIOMETRIA DAS REAÇÕES - CONSECANA PARANÁ

# ESTEQUIOMETRIA

- ❑ Estequiometria de reações é o cálculo da quantidade das substâncias envolvidas nestas, feito com base nas leis das reações e executado, em geral, com o auxílio das equações químicas correspondentes. É possível relacionar quantidades de matérias (mols), massa, número de moléculas e volume molar.
- ❑ Estequiometria é o cálculo da quantidade das substâncias envolvidas numa reação química. Este é feito com base nas leis das reações e é executado, em geral, com o auxílio das equações químicas correspondentes.
- ❑ Para abordar os coeficientes de transformação de açúcares e etanol no Sistema CONSECANA – PARANA são necessários conhecimento básicos de estequiometria.

# INVERSÃO DA SACAROSE ( AÇÚCAR INVERTIDO)



Pesos Moleculares (g/mol) :

Carbono = 12 ; Hidrogênio = 1 ; Oxigênio = 16

PM  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  =  $12 \times 12 + 22 \times 1 + 11 \times 16 = 342 \text{ g/mol}$

PM  $\text{H}_2\text{O}$  =  $2 \times 1 + 16 = 18 \text{ g/mol}$

PM  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  =  $6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 180 \text{ g/mol}$

342 g Sacarose ----  $2 \times 180 = 360 \text{ g Aç. Redutores}$

1 g Sacarose -----  $x = (1 \times 360 / 342) = \mathbf{1,0526 \text{ g Al/ g Sac.}}$

$342 / 360 = \mathbf{0,95 \text{ g Sacarose / g Aç Invertidos}}$

# ART – AÇÚCARES REDUTORES TOTAIS

Os ART ou AT (Açúcares totais) representam todos os açúcares da cana na forma de açúcares redutores ou invertidos. O teor de ART pode ser determinado analiticamente por oxirredutometria, colorimetria, cromatografia, após inversão ácida da sacarose. Para material de alta pureza ,como caldo de cana madura, pode-se estimar através da seguinte fórmula :

$$\text{ART} = \frac{\text{Pol}}{0,95} + \text{Glicose} + \text{Frutose}$$



**Açúcar Invertido**                      **Açúcares Redutores**

## O QUE É ATR?

- ❑ É a soma total dos açúcares contidos na cana-de-açúcar e que são, efetivamente, aproveitados no processo industrial para a produção de açúcar e etanol. No sistema CONSECANA-PARANÁ tanto a cana-de-açúcar quanto seus derivados são convertidos e expressos em quantidade de ATR (Açúcar Total Recuperável).
- ❑ A fórmula para a determinação da quantidade de ATR, em quilogramas por tonelada de cana é (Anexo II, art.4, pág 76)

$$\text{ATR} = [(10 \times 1,0526 \times (1 - \text{PI}/100 \times \text{PC}) + (10 \times (1 - \text{PI}/100 \times \text{AR}))]$$

**PI** : Perdas industrial média dos açúcares contidos na cana-de-açúcar em função dos processos industriais e tecnológicos utilizados no Estado de Paraná.

# ATR – AÇÚCARES TOTAIS RECUPERÁVEL

**PC** : Pol % Cana, que determina a quantidade de sacarose aparente na cana-de-açúcar.

**AR** : açúcares redutores (quantidade de glicose e frutose) contida na cana-de-açúcar.

**1,0526** : fator de transformação de sacarose em açúcares redutores

Analisando a fórmula temos :

$$\text{ATR} = [(10 \times 1,0526 \times (1 - \text{PI}/100 \times \text{PC}) + (10 \times (1 - \text{PI}/100 \times \text{AR}))]$$

Pol recuperada (Sacarose aparente)  
descontado as perdas

Açúcares Redutores recuperados  
(glicose + frutose)  
descontado as perdas

**10** : Fator de transformação para  
tonelada :  $1000/100 = 10$



# ATR – AÇÚCARES TOTAIS RECUPERÁVEL

AS perdas Industriais foram estabelecida pelo CONSECANAPARANÁ em: **9,5 % (PERDAS COMUNS)**, excluídas as perdas de fermentação e destilação).

Substituindo na fórmula do ATR:

$$\text{ATR} = [(10 \times 1,0526 \times (1 - 9,5/100 \times \text{PC}) + (10 \times (1 - 9,5/100 \times \text{AR}))]$$

$$\text{ATR} = [(10,526 \times 0,905 \times \text{PC}) + (10 \times 0,905 \times \text{AR})]$$

$$\text{ATR} = 9,52603 \times \text{PC} + 9,05 \times \text{AR}$$

Fórmula do ATR, que consta no ANEXO I, Artigo 9º.

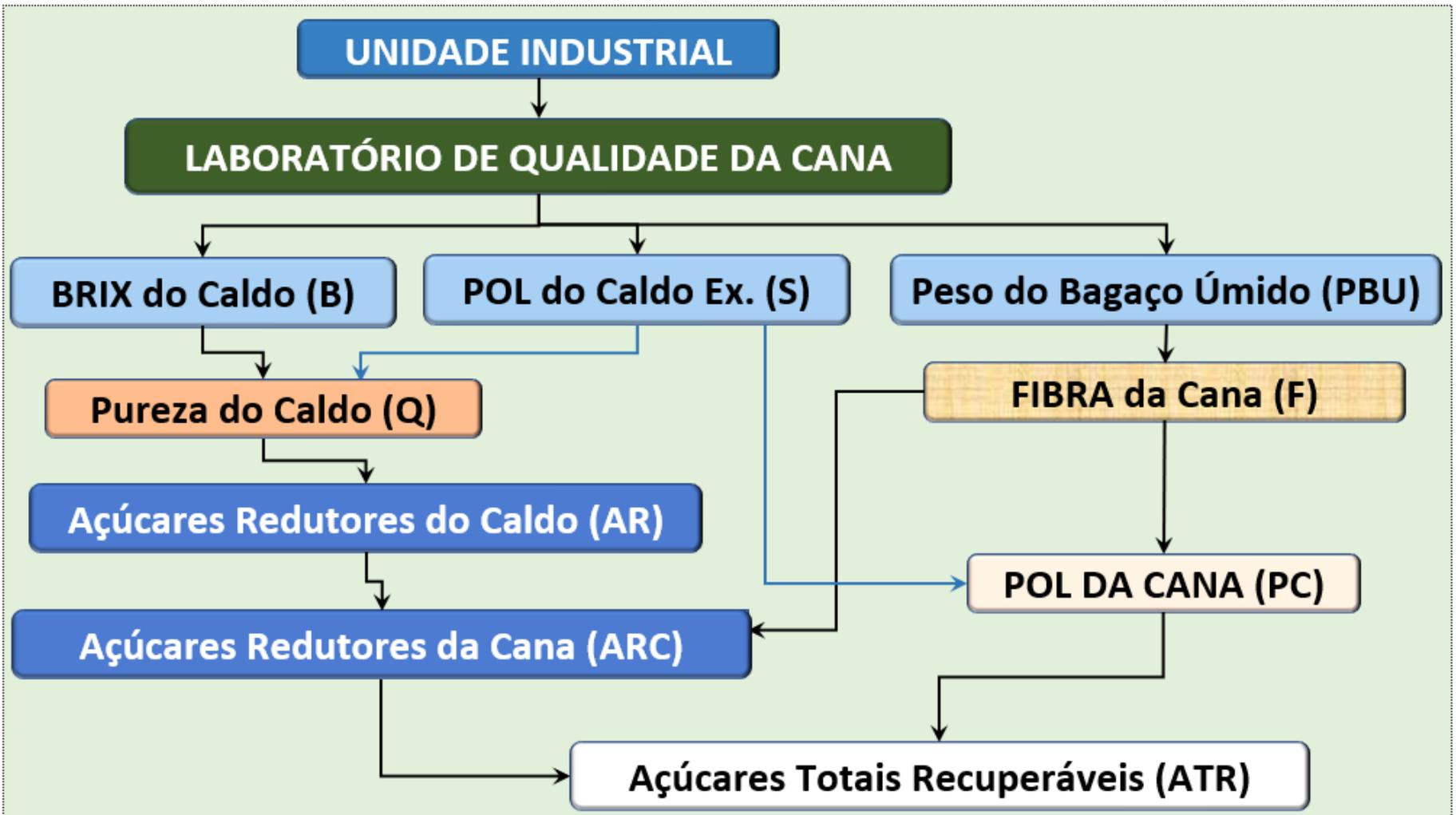
5

# FLUXOGRAMA DO LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE

# FLUXOGRAMA DO LABORATÓRIO DE QUALIDADE



# FLUXOGRAMA DO ANÁLISES TECNOLÓGICAS



6

# **ANEXO I**

## **Normas do sistema de avaliação da qualidade da cana-de-açúcar para o Estado do Paraná**

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA, AÇÚCAR E ETANOL DO  
ESTADO DO PARANÁ - CONSECANA - PARANÁ

# **ANEXO I**

## **do seu regulamento**

**Normas do sistema de avaliação da  
qualidade da cana-de-açúcar para o  
Estado do Paraná**

# ANEXO I – Do seu Regulamento

**Art. 1º** A qualidade da cana fornecida às unidades produtoras de açúcar e de etanol do Estado do Paraná será aferida através de análise tecnológica, em amostras coletadas no momento de seu fornecimento

**P.1** O laboratório destinado a avaliar a qualidade da cana deverá ser localizado no pátio da unidade industrial, próximo ao local de coleta de amostra e de seu preparo e deverá ter a sua temperatura ambiente mantida, no máximo, a 25° C (vinte e cinco graus Celsius).

**P.2** Será de responsabilidade da unidade industrial, a operação do sistema de avaliação da qualidade da matéria prima, incluindo todas as etapas, desde a pesagem da cana até o processamento de dados.



BALANÇA  
RODOVIARIA

LABORATÓRIO DE  
QUALIDADE DA  
CANA

Usina Alto Alegre - Unidade Santo Inácio

# ANEXO I – Do seu Regulamento

**Art. 2º** A amostragem na carga será feita aleatoriamente, retirando-se a amostra por sonda amostradora mecânica horizontal ou oblíqua.

**P.1** A sonda amostradora deverá estar localizada após a balança de pesagem de carga.

**P.2** Quando se tratar de sonda amostradora mecânica, do tipo horizontal, as amostras serão retiradas em 3 (três) pontos diferentes da carga, sem que ocorra coincidência nos alinhamentos vertical e horizontal. Em cargas de cana colhida mecanicamente e picada, a amostra deverá ser retirada, no mínimo, em um ponto qualquer da carga, em torno de sua altura e comprimento médios.

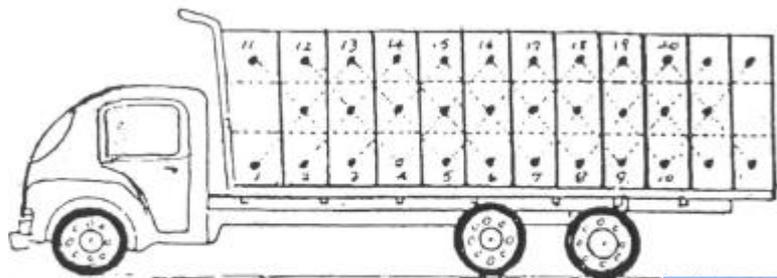


Fig.3 - Veículo com 12 vãos

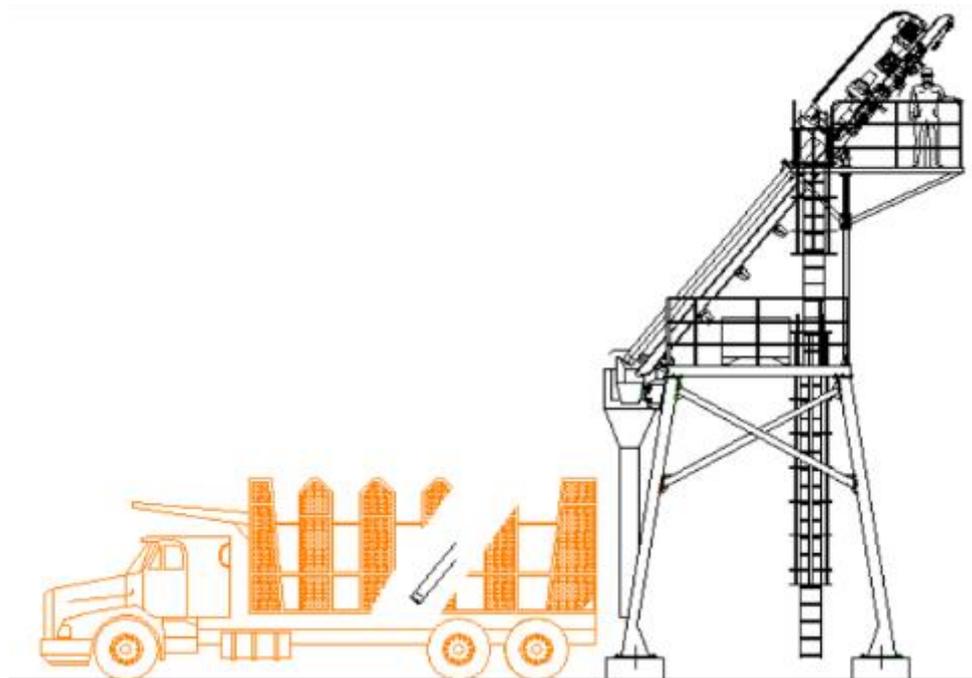


TREMINHÃO CANAVIEIRO

# ANEXO I – Do seu Regulamento

Art. 2º A amostragem na carga será feita aleatoriamente, retirando-se a amostra por sonda amostradora mecânica horizontal ou oblíqua.

P.3 Quando se tratar de **sonda amostradora mecânica do tipo oblíquo**, a amostra será retirada em apenas 1 (um) ponto aleatório da carga.

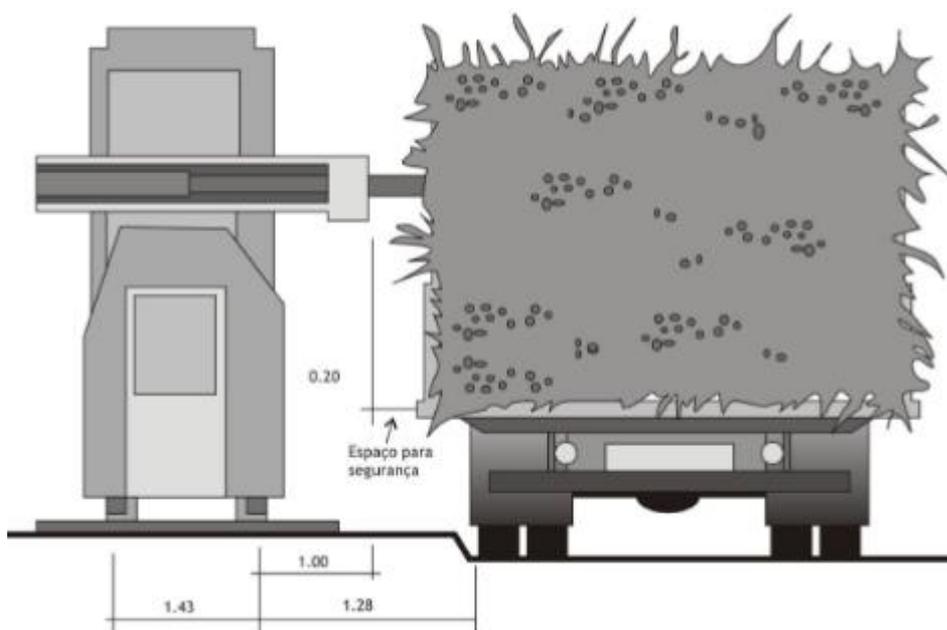


# ANEXO I – Artigo 2 .Parágrafo 4 .

A quantidade de amostra por produtor e para cada origem, obedecerá a uma  
P.4 tabela objeto de **Normas Operacionais de avaliação da qualidade da cana-de-açúcar. Item (1) Amostragem - página 83-84**

## 1. Amostragem

1.1 Em se tratando de sonda amostradora horizontal, montada sobre trilhos, o estacionamento do veículo de carga a ser amostrado deverá se posicionar de modo que a distância entre a coroa dentada do tubo amostrador e a cana do carregamento não ultrapasse a 20 cm.

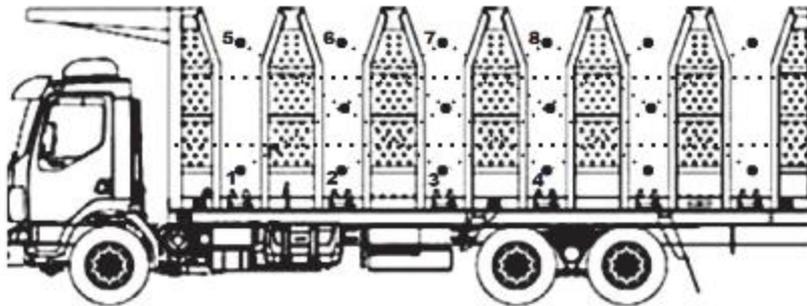


# ANEXO I – Artigo 2 .Parágrafo 4 .

NORMAS OPERACIONAIS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CANA (PÁG. 83-85)

## 1. Amostragem

- 1.2 Na amostragem com sonda horizontal e, em se tratando de colmos inteiros, os furos deverão ser realizados em 3 (três) pontos diferentes da carga, sem que ocorra coincidência nos alinhamentos vertical e horizontal. Em cargas de cana colhida mecanicamente e picada, a amostra deverá ser retirada, no mínimo, em um ponto qualquer da carga, em torno de sua altura e comprimento médios.
- 1.3 As 3 (três) subamostras serão coletadas em vãos consecutivos a partir da primeira perfuração, mesmo que esta seja realizada fora dos limites da carroceria.



# ANEXO I – Artigo 2 .Parágrafo 4 (Normas Operacionais)

NORMAS OPERACIONAIS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CANA (PÁG. 83-85)

## 1. Amostragem

- 1.4 A primeira perfuração deverá ser realizada no terço inferior ou superior do vão, e as demais consecutivas a direita ou a esquerda da primeira.
- 1.5 Considera-se como vão, o espaço livre entre fueiros, passível de perfuração pela sonda. A cana que exceder as extremidades da carroceria será parte integrante do primeiro e último vão, respectivamente.
- 1.6 As posições de retirada de amostra referem-se, possivelmente, à posição central do local provável das perfurações, não significando que a perfuração realizada ao redor desta comprometerá a representatividade da amostragem feita, induzindo a erros de avaliação da qualidade da matéria-prima.
- 1.7 Quando se tratar de sonda amostradora mecânica do tipo oblíquo, a amostra será retirada em apenas 1 (um) ponto aleatório da carga.

# ANEXO I – Artigo 2 .Parágrafo 4 (Normas Operacionais)

## 1. Amostragem

- 1.8 Quando se tratar de carrocerias fechadas para o transporte de cana picada ou não, a amostragem deverá ser feita através de aberturas fixas nas laterais da carga.



- 1.9 Quando houver impedimento da perfuração no local indicado, causado por obstáculo físico, poderá ser escolhida uma nova posição de perfuração.

### 1.10 Número Mínimo de Amostras

O número mínimo de amostras a ser coletado para cada fornecedor obedecerá ao seguinte critério:

# ANEXO I – Artigo 2 .Parágrafo 4 (Normas Operacionais)

## 1. Amostragem

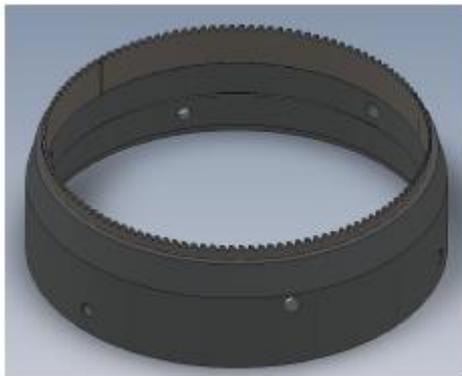
### 1.10 Número Mínimo de Amostras

Carregamentos entregues/dia	Número de Carregamentos Amostrados	%
01 - 05	Todos	100,0
06 - 10	05	62,5
11 - 15	06	46,2
16 - 20	07	38,9
21 - 25	08	34,8
26 - 30	09	32,1
31 - 35	10	30,3
36 - 40	11	28,9
41 - 45	12	27,9
46 - 50	13	27,1
51 - 55	14	26,4
56 - 60	15	25,9
61 - 65	16	25,4
66 - 70	17	25,0
71 - 75	18	24,7
76 - 80	19	24,4
81 - 85	20	24,1
86 - 90	21	23,9
91 - 95	22	23,1
96 - 100	23	23,0
> 100	24	-

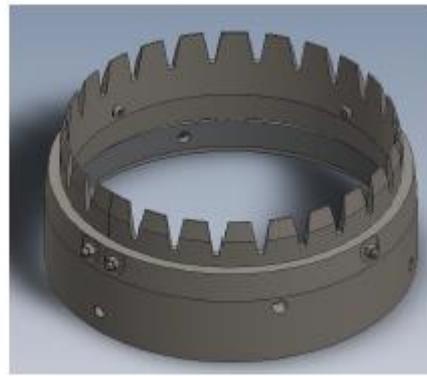
# ANEXO I – Artigo 2 .Parágrafo 4 (Normas Operacionais)

## 1. Amostragem

- 1.11 O tubo amostrador, **no caso da sonda amostradora horizontal,** deve ser introduzido totalmente na carga e esvaziado após cada perfuração. O desrespeito a este procedimento acarretará a anulação automática da amostragem efetuada, repetindo-se a operação na mesma carga, após novo sorteio das posições de perfuração.
- 1.12 A coroa dentada da sonda amostradora deverá ser trocada quando demonstrar baixa eficiência de corte, observada pelo esmagamento da amostra.



a) Serrilhada



b) Dente Angular



c) 9 Dentes

# ANEXO I – Do seu Regulamento

**Art. 2º** A amostragem na carga será feita aleatoriamente, retirando-se a amostra por sonda amostradora mecânica horizontal ou oblíqua.

CONTINUAÇÃO – PÁG. 68 – Parágrafo 5

**P.5** O peso de cada amostra não poderá ser inferior a 10kg (dez quilogramas).

**P.6** Os veículos utilizados para o transporte de cana-de-açúcar deverão ter, necessariamente, suas carrocerias adaptadas para a amostragem por sonda mecânica horizontal.

**P.7** Quando a cana for transportada em veículos com uma ou mais carretas, estas poderão ser consideradas, quando necessário, cargas separadas, para fins de amostragem



# ANEXO I – Do seu Regulamento

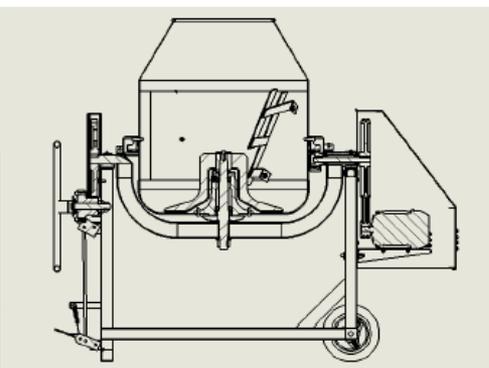
**Art. 3º** O material a ser analisado resultará da mistura íntima das amostras simples, preparadas em aparelhos desintegradores, homogeneizada e analisada em instrumentos, cujos parâmetros de desempenho serão definidos em Normas Operacionais.

**P.2** A pesagem de 500g (quinhentos gramas) da amostra final homogeneizada mecanicamente, Será feita em balança de precisão, eletrônica e com saída para impressora e/ou registro magnético, com legibilidade de até 0,5g (cinco décimos de grama).



Desintegrador com homogeneizador IRBI

Perfil do Homogeneizador



Balança de precisão eletrônica. Peso de 500,0 g Cana



## Finalidade:

- Desintegrar as amostras de cana
- Fornecer um IP: 85% a 90 %
- Homogeneizar a amostra de cana desintegrada

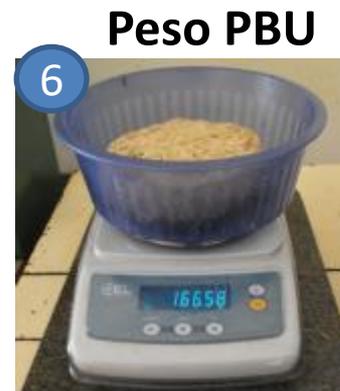
# ANEXO I – Do seu Regulamento

**Art. 3º** O material a ser analisado resultará da mistura íntima das amostras simples, preparadas em aparelhos desintegradores, homogeneizada e analisada em instrumentos, cujos parâmetros de desempenho serão definidos em Normas Operacionais.

**P.3** O caldo será extraído em prensa hidráulica, com pressão de 24,5 MPa (vinte e quatro virgula cinco megapascal) correspondente à 250kgf/cm<sup>2</sup> (duzentos e cinquenta quilogramas-força por centímetro quadrado) na linha hidráulica, durante 1 (um) minuto



Caldo  
extraído



# ANEXO I – Do seu Regulamento

**Art. 3º** O material a ser analisado resultará da mistura íntima das amostras simples, preparadas em aparelhos desintegradores, homogeneizada e analisada em instrumentos, cujos parâmetros de desempenho serão definidos em Normas Operacionais.

**P.4** A determinação de brix (sólidos solúveis por cento de caldo) será realizada em refratômetro digital automático, com correção automática de temperatura, com saída para impressora e/ou registro magnético, devendo o valor final ser expresso a 20°C (vinte graus Celsius)

**P.5** A pol do caldo (sacarose aparente por cento de caldo) será determinada em sacarímetro automático digital, com peso normal igual a 26g (vinte e seis gramas), aferido a 20°C (vinte graus Celsius), provido de tubo polarimétrico de fluxo contínuo e com saída para impressora e/ou registro magnético de dados, após clarificação do caldo com mistura clarificante à base de alumínio.

**P.6** A quantidade da mistura clarificante à base de alumínio recomendada para a clarificação deverá ser de, no mínimo, 6g/100ml (seis gramas por cem mililitros).

# ANEXO I – Do seu Regulamento

**Art. 3º** O material a ser analisado resultará da mistura íntima das amostras simples, preparadas em aparelhos desintegradores, homogeneizada e analisada em instrumentos, cujos parâmetros de desempenho serão definidos em Normas Operacionais.

**P.7** A mistura clarificante à base de alumínio deverá ser preparada de acordo com procedimento recomendado nas Normas Operacionais.

**P.8** A transformação da leitura sacarimétrica com a mistura clarificante à base de alumínio, para a leitura equivalente em subacetato de chumbo, será feita pela expressão:

$$LPb = 1,00621 \times LAI + 0,05117$$

Onde:

LPb = leitura sacarimétrica equivalente a de subacetato de chumbo;

LAI = leitura sacarimétrica com a mistura clarificante à base de alumínio

# ANEXO I – Do seu Regulamento

**Art. 3º** O material a ser analisado resultará da mistura íntima das amostras simples, preparadas em aparelhos desintegradores, homogeneizada e analisada em instrumentos, cujos parâmetros de desempenho serão definidos em Normas Operacionais.

**P.9** O teor de açúcares redutores (AR) por cento de caldo, poderá ser determinado pelo método de Lane & Eynon, ou calculado pela equação:

$$\text{AR\%caldo} = 3,641 - (0,0343 * Q)$$

onde: Q = pureza do caldo

**Art. 4º** O brix, a pol e os açúcares redutores do caldo extraído poderão, também, ser determinados utilizando-se um sistema analítico por Espectrofotometria de Infravermelho Próximo (NIR), após definição das curvas de calibração, construídas com os resultados dos métodos descritos nos parágrafos 4º, 5º e 9º do Art. 3º **(Determinação de Bx%, Pol%, AR%)**

**Parágrafo único** A aplicação do NIR deverá ser aprovada pelo Conselho, após avaliação de um conjunto de pares de dados, superior a 300 (trezentos), com valores do NIR e da metodologia convencional.



# ANEXO I – Do seu Regulamento

Art.  
5º

O uso de equipamentos, instrumentais analíticos e reagentes não mencionados neste documento ou nas Normas Operacionais, somente poderá ocorrer após teste e aprovação pelo Conselho

Art.  
6º

A fibra industrial por cento de cana (F) poderá ser determinada pelo método de Tanimoto ou calculada através da seguinte expressão:

$$F = 0,152 \times PBU - 8,367 \quad \text{onde:} \quad PBU = \text{peso do bagaço úmido (g)}$$

Art.  
7º

A pol da cana (PC) será calculada através da expressão:

$$PC = S \times (1 - 0,01 \times F) \times C \quad \text{onde:}$$

S = pol do caldo extraído, calculada pela equação:

$S = LPb \times (0,2605 - 0,0009882 \times \text{brix \% caldo})$ , ou

**$S = (1,00621 \times LAI + 0,05117) \times (0,2605 - 0,0009882 \times \text{brix \% caldo})$**

F = fibra industrial por cento de cana;

C = coeficiente de transformação da pol do caldo extraído em pol do caldo absoluto, calculado pela fórmula:

$$C = 1,0794 - 0,000874 \times PBU, \quad \text{ou} \quad C = 1,0313 - 0,00575 \times F$$



# ANEXO I – Do seu Regulamento

**Art. 8º** O teor de açúcares redutores (AR) por cento de cana será calculado, pela equação:

$$\text{AR \% cana} = \text{AR \% caldo} \times (1 - 0,01F) \times C$$

onde:  $C = 1,0794 - 0,000874 \times \text{PBU}$ ,

$\text{AR \% cana} = \text{açúcares redutores da cana(\%)}; C = 1,0313 - 0,00575 \times F$

C = coeficiente definido, conforme Art. 7º.

**Art. 9º** O Açúcar Total Recuperável (ATR), será calculado pela fórmula:

$$\text{ATR} = (9,52603 \times \text{Pol cana}) + (9,05 \times \text{AR \% cana})$$

onde:

PC = pol da cana, calculada conforme Art. 7º;  $PC = S \times (1 - 0,01 \times F) \times C$

$S = (1,00621 \times \text{LAI} + 0,05117) \times (0,2605 - 0,0009882 \times \text{brix \% caldo})$

$C = 1,0794 - 0,000874 \times \text{PBU}, C = 1,0313 - 0,00575 \times F$

AR % cana = açúcares redutores por cento de cana, conforme Art. 8º.

$$\text{AR \% cana} = \text{AR \% caldo} \times (1 - 0,01F) \times C$$

O valor de 0,905 corresponde às perdas de **9,5% no processo industrial**, excluídas a fermentação e destilação.

O valor **1,0526** corresponde ao fator estequiométrico de conversão de sacarose em açúcares redutores.

# ANEXO I – Do seu Regulamento

**Art. 10º** Os laboratórios de análise de cana deverão deixar à disposição do produtor e de seu Sindicato Rural ou da FAEP um comprovante de análise tecnológica do produto, uma via do Certificado de Pesagem de todas as cargas entregues ou uma relação destes comprovantes e certificados.

**Art. 11º** Os representantes credenciados pelos Sindicatos Rurais ou pela FAEP, poderão acompanhar todos os procedimentos utilizados para avaliar a qualidade da cana.

**P.1** Fica permitido aos representantes indicados no “caput” deste artigo, acompanhar:

- a) a entrega da cana;
- b) a precisão da balança de pesagem das cargas;
- c) o funcionamento da sonda e a perfuração da carga;
- d) a eficiência do aparelho desintegrador de cana e a homogeneização da amostra;
- e) as condições ambientais do laboratório e,
- f) a consistência do sistema de informatização do laboratório e os resultados.

**P.2** No acompanhamento é permitido a retirada de amostras de cana desintegradas e homogeneizadas e de caldo, para posterior análise em outro laboratório

# ANEXO I – Do seu Regulamento

**Art. 11º** Os representantes credenciados pelos Sindicatos Rurais ou pela FAEP, poderão acompanhar todos os procedimentos utilizados para avaliar a qualidade da cana.

**P.3** Quando se constatar a existência de qualquer irregularidade na aplicação destes procedimentos, deve-se exigir uma ação corretiva imediata por parte do laboratório e, caso isto não ocorra, a irregularidade deverá ser comunicada por escrito ao CONSECANA-PARANÁ.

**P.4** Não será permitida a anulação de amostras e/ou de valores analíticos, sem a prévia concordância entre a unidade industrial e o representante do Sindicato Rural ou da FAEP

**Art. 12º** **As unidades industriais deverão realizar, através do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), ou de empresas credenciadas pelo mesmo, 2 (duas) aferições da balança de pesagem da cana, sendo a primeira no início da safra e a segunda na metade do período de moagem, devendo os laudos serem fixados no recinto da balança.**

# ANEXO I – Do seu Regulamento

Art.  
13º

A entrega da cana, sob a responsabilidade do fornecedor, deverá ser realizada até 72 (setenta e duas) horas da queima, excluindo-se o tempo que a unidade industrial estiver impossibilitada de receber a cana.

P.1 A cana entregue após 72 (setenta e duas) horas da queima, sofrerá descontos no valor da tonelada, de acordo com a expressão:

$$K = 1 - (H - 72) \times 0,002 \quad \text{onde:}$$

K = fator de desconto a ser aplicado ao ATR;

H = tempo, em horas, da respectiva queima

P.2 A matéria prima entregue após 120 (cento e vinte) horas corridas da queima fica excluída deste sistema de avaliação da qualidade da cana.

P.3 As unidades industriais deverão informar, em relatórios, o tempo transcorrido, nos casos em que ocorrerem descontos devido à demora de entrega.

P.4 Os fornecedores deverão informar à unidade industrial, por escrito e com antecedência, a hora da queima, exceto se a unidade industrial dispensá-los desta obrigação.

# ANEXO I – Do seu Regulamento

**Art. 14º** Na hipótese de ocorrer problemas nos processos de amostragem, análise ou de processamento de dados, de forma a prejudicar a média do ATR do dia, o mesmo será obtido pela média ponderada dos valores correspondentes aos dias imediatamente anteriores e posteriores ao dia em pauta, e na mesma quantidade de dias em que faltarem a informação.

**Parágrafo único** A média quinzenal será prejudicada quando houver interrupção das análises por período superior a 5 (cinco) dias consecutivos ou a 7 (sete) dias alternados.

**Art. 15º** A unidade industrial poderá recusar o recebimento de carregamentos com pureza do caldo abaixo de 75% (setenta e cinco por cento).

**Parágrafo único** Os carregamentos recebidos nas condições do “caput” deste artigo, cuja qualidade for aferida conforme estas normas, não poderão ser excluídos do sistema.

# ANEXO I – Do seu Regulamento

**Art. 16º** A metodologia de cálculo e os resultados obtidos de sua aplicação obedecerá ao critério proposto pelo **CONSECANA-PARANÁ**.

**Art. 17º** A execução deste sistema será regulamentada por Normas Operacionais definidas pelo **CONSECANA-PARANÁ**.

**Art. 18º** Este Anexo I do Regulamento foi aprovado na Assembléia Geral do **CONSECANA-PARANÁ**, realizada no dia 26/04/00, na cidade de Maringá, entrando em vigor nesta data, tendo sido alterado pelas Circulares posteriormente aprovadas pela Diretoria, já contempladas nesta edição revisada.

4

# EXEMPLOS DE CÁLCULO DE ATR

# EXEMPLO DE CÁLCULO DE ATR

## DADOS

Brix % Caldo	19,56 %
Leitura sacarimétrica LPb	71,31
Peso do Bagaço Umido	130,70 g

## 1).- Cálculo da Fibra (F)

$$F = 0,152 \times \text{PBU} - 8,367$$

Fibra % Cana	11,50 %
--------------	---------

## 2).- Cálculo da Pol do Caldo (S)

$$S = \text{LPb} \times (0,2605 - 0,0009882 \times \text{brix \% caldo})$$

Pol % Caldo Extraído (S)	17,20 %
--------------------------	---------

# EXEMPLO DE CÁLCULO DE ATR

## 3) Cálculo da Pureza % Caldo (Q)

Pureza % Caldo ( $Q = (S / B) \times 100$ )	87,93 %
---	---------

## 4).- Cálculo do Coeficiente C

$$C = 1,0313 - 0,00575 \times F$$

Cálculo do Coeficiente C	0,9651750
--------------------------	-----------

## 5).- Cálculo da Pol da Cana

$$PC = S \times (1 - 0,01F) \times C$$

Pol da Cana	14,69 %
-------------	---------

## 6).- Cálculo do Açúcares Redutores % Cana (ARC)

$$AR \% \text{ Cana} = (3,641 - (0,0343 * Q)) \times (1 - 0,01 \times F) \times C$$

Açúcares Redutores % Cana (ARC)	0,53 %
---------------------------------	--------

# EXEMPLO DE CÁLCULO DE ATR

## 7).- Cálculo do ATR

$$\text{ATR} = (9,52603 * \text{Pol cana}) + (9,05 * \text{AR} \% \text{ cana})$$

Açúcares Totais Recuperáveis

**144,79** kg ATR/t Cana

8

# BIBLIOGRAFIA CONSULTDA

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- **Antonio Carlos Fernandes .Cálculos na Agroindústria da Cana-de-açúcar . 2012. 3º edição.**
- **ORPLANA. Procedimentos e Normas para o acompanhamento de análises de qualidade da cana de açúcar. 2013. Link de acesso: [http://www.cana.com.br/biblioteca/manual\\_consecana\\_2013.pdf](http://www.cana.com.br/biblioteca/manual_consecana_2013.pdf) . Acesso em 01 Out 2021.**
- **CBPF. Fauth e Batista. Montagem de um sistema optoeletrônico para medida da rotação do plano de polarização da luz. 2018. Link de acesso: [http://cbpfindex.cbpf.br/publication\\_pdfs/notasTecnicas\\_2018-06-04-15-57-24bm90YXNUZWNuaWNhcw==.pdf](http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/notasTecnicas_2018-06-04-15-57-24bm90YXNUZWNuaWNhcw==.pdf) . Acesso em 01 Novembro de 2021.**
- **SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Lei de Snell-Descartes"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lei-snell-descartes.htm>. Acesso em 01 de novembro de 2021.**
- **CANAOESTE. Como é feita a análise de ATR? Conheça o passo a passo! Disponível em: <https://www.canaoeste.com.br/artigos/como-e-feita-a-analise-de-atr-conheca-o-passo-a-passo/> . Acesso em: 01 de Nov. de 2021.**

**REGULAMENTO DO CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-  
AÇÚCAR, AÇÚCAR E ETANOL DO ESTADO DO PARANÁ – CONSECANA-PR.**

## **MÓDULO 2**

### **ANEXO I – Do seu Regulamento .**

**Avaliação da qualidade da cana-de-açúcar para o Estado  
do Paraná.**



V&R Consultoria  
e Projetos Ltda

**RAMÓN ORLANDO VILLARREAL**

**CONSULTOR ALCOPAR**

[rov1958@gmail.com](mailto:rov1958@gmail.com)

