

ANEXO I

NORMAS OPERACIONAIS DE DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR

Última Atualização: 12/08/2024

FUNDAMENTOS	7
PROCEDIMENTOS	7
1 Termos e definições	7
2 Requisitos	11
2.1 Veículos de transporte da cana-de-açúcar	11
2.2 Balança de pesagem de cargas de cana-de-açúcar	12
2.3 Entrega da cana-de-açúcar queimada	12
2.4 Sorteio das unidades de transporte para amostragem	13
2.5 Amostragem das cargas	13
2.5.1 Sonda horizontal	14
2.5.2 Sonda oblíqua	15
2.6 Laboratório de análise de cana-de-açúcar	15
2.6.1 Testes de Verificação	17
2.6.1.1 Teste de linearidade e repetitividade de equipamentos	17
2.6.1.2 Teste de linearidade do refratômetro	17
2.6.1.3 Teste de repetitividade do refratômetro	18
2.6.1.4 Teste de linearidade do sacarímetro	19
2.6.1.5 Teste de repetitividade do sacarímetro	20
2.7 Reformas ou Retrofits de equipamentos de análise de cana-de-açúcar	20
2.7.1 Sondas amostradoras mecânicas (horizontal e oblíqua)	20
2.7.2 Prensas hidráulicas	20
3 Parâmetros medidos - procedimentos de laboratório	21
3.1 Métodos convencionais	21
3.1.1 Preparo e homogeneização da amostra	21
3.1.1.1 Aparelhagem	21
3.1.1.2 Procedimento	22
3.1.2 Determinação do Índice de Preparo	22

3.1.2.1	Reagentes e materiais	22
3.1.2.2	Aparelhagem	23
3.1.2.3	Amostragem	24
	Composição de amostra a partir de cana-de-açúcar desintegrada	24
	Composição de amostra a partir da cana-de-açúcar coletada	25
3.1.2.4	Procedimento	25
	Extrator a frio tipo sul-africano	25
	Agitador de índice de preparo (aparelho open cell)	25
3.1.2.5	Expressão dos resultados	25
3.1.2.6	Precisão	26
	Repetibilidade (r)	26
	Reprodutibilidade (R)	26
3.1.3	Pesagem da amostra para extração de caldo e medição do Peso do Bolo Úmido (PBU)	26
3.1.3.1	Aparelhagem	26
3.1.3.2	Verificação da pressão da prensa hidráulica	26
3.1.3.3	Procedimento	26
3.1.3.4	Expressão dos resultados	27
3.1.3.5	Precisão	27
	Repetibilidade (r)	27
	Reprodutibilidade (R)	27
3.1.4	Determinação de brix refratométrico do caldo	27
3.1.4.1	Aparelhagem	27
3.1.4.2	Procedimento	27
3.1.4.3	Expressão dos resultados	28
3.1.4.4	Precisão	28
	Repetibilidade (r)	28
	Reprodutibilidade (R)	28
3.1.5	Determinação da Polarização (Pol) do caldo	28
3.1.5.1	Determinação da Polarização (Pol) do caldo no visível	28
a)	Reagentes e materiais	28
	- Preparo do clarificante à base de cloreto de alumínio, hidróxido de cálcio e auxiliar de filtração	29
	Materiais	29
	Cloreto de alumínio hexahidratado	29

Hidróxido de cálcio	29
Auxiliar de filtração	29
Mistura	29
Homogeneização	29

b) Aparelhagem	30
c) Procedimento	30
d) Expressão dos resultados	31

e) Precisão	31
Repetibilidade (r)	31
Reprodutibilidade (R)	31

3.1.5.2 Determinação da Polarização (Pol) do caldo por sacarimetria no infravermelho próximo (NIR)	32
---	-----------

a) Reagentes e materiais	32
b) Aparelhagem	32
c) Procedimento	32

d) Expressão dos resultados	33
e) Precisão	34
Repetibilidade (r)	34

Reprodutibilidade (R)	34
-----------------------	----

3.2 Métodos NIR	34
------------------------	-----------

3.2.1 Determinação do Brix e da Pol do caldo por espectrofotometria de infravermelho próximo (NIR em caldo)	34
--	-----------

3.2.1.1 Aparelhagem	34
----------------------------	-----------

3.2.1.2 Procedimento	34
-----------------------------	-----------

a) Equação de calibração para determinação de brix do caldo e da pol do caldo	34
Equação Global homologada e fornecida pelo CONSECANA-SP	35
Equação local	35

b) Validação da adequação da equação de calibração ao local de uso	35
---	-----------

c) Monitoramento diário e coleta de dados para atualização anual das equações	36
--	-----------

3.2.1.3 Expressão dos resultados	37
---	-----------

3.2.1.4 Precisão	37
-------------------------	-----------

Repetibilidade (r)	37
--------------------	----

Reprodutibilidade (R)	37
-----------------------	----

3.2.2 Determinação do brix do caldo, pol do caldo e fibra da cana, em cana preparada, por espectroscopia de infravermelho próximo (NIR CP)	38
---	-----------

3.2.2.1	Aparelhagem	38
3.2.2.2	Procedimento	38
a)	Equação de calibração para determinação de brix do caldo, pol do caldo e fibra da cana	38
b)	Validação da adequação da equação de calibração ao local de uso	38
c)	Monitoramento diário e coleta de dados para atualização anual das equações	39
3.2.2.3	Expressão dos resultados	40
3.2.2.4	Precisão	40
	Repetibilidade (r)	40
	Reprodutibilidade (R)	40
3.3	Métodos referência	41
3.3.1	Determinação do teor de açúcares redutores – Método de Lane & Eynon	41
3.3.1.1	Reagentes e materiais	41
a)	Reagentes	41
b)	Materiais	41
3.3.1.2	Aparelhagem	41
3.3.1.3	Procedimento	41
3.3.1.4	Expressão dos resultados	42
3.3.1.5	Preparo de soluções	44
a)	Açúcar invertido, solução a 1 %, para a padronização do licor de Fehling	44
b)	Açúcar invertido, solução a 0,2 %, para a padronização do licor de Fehling	45
c)	Solução indicadora de azul de metileno a 1 %	45
d)	Solução de EDTA a 4 % (agente sequestrante de cálcio e magnésio)	45
e)	Solução A, de Fehling	45
f)	Solução B, de Fehling	46
g)	Padronização do licor de Fehling	46
3.3.1.6	Precisão	47
	Repetibilidade (r)	47
	Reprodutibilidade (R)	47
3.3.2	Determinação da fibra da cana – Método de Tanimoto	47
3.3.2.1	Aparelhagem	47
3.3.2.2	Procedimento	48

3.3.2.3	Expressão dos resultados	48
3.3.2.4	Validação da estufa elétrica de ar forçado	49
3.3.2.5	Precisão	58
	Repetibilidade (r)	58
	Reprodutibilidade (R)	58
4	Parâmetros Calculados	58
4.1	Pureza aparente do caldo (Q)	58
4.2	Açúcares redutores do caldo (AR)	59
4.3	Fibra da cana (F)	59
4.4	Coeficiente C	59
4.5	Pol da cana (PC)	59
4.6	Brix da cana (BC)	60
4.7	Açúcares redutores da cana (ARC)	60
4.8	Açúcares Totais Recuperáveis (ATR)	60
4.9	ATR Relativo – entrega da cana proporcional à moagem durante a safra	61
4.9.1	Como calcular o ATR Relativo	61
4.9.1.1	ATR Relativo Provisório (durante o período de moagem)	61
	a) Com dados de cana de produtores e própria da unidade industrial	62
	b) Sem dados da qualidade da cana própria da unidade industrial	62
4.9.1.2	ATR Relativo definitivo (final de moagem)	65
	a) Cálculo do ATR_{us} definitivo	65
	Com dados de cana de produtores e própria da unidade industrial	65
	Sem dados de qualidade da cana própria da unidade industrial	66
	b) Cálculo do ATR_r definitivo	66
4.10	Fator Qualidade	67
4.10.1	Procedimento para cálculo do fator qualidade	67
4.10.2	Orientações sobre o prêmio associado à qualidade da matéria-prima	69
4.10.3	Vigência e aplicação do prêmio associado à qualidade da matéria-prima	70
5	Padronização dos cálculos	70
5.1	Quantificação da pureza do caldo de toda cana da unidade industrial (cana de produtores e cana própria da unidade industrial) na quinzena (Quq)	74
5.2	Quantificação do ATR da unidade industrial na quinzena (ATRuq)	74

5.3	Quantificação do ATR da unidade industrial na safra (ATRus)	74
5.4	Quantificação mensal de qualquer parâmetro (Brix do caldo, Pol do Caldo, Fibra da cana, Pureza do caldo, Pol da Cana, AR do caldo, AR da Cana, ATR, ATRr, ATRpg, etc.) por fundo agrícola	75
5.5	Quantificação da safra de qualquer parâmetro (Brix do caldo, Pol do Caldo, Fibra da cana, Pureza do caldo, Pol da Cana, AR do caldo, AR da Cana, ATR, ATRr, ATRpg, etc.)	75
6	Tratamento dos dados	75
6.1	Dados por viagem	76
6.2	Dados do movimento diário	76
6.3	Dados do movimento quinzenal	77
6.4	Dados do movimento mensal	77
7	Fatores para transformação dos produtos em ATR	78
8	Formação do preço da cana-de-açúcar posta na esteira – exemplo	80
8.1	Dados conhecidos	80
8.1.1	Laboratório (análise da cana)	80
8.1.2	Produção da Unidade Industrial – coluna (1)	80
8.1.3	Preços do kg de ATR (divulgados pelo CONSECANA-SP) – coluna (5)	80
8.2	Cálculos	80
8.2.1	Açúcares Redutores da Cana (ARC)	80
8.2.2	Açúcares Totais Recuperáveis (ATR)	80
8.2.3	Cálculo da Quantidade de ATR equivalente – coluna (3)	81
8.2.4	Participação de cada produto no total de ATR produzido – coluna (4)	81
8.2.5	Cálculo do preço médio ponderado do kg de ATR (VATR)	81
8.2.6	Preço da tonelada de cana (VTC), em reais	81
9	Acompanhamento do sistema	82
9.1	Interrupção operacional do sistema	82
9.2	Registros	82
9.3	Teste interlaboratorial para comparação de resultados de amostras de cana preparada	83
10	Materiais, equipamentos e reagentes homologados pelo CONSECANA-SP para a avaliação da qualidade da cana-de-açúcar	85

FUNDAMENTOS

- 1 A qualidade da cana-de-açúcar, de produtores e própria, destinada à produção de açúcar e de etanol, no Estado de São Paulo, será avaliada através de análise tecnológica em amostras coletadas no momento de sua entrega.
- 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 dos dados.
- 3 O campo de aplicação do sistema CONSECANA é para pagamento da matéria prima cana-de-açúcar excluindo a matéria prima denominada "Cana Energia".

RECOMENDAÇÕES DE SAÚDE, MEIO AMBIENTE E SEGURANÇA

Os procedimentos deste manual podem envolver equipamentos e materiais perigosos.

Recomenda-se que o responsável pelo laboratório pesquise e oriente a aplicação das boas práticas, das normas técnicas e dos requisitos das legislações de segurança, saúde no trabalho e ambiental, antes de sua utilização.

Convém que o planejamento do ensaio identifique os riscos relacionados às tarefas a serem executadas, bem como a descrição das medidas de proteção necessárias e a estrutura do treinamento específico.

Dependendo do ensaio, pode ocorrer exposição a risco de acidentes, doenças e danos ambientais, que queiram a aplicação de medidas preventivas e corretivas específicas.

Recomenda-se também que, antes da realização do ensaio, as seguintes medidas sejam observadas:

- a) identificar os produtos químicos que serão utilizados no ensaio;
- b) analisar as fichas de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ), de forma a identificar os riscos e definir os equipamentos de proteção coletiva e/ou individual (EPI) adequados;
- c) ter em mente que a exposição ocupacional a produtos químicos ocorre principalmente pela via respiratória e secundariamente pela pele e via digestiva.

PROCEDIMENTOS

1 Termos e definições

açúcares totais recuperáveis (ATR)

quantidade de açúcares redutores totais por tonelada de cana-de-açúcar calculada pela pol e açúcares redutores da cana-de-açúcar, excluindo-se as perdas industriais

NOTA O ATR é expresso em quilograma por tonelada (kg/t).

açúcares redutores (AR)

substâncias da cana-de-açúcar com propriedade de reduzir o cobre da solução cúprica (licor de Fehling), constituídas principalmente por glicose e frutose

NOTA O AR é expresso em porcentagem (%).

açúcares redutores totais (ART)

somatório dos açúcares redutores e da sacarose contidos em uma solução açucarada, determinados após a inversão da sacarose por hidrólise ácida.

NOTA 1 O ART é expresso em porcentagem (%).

NOTA 2 O ART não deve ser confundido com o ATR (açúcares totais recuperáveis).

agente clarificante

reagente ou mistura de reagentes utilizado na clarificação do caldo de cana-de-açúcar para análise de polarização.

brix refratométrico

porcentagem em massa de sólidos dissolvidos em uma solução açucarada a 20 °C, expressa na escala de um refratômetro, por meio do índice de refração da luz

NOTA O brix refratométrico é expresso em grau brix (°B).

brix do caldo (B)

porcentagem em massa de sólidos dissolvidos no caldo de cana-de-açúcar, corrigido a 20 °C, obtido por refratometria

NOTA O brix do caldo é expresso em porcentagem (%).

brix da cana (BC)

porcentagem em massa de sólidos dissolvidos na cana-de-açúcar, calculada em função do brix do caldo e fibra da cana-de-açúcar

NOTA O brix da cana é expresso em porcentagem (%).

caldo absoluto (CA)

caldo cuja massa é igual à massa total de cana-de-açúcar menos a massa total de fibra

caldo clarificado para polarização

caldo obtido por meio de agentes clarificantes e após filtração

caldo extraído (CE)

caldo obtido após extração em prensa hidráulica automática

cana-de-açúcar

gramínea da família Poaceae, pertencente ao gênero Saccharum, e seus híbridos

cana energia

gramínea da família Poaceae, pertencente ao gênero Saccharum, e seus híbridos desenvolvida com maior teor fibra para se tornar mais produtiva na geração de energia renovável.

cana preparada

amostra de cana-de-açúcar desintegrada e homogeneizada

coeficiente C

coeficiente utilizado para a transformação da pol do caldo extraído pela prensa hidráulica automática em pol da cana-de-açúcar

fibra (F)

matéria seca e insolúvel em água, contida na cana-de-açúcar

fibra Tanimoto (FT)

fibra obtida pelo método de Tanimoto

fundo agrícola

uma ou mais fazendas ou áreas agrícolas que compõe um único cadastro nacional de pessoa jurídica (CNPJ) e inscrição estadual

homologação

aprovação, pelo CONSECANA-SP, de equipamentos, reagentes, acessórios e equações utilizados nos laboratórios que adotam o sistema

índice de preparo (IP)

relação entre as leituras sacarimétricas dos caldos obtidos do extrator e do aparelho de open cell

NOTA O IP é expresso em porcentagem (%).

leitura sacarimétrica (Ls)

resultado obtido pelo sacarímetro no caldo clarificado a 20°C.

NOTA A leitura sacarimétrica é expressa em °Z.

LPb é a leitura sacarimétrica equivalente à leitura obtida com o clarificante subacetato de chumbo;

LAl é a leitura sacarimétrica obtida com a mistura clarificante à base de cloreto de alumínio;

LSu é a leitura sacarimétrica obtida com o clarificante Sugarpol;

LOc é a leitura sacarimétrica obtida com o clarificante Octapol;

LCh é a leitura sacarimétrica obtida com o clarificante Chiaro;

LFp é a leitura sacarimétrica obtida com o clarificante Filterpol;

LCp é a leitura sacarimétrica obtida com o clarificante Claripol;

LCr é a leitura sacarimétrica obtida com o auxiliar de filtração Celite Rosa;

método convencional

é definido pela utilização de sondas amostradoras, desintegradores, homogeneizadores, prensas para extração do caldo, refratômetros e sacarímetros.

peso do bolo seco (PBS)

massa do bagaço (bolo) seco obtido pela secagem do bolo úmido em estufa a temperatura de (105 ± 5) °C.

NOTA O PBS é expresso em gramas (g).

peso do bolo úmido (PBU)

massa do bagaço (bolo) úmido resultante da prensagem de $(500 \pm 0,5)$ g de uma amostra de cana-de-açúcar preparada.

NOTA O PBU é expresso em gramas (g).

pol

concentração de sacarose aparente contida em uma solução açucarada de massa normal, determinada pelo desvio provocado pela solução no plano da luz polarizada.

NOTA A pol é expressa em porcentagem de fração de massa.

pol do caldo (S)

concentração de sacarose aparente do caldo de cana-de-açúcar, obtido por sacarimetria e calculado pela leitura sacarimétrica e brix do caldo.

NOTA A pol do caldo é expressa em porcentagem de fração de massa.

pol da cana (PC)

concentração de sacarose aparente da cana-de-açúcar, calculada em função da pol do caldo e fibra da cana-de açúcar.

NOTA A pol da cana é expressa em porcentagem de fração de massa.

pureza do caldo (Q)

relação percentual entre a pol do caldo e o brix do caldo.

NOTA A pureza do caldo é expressa em porcentagem (%).

unidade de transporte

compartimento de carga formado por uma única carroceria ou carreta.

Na **Figura 1** temos 3 unidades de transporte.



Figura 1

2 Requisitos

2.1 Veículos de transporte da cana-de-açúcar

Os veículos utilizados para o transporte de cana-de-açúcar devem permitir a amostragem por sonda mecânica homologada pelo CONSECANA-SP.

As carrocerias destinadas ao transporte de cana picada, quando a amostragem for realizada por sonda horizontal, devem ter cinco aberturas distribuídas de forma diagonal (X) nas duas laterais da carroceria.

Quando a cana-de-açúcar for transportada em veículos com uma ou mais carretas, estas devem ser consideradas como cargas separadas para fins de amostragem.

Quando for realizada pesagem simultânea de duas ou mais carretas, deve ser considerado como peso de cada carreta o peso total dividido pelo número de carretas desde que a cana-de-açúcar seja do mesmo fundo agrícola e produtor. Caso contrário as carretas devem ser pesadas individualmente.

2.2 Balança de pesagem de cargas de cana-de-açúcar

As unidades industriais devem efetuar duas calibrações da balança de pesagem de cana-de-açúcar, sendo a primeira antes do início do período de moagem e a segunda na metade do período de moagem por meio de empresa acreditada na Rede Brasileira de Calibração – RBC – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO ou empresa que demonstre a rastreabilidade dos padrões utilizados ao Sistema Internacional de Medidas, afixando o respectivo certificado em local de fácil acesso.

No caso de quebra e manutenção da balança, deve-se efetuar nova calibração.

As unidades industriais devem permitir aos representantes das associações de classe dos produtores, sem aviso prévio, a verificação do desempenho das balanças de carga: (i) pela própria associação comparando o peso de caminhão de cana-de-açúcar nas balanças de entrada e de saída ou (ii) por empresa acreditada ou autorizada pelo INMETRO ou por empresa que demonstre a rastreabilidade dos padrões utilizados ao Sistema Internacional de Medidas, neste caso custeado pela associação solicitante e, se constatada alguma irregularidade frente a tolerância definida pela legislação, solicitar a unidade industrial uma nova calibração. Essas verificações deverão ser realizadas em períodos que não atrapalhem o fluxo de caminhões e os serviços de pesagem, tais como:

- Retomada de processamento de moagem;
- Em horário de troca de turno da balança;
- Fila grande de caminhões com potencial falta de cana na moenda;

A diferença encontrada no intervalo entre a constatação da irregularidade e a sua correção deve ser corrigida.

As unidades industriais deverão dispor de local apropriado, antes das balanças de pesagem da tara dos veículos, para remoção dos colmos remanescentes dos descarregamentos.

2.3 Entrega da cana-de-açúcar queimada

A entrega da cana, sob a responsabilidade do produtor, deverá ser realizada até 72 h (setenta e duas horas) da queima, no período compreendido entre o início do período de moagem até 31 de agosto, e de 60 h (sessenta horas) da queima, a partir de setembro até o final do período de moagem.

A cana entregue após os tempos estabelecidos (T) no parágrafo acima, a critério da unidade industrial, poderá sofrer descontos no valor da tonelada de cana, conforme a expressão:

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

K = fator de desconto a ser aplicado à quantidade de ATR do produtor; H = tempo, em horas, da respectiva queima;

T = 72 h entre o início da moagem e 31 de agosto;

= 60 h, a partir de setembro até o final da moagem.

Salvo quando dispensados da obrigação, os produtores deverão informar, por meios pré-estabelecidos, a hora da queima, às unidades industriais.

Será descontado do tempo que compõe o fator K:

- o tempo de interrupção do recebimento de cana nas unidades industriais, motivado por causas não programadas;

- o tempo de espera na fila de entrega na unidade industrial, desde que não respeitada a proporcionalidade entre as entregas de cana própria e as de produtores.

Não será aplicado o fator K quando os serviços de colheita forem efetuados pela unidade industrial ou empresa prestadora destes serviços por ela gerenciada.

As unidades industriais deverão controlar os tempos previstos, devendo incluir, em relatórios, os tempos transcorridos nas ocorrências, que incidirem descontos devido à demora de entrega.

2.4 Sorteio das unidades de transporte para amostragem

O sorteio das unidades de transporte para amostragem deverá ser informatizado, assegurando o número mínimo de amostra a ser coletado por fundo agrícola (cana de produtor e cana própria) conforme o seguinte critério:

NÚMERO DE UNIDADES DE TRANSPORTE	
Entregues/dia	Amostradas/dia
01 – 05	Todas
6	5
7	6
8	7
9	8
10 – 11	9
12 – 14	10
15 – 18	11
19 – 25	12
26 – 32	13
33 – 39	14
40 – 46	15
47 – 55	16
56 - 64	17
65 - 73	18
74 - 84	19
85 – 100	20
> 100	> 23

Recomenda-se, sempre que possível, distribuir as amostragens proporcionalmente ao longo do período diário de entrega.

2.5 Amostragem das cargas

A amostragem das cargas deve ser efetuada por sonda mecânica, horizontal ou oblíqua, homologada pelo CONSECANA-SP.

A sonda amostradora deve estar localizada após a balança de pesagem da carga.

A coroa das sondas amostradoras, dentada ou serrilhada, conforme a **Figura 2**, deve ser afiada ou trocada quando demonstrar baixa eficiência de corte, observada pelo esmagamento e/ou extração de caldo da amostra.



a) Coroa dentada

b) Coroa serrilhada

c) Coroa dentada

Figura 2 - Tipos de coroas

Qualquer que seja o tipo de sonda amostradora, a quantidade de amostra final, não pode ser inferior a 10 kg e a unidade industrial deve ter meios que possibilite a verificação da quantidade e da qualidade da amostra.

Quando ocorre o baixo volume de carga na unidade de transporte, baixa densidade de carga e espaços vazios na carga de canas inteiras, impossibilitando a quantidade mínima de 10 Kg de amostra na primeira tentativa, reservar a porção coletada e proceder uma segunda tentativa de coleta em uma posição de aproximadamente 50 cm distante da anterior, juntar as porções coletadas e considerar como uma única amostra. Em casos extremos, em que mesmo com as duas tentativas de coletas não for possível atingir os 10 kg, a amostragem deverá ser cancelada.

2.5.1 Sonda horizontal

O estacionamento do veículo deve respeitar a distância mínima entre a coroa do tubo amostrador e a cana dos carregamentos, de forma a permitir a coleta da quantidade mínima de 10kg de amostra.

As posições de amostragem devem ser definidas por sorteio informatizado, levando-se em conta o número de vãos de cada tipo de unidade de transporte. As posições de amostragem devem ser impressas nos boletins de análise.

O número de possibilidades de pontos de amostragem, por sondas horizontais, será dado pela equação:

$$P = 2 \times V - 4, \text{ onde:}$$

V = número de vãos para cada tipo de carroceria.

Exemplo: Carroceria com 6 vãos: $P = 2 \times 6 - 4 = 8$ possibilidades (**Figura 3**)

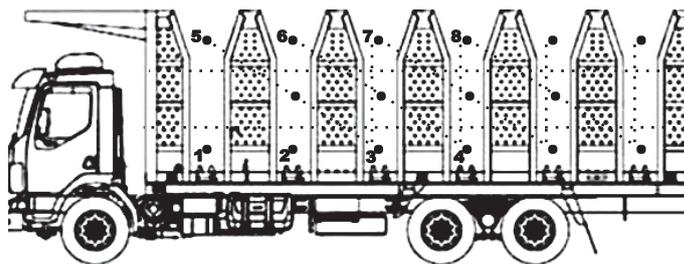


Figura 3

O não cumprimento dos requisitos referentes à amostragem implica no cancelamento da amostragem efetuada, devendo ser repetida a operação de amostragem na mesma carga, em local próximo à anterior.

As perfurações das cargas, para fins de amostragem, devem ser feitas no ponto central da área definida pelo sorteio. Quando houver algum impedimento causado por obstáculo físico, a perfuração pode ser realizada ao redor do local sorteado.

O tubo amostrador deve ser introduzido totalmente na carga e esvaziado após cada perfuração. Quando não for possível introduzir totalmente o tubo amostrador, é necessária a reintrodução no mesmo local.

A amostra deve ser composta por três subamostras, coletadas em vãos consecutivos e a partir da primeira perfuração, não podendo haver coincidência no sentido horizontal ou vertical.

Quando se tratar de carrocerias para o transporte de cana-de-açúcar picada, a amostra deve ser composta por três subamostras, retiradas em furos dispostos no sentido diagonal.

2.5.2 Sonda oblíqua

A amostra deve ser retirada em apenas uma posição, seguindo a linha horizontal e central da parte superior do carregamento, em duas etapas e no mesmo local, retirando e descarregando as subamostras de cada etapa.

Quando as amostras apresentarem esmagamento ou extração de caldo, é necessário verificar o estado da coroa amostradora, ou ainda, ajustar todo o conjunto amostrador da sonda, de acordo com recomendações do fabricante. O não cumprimento deste requisito especificado implica no cancelamento da amostragem efetuada.

2.6 Laboratório de análise de cana-de-açúcar

O laboratório deve estar localizado próximo do local de coleta de amostras e de seu preparo.

A rede elétrica deve estar dimensionada de modo a atender as especificações originais dos fabricantes de todos os equipamentos à plena carga operacional e possuir sistema de aterramento específico. Não é permitida a utilização de qualquer dispositivo que possa alterar as características originais da corrente elétrica requerida pelos aparelhos ou equipamentos de laboratório. Não é permitido o emprego de derivações (extensões) em tomadas, a fim de evitar interferências nos equipamentos.

A temperatura interna deve ser mantida a $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

Os equipamentos devem estar dimensionados de modo a atender à demanda operacional das análises da unidade industrial, cana de produtor e própria.

Computador de trabalho e impressora para impressão dos resultados analíticos.

A balança semianalítica deve ser instalada em local que atenda ao fluxograma operacional e não deve ter influência de correntes de ar ou de trepidações.

Os reagentes devem ser de qualidade p.a. (pró-análise) e de origem comprovada.

Os materiais de laboratório, béqueres, funis, frascos coletores de caldo não clarificado e clarificado, balões volumétricos, agitadores etc., devem ser dimensionados de acordo com o volume diário de análises. Os balões volumétricos, provetas, pipetas e outras vidrarias para medições de volumes devem ser calibrados conforme as boas práticas de laboratório.

Equipamentos, instrumentais analíticos e reagentes devem ser homologados pelo CONSECANA-SP conforme instruções que podem ser obtidas nos Procedimentos de Homologação de Equipamentos, Instrumentos Analíticos, Reagentes e Clarificantes através do endereço <https://www.consecana.com.br/homologacao.asp>.

Os dados diários, quinzenais e mensais devem conter as informações referidas no **item 6**.

No gerenciamento e recursos humanos recomenda-se, como ideal, a seguinte estrutura funcional:

- supervisores: apresentar nível técnico reconhecido pelos conselhos regionais respectivos. Responder por todos os funcionários internos e externos do laboratório, necessários ao seu funcionamento. Proceder ou solicitar manutenção e reparos nos equipamentos ou, quando em acordo com o representante da associação de classe, justificar a correção de alguma anormalidade;
- liderança de turno: o nível de formação técnica deve ser semelhante ao do supervisor ou no mínimo o ensino médio completo e também deve responder por todos os funcionários internos e externos, na ausência do supervisor (reconhecido pelo Conselho Regional de Química);
- auxiliares de laboratório: os funcionários incumbidos de operar o refratômetro, sacarímetro, equipamentos de determinação do índice de preparo ou o NIR devem apresentar nível técnico ou no mínimo o ensino médio completo e ter recebido o necessário treinamento (reconhecido pelo Conselho Regional de Química);
- demais funcionários: devem ter pelo menos o ensino fundamental completo e devem ser devidamente treinados e capacitados.

O funcionamento do laboratório deve ser compatível com o horário de entrega da cana e com o número de cargas a ser amostrado.

A(s) balança(s) semianalítica(s), célula(s) de carga, o(s) refratômetro(s) e o(s) sacarímetro(s) devem ser calibrados antes do início do período de moagem, conforme as boas práticas de laboratório, por empresa capacitada que demonstre rastreabilidade dos padrões utilizados e, durante este período de moagem os equipamentos do laboratório devem ser verificados periodicamente, no mínimo 1 vez por turno, por meio da utilização de pesos padrão calibrados,

células de carga calibradas, soluções de índice de refração conhecidos e pelo tubo padrão de quartzo calibrado.

A temperatura interna do compartimento do tubo polarimétrico deve ser mantida a (20 ± 2) °C para as condições do Estado de São Paulo. Esta condição pode ser obtida através da utilização de sacarímetros com correção automática de temperatura ou através da utilização do tubo polarimétrico encamisado e banho termostático calibrado.

Alerta de máximos e mínimos para os parâmetros de PBU (peso do bolo úmido), Brix do caldo, Ls (leitura sacarimétrica), Q (pureza do caldo) e PBS (peso do bolo seco)

Aplicação: os alertas de máximos e mínimos se aplicam apenas para evitar a inclusão de eventuais dados com erros analíticos no sistema. Não se aplicam para a recusa de matéria-prima.

Todo sistema informatizado utilizado para pagamento de cana deve contemplar um sistema de segurança que permita o cadastramento dos limites máximos e mínimos para os parâmetros básicos de: PBU, Brix do caldo, Ls, Q e PBS, este apenas quando utilizado o método Tanimoto para cálculo da Fibra da cana.

Os limites de máximo e mínimo para cada parâmetro cadastrado deverão ser definidos em comum acordo entre a unidade industrial e à associação de produtores de cana. Esses limites de máximo e mínimo poderão ser ajustados ao longo da safra sempre de comum acordo entre a unidade industrial e à associação de produtores de cana.

Quando a amostra analisada apresentar resultados superiores ou inferiores aos respectivos limites definidos, o sistema informatizado deverá emitir um alerta visual e sonoro (os equipamentos não compatíveis com o alerta sonoro também serão permitidos até o final de sua vida útil, equipamentos novos deverão possuir alertas visual e sonoro) e nestes casos o analista deverá refazer a análise com outra sub amostra de 500 g. Refeita a análise, os resultados corretos devem ser alimentados no sistema informatizado por pessoa habilitada. Estes procedimentos devem ser realizados na presença do representante da associação de produtores. Caso o representante da associação de produtores não esteja presente, estes procedimentos devem ser realizados da mesma forma.

2.6.1 Testes de Verificação

2.6.1.1 Teste de linearidade e repetitividade de equipamentos

Estes testes são realizados de acordo com as especificações similares às normas AS-K 157, da Austrália.

2.6.1.2 Teste de linearidade do refratômetro

Estabelece-se que a “saída da linearidade” sobre qualquer parte da faixa até 30 °B não deverá exceder a mais ou menos 0,1 °B.

Técnica:

- Preparar soluções padrões de sacarose, respeitando intervalos de 10 °B e cobrindo a faixa de 0 a 30 °B. Ex.: 0, 10, 20 e 30 °B.
- Efetuar 5 leituras de cada solução.

- Calcular a média das 5 leituras de cada solução e comparar com o valor em °B esperado, para cada solução, interpolando linearmente os extremos da faixa:

Exemplo:

- Aparelho: refratômetro
- Solução: 10 °B
- Leituras: 10,1; 10,2; 10,0; 10,1; 10,0 °B
- Média das leituras: 10,1 °B
- Valor esperado:

$$\text{- média entre o maior e o menor valor} = \frac{(10,0 + 10,2)}{2} = 10,1 \text{ °B}$$

- calcular a média das diferenças e comparar com o valor especificado de, mais ou menos, 0,10 °B.

A linearidade esperada é a seguinte:

Nº	Leitura	- Interpolação	=	Diferença
1	10,1	-10,1	=	0
2	10,2	-10,1	=	0,1
3	10	-10,1	=	-0,1
4	10,1	-10,1	=	0
5	10	-10,1	=	-0,1
Média:				-0,02°

Repetir o procedimento para as outras faixas de brix.

2.6.1.3 Teste de repetitividade do refratômetro

Este teste requer que a diferença entre dois resultados simples, obtidos no instrumento, no mesmo laboratório, operado pelo mesmo analista, utilizando a mesma amostra, não deve exceder a, mais ou menos, 0,2 °B, em mais de um par de resultados em duplicata, em 20 repetições da mesma solução (ou 5 pares em 100 repetições).

Técnica:

- Preparar soluções de 0, 10, 20 e 30 °B.
- Efetuar 20 leituras para cada um dos intervalos determinados.
- Calcular o desvio padrão, reportando, assim, a repetitividade.
- As soluções utilizadas na aferição do refratômetro deverão ser preparadas no próprio laboratório e no ato da aferição, evitando o uso de soluções deterioradas.

As soluções devem ser peso/peso.

O peso final da solução deverá ser igual a 100,00 g.

Preparo das soluções:

Peso de açúcar (g)	+	Peso de água (g)	=	Peso Total(g)
10	+	90	=	100
20	+	80	=	100
30	+	70	=	100

As soluções de 10 a 20 °B poderão ser aferidas efetuando-se a leitura sacarimétrica e calculando-se, posteriormente, a pol, a qual deverá apresentar os mesmos resultados do brix.

Observação: a sacarose a ser utilizada deverá ser grau p.a. que poderá ser substituída pelo açúcar refinado granulado (cor ICUMSA máximo 45 UI).

2.6.1.4 Teste de linearidade do sacarímetro

Procedimentos preliminares:

Verificar a montagem correta e limpeza interna do tubo e das pastilhas de vidro do tubo sacarimétrico.

Verificar o ponto "0" (zero) ao ar e corrigi-lo caso o valor seja superior a, mais ou menos, 0,02 °Z.

Efetuar a calibração do ponto "0" (zero) com água destilada, tomando-se o cuidado para não formar bolha de ar no tubo sacarimétrico.

Fazer a leitura com placas de quartzo padrão, de valores conhecidos e, quando possível, calibrados por instituição credenciada.

Se necessário efetuar ajuste da placa.

Efetuar as leituras sacarimétricas com as soluções padrões, verificando desta forma a linearidade e a repetitividade.

Técnica

Estabelece-se que a "saída da linearidade" sobre qualquer parte da faixa até 100 °Z, não deve exceder, mais ou menos, 0,03 °Z.

Preparar soluções de sacarose com intervalos de 25 °Z, cobrindo a faixa de 0 a 100 °Z. Exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100 °Z.

Efetuar 5 leituras de cada solução, utilizando o mesmo tubo sacarimétrico.

Calcular a média das 5 leituras de cada solução e comparar com o valor em °Z esperado para cada solução, interpolando linearmente entre os extremos da faixa.

Exemplo:

Aparelho: sacarímetro.

Solução: 25 °Z.

Leituras: 25,01; 25,01; 25,02; 25,02 e 25,04 °Z.

Valor esperado: média entre o maior e o menor valor: $\frac{(25,01+25,04)}{2} = 25,03$ °Z

Calcular a média das diferenças e comparar com o valor especificado de, mais ou menos, 0,03 °Z.

Linearidade apresentada:

Nº	Leitura	- Interpolação	=	Diferença
1	25,01	-25,03	=	- 0,02
2	25,01	-25,03	=	- 0,02
3	25,02	-25,03	=	- 0,01
4	25,02	-25,03	=	- 0,01
5	25,04	-25,03	=	0,01
Média			=	- 0,01

Repetir o procedimento para as demais soluções.

2.6.1.5 Teste de repetitividade do sacarímetro

Este teste requer que a diferença entre dois resultados simples, obtidos no instrumento, no mesmo laboratório, usando a mesma amostra, não deve exceder a 0,25 °Z em mais de um par de resultados, em duplicata, em 20 repetições da mesma solução (ou 5 pares em 100 repetições).

Técnica

Preparar 500 mL de cada solução, homogênea, de 25, 50, 75 e 100 °Z.

As soluções deverão ser peso/volume usando sacarose p.a. que poderá ser substituída pelo açúcar refinado granulado (cor ICUMSA máximo 45 UI).

° Z	Peso de Açúcar (g)	=	Volume Final (mL)
25	32,5	=	500
50	65	=	500
75	97,5	=	500
100	130	=	500

As soluções a serem utilizadas na aferição do sacarímetro deverão ser preparadas no ato da aferição e no próprio laboratório, evitando-se o uso de soluções armazenadas. Pequenas quantidades de amostra deverão ser introduzidas no tubo sacarimétrico em intervalos definidos, anotando-se as leituras quando a solução entrar em equilíbrio (estabilidade do aparelho).

A partir dessas leituras, calcula-se o desvio padrão e, conseqüentemente, a repetitividade.

2.7 Reformas ou Retrofits de equipamentos de análise de cana-de-açúcar

2.7.1 Sondas amostradoras mecânicas (horizontal e oblíqua)

As reformas ou retrofits de sondas mecânicas realizadas pelas unidades industriais, pelos fabricantes, ou terceiros, com ou sem eletrificação de motores ou com alterações de acessórios para melhoria do processo, podem ser efetuadas, sem prejuízo da homologação, desde que:

- sejam atendidos os requisitos expressos neste Manual de Instruções, quanto a retirada, qualidade e quantidade de amostras;
- sejam documentadas em manual técnico operacional as alterações efetuadas;
- seja identificado, através de placa fixada, que o equipamento foi reformado, indicando a data e a empresa que realizou as alterações e não seja alterada a marca original do equipamento;
- as alterações no equipamento sejam realizadas em comum acordo entre a unidade industrial e a associação de produtores de cana.

A reforma realizada no equipamento não necessita ser homologada desde que cumpridos os requisitos acima.

2.7.2 Prensas hidráulicas

As reformas ou retrofits de prensas hidráulicas realizadas pelas unidades industriais, pelos fabricantes, ou terceiros, com alterações para melhoria do processo de extração do caldo e

diminuição dos custos de manutenção, podem ser efetuadas, sem prejuízo da homologação, desde que:

- i. sejam atendidos os requisitos expressos neste Manual de Instruções quanto à extração do caldo pela prensa hidráulica;
- ii. sejam documentadas em manual técnico operacional as alterações efetuadas;
- iii. seja identificado, através de placa fixada, que o equipamento foi reformado, indicando a data e a empresa que realizou as alterações e não seja alterada a marca original do equipamento;
- iv. as alterações no equipamento sejam realizadas em comum acordo entre a unidade industrial e a associação de produtores de cana.

A reforma realizada no equipamento não necessita ser homologada desde que cumpridos os requisitos acima.

3 Parâmetros medidos - procedimentos de laboratório

3.1 Métodos convencionais

3.1.1 Preparo e homogeneização da amostra

3.1.1.1 Aparelhagem

Desintegrador, homologado pelo CONSECANA-SP, com características mecânicas capazes de produzir amostras de cana preparadas que não apresentem lascas de cana e com índice de preparo de 90% (noventa por cento), com uma tolerância de mais ou menos 2 (dois) pontos percentuais. A metodologia de determinação do índice de preparo encontra-se no **item 3.1.2**.

O desintegrador deverá estar em perfeitas condições mecânicas e operacionais, com suas características originais mantidas, tendo-se, no mínimo, um jogo de reposição de facas, contrafacas e martelos.

As facas dos desintegradores deverão ser substituídas, diariamente, ou, pelo menos, a cada 250 (duzentos e cinquenta) amostras, independentemente do valor do Índice de Preparo (IP).

A contrafacas do desintegrador deverá estar regulada a uma distância de $(2,0 \pm 0,5)$ mm (dois milímetros, mais ou menos, meio milímetro).

As facas e a contrafacas deverão estar sempre afiadas, não devendo apresentar bordas onduladas e arredondadas.

Os martelos e contramartelos deverão ser substituídos quando apresentarem bordas arredondadas.

Homogeneizador homologado pelo CONSECANA-SP ou do tipo betoneira (ver **Figura 4**) dotado de dispositivos que não permitam acúmulo de cana preparada internamente, e com capacidade de homogeneizar até 30 kg de cana.

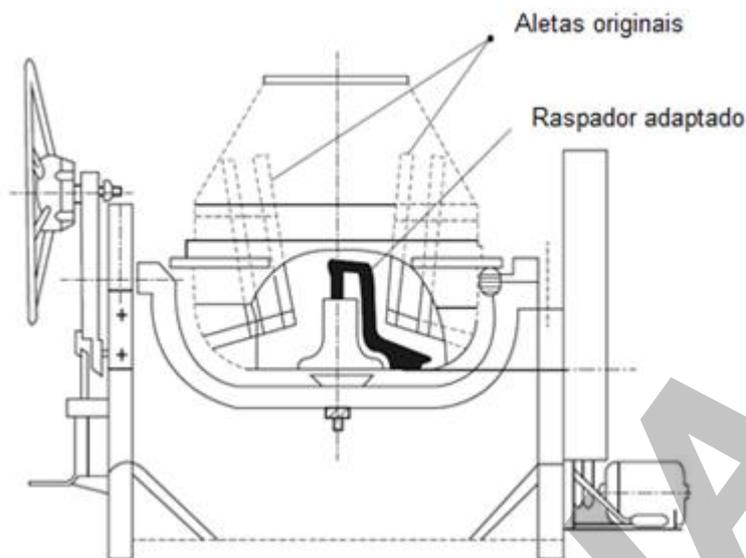


Figura 4 - Homogeneizador tipo betoneira

3.1.1.2 Procedimento

Ligar o desintegrador juntamente com o homogeneizador e aguardar a estabilização da rotação.

Alimentar o desintegrador, de modo a evitar o entupimento (embuchamento) do equipamento, com toda a amostra proveniente da sonda.

Finalizada a desintegração da amostra, bascular o homogeneizador coletando uma subamostra de 1,5 kg a 2,0 kg (um e meio a dois quilogramas), conduzir ao laboratório e pesar 500 g (quinhentos gramas) para as análises tecnológicas.

Certificar que não tenha ficado resíduo da amostra anterior no tambor de homogeneização, antes da próxima alimentação.

Quando da ocorrência de embuchamento do desintegrador, a amostra de cana-de-açúcar deverá ser descartada / anulada para fins da análise da qualidade.

3.1.2 Determinação do Índice de Preparo

3.1.2.1 Reagentes e materiais

Clarificantes homologados pelo CONSECANA-SP conforme **item 10**.

Recipiente de volume mínimo de 250 mL.

Papel de filtro qualitativo com 180 mm de diâmetro.

Funil sem haste de 120 mm de diâmetro.

Recipiente transparente para coleta do filtrado.

Proveta graduada de 2.000 mL, classe A.

Algodão.

Peneira metálica com malha de 0,5 mm de abertura.

3.1.2.2 Aparelhagem

Balança semianalítica, com resolução de uma a três casas decimais.

Aparelho para determinação do índice de preparo (open cell), com velocidade de operação, carregado com amostra de cana desintegrada, de (60 ± 5) rpm, com dois copos cilíndricos posicionados paralelamente e invertidos, com capacidade volumétrica nominal de 4.000 mL cada, com superfície interna lisa (ver **Figura 5**).

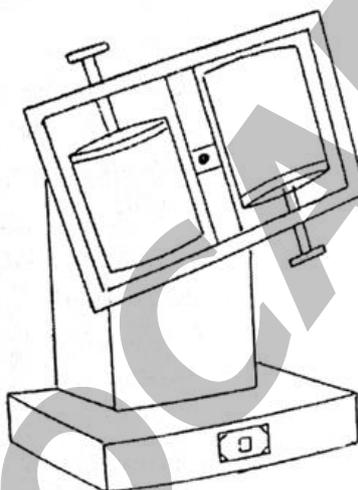


Figura 5 - Aparelho para determinação do índice de preparo

Extrator a frio tipo sul-africano, com três barras não cortantes, distanciadas em 20 mm entre elas, não cruzadas, com a barra central inclinada 15° em relação ao eixo e rotação de operação, carregado com amostra de cana desintegrada, de (7.000 ± 200) rpm, com copo e eixo refrigerados (ver **Figura 6**).

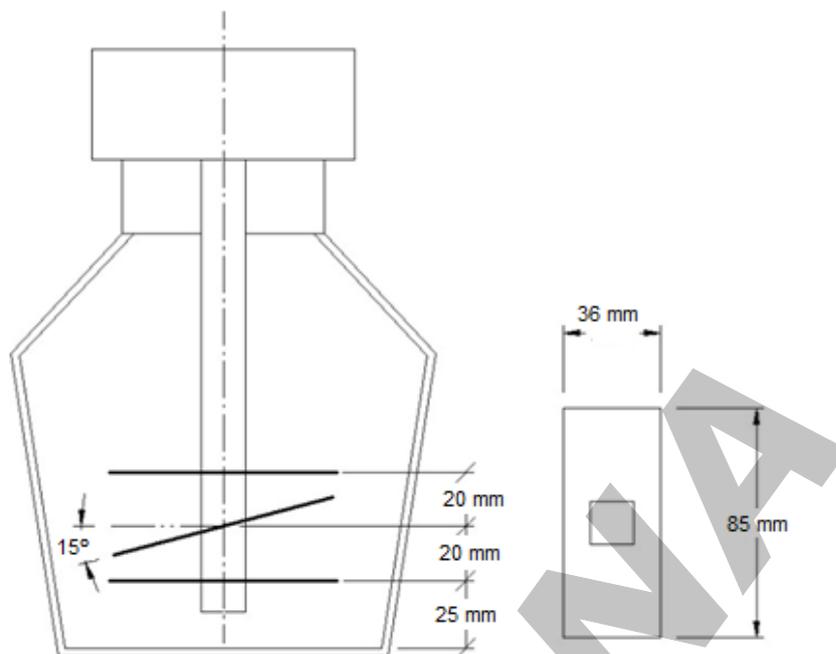


Figura 6 - Extrator a frio tipo sul-africano com copo e eixo refrigerados

Sacarímetro digital, automático, com resolução de 0,01 °Z e calibrado a 20 °C em °Z, em comprimento de onda no visível (variando de 580 nm a 590 nm no vácuo) ou infravermelho próximo (variando de 825 nm a 890 nm no vácuo), provido de tubo polarimétrico de 100 mm ou 200 mm, com fluxo contínuo e saída para automação de dados.

Agitador mecânico tipo mixer.

Quando aplicado a sacarimetria no infravermelho próximo (NIR):

- Unidade auxiliar de filtração de alta pressão homologada pelo CONSECANA-SP.
- Sistema de ar comprimido.

3.1.2.3 Amostragem

Composição de amostra a partir de cana-de-açúcar desintegrada

A cada turno de trabalho e para cada desintegrador separar porções equivalentes de no mínimo seis amostras alternadas de cana-de-açúcar desintegradas. Armazenar em embalagem fechada, sob refrigeração entre 0 °C a 6 °C, compondo ao final do período no mínimo 12 kg, e homogeneizar utilizando equipamento homologado durante aproximadamente 1 min.

Quando não for possível coletar no mínimo seis amostras no mesmo turno, poderá ser complementado com amostras do turno seguinte.

Coletar aproximadamente 2 kg da amostra composta homogeneizada e seguir as etapas descritas no procedimento.

Composição de amostra a partir da cana-de-açúcar coletada

A cada turno de trabalho e para cada desintegrador separar, alternada e exclusivamente, no mínimo seis amostras de cana-de-açúcar para a determinação do índice de preparo.

Quando não for possível coletar no mínimo seis amostras no mesmo turno, poderá ser complementado com amostras do turno seguinte.

Proceder à desintegração e homogeneização de cada uma das amostras individualmente e separar porções equivalentes, compondo ao final do período no mínimo 12 kg e homogeneizar utilizando equipamento homologado durante aproximadamente 1 min.

Coletar aproximadamente 2 kg da amostra composta homogeneizada e seguir as etapas descritas no procedimento.

3.1.2.4 Procedimento

Extrator a frio tipo sul-africano

- a) transferir (500 ± 0,5) g de amostra de cana-de-açúcar preparada e homogeneizada para o copo do extrator. Adicionar 2.000 mL de água destilada;
- b) ligar e manter o extrator em funcionamento durante 30 min;
- c) filtrar por gravidade o extrato resultante em peneira metálica com malha máxima de 0,5 mm ou em algodão, para reter as partículas sólidas, sem pressionar a amostra;
- d) clarificar, com mistura clarificante à base de alumínio ou clarificantes homologados, uma alíquota de aproximadamente 200 mL do extrato filtrado e efetuar a leitura sacarimétrica, obtendo-se a leitura “zero” (Lo).

Agitador de índice de preparo (aparelho open cell)

- a) transferir, para os recipientes do aparelho de índice de preparo (IP), duas subamostras de (500 ± 0,5) g, da mesma amostra preparada e homogeneizada;
- b) adicionar 2 000 mL de água destilada a cada recipiente, ligar e manter o aparelho em agitação por 15 min;
- c) retirar alíquotas de aproximadamente 200 mL de cada um dos recipientes do aparelho e clarificar, com mistura clarificante à base de alumínio ou clarificantes homologados;
- d) efetuar as leituras sacarimétricas das alíquotas clarificadas e calcular a leitura média (Lm).

3.1.2.5 Expressão dos resultados

O índice de preparo (IP) é calculado pela equação a seguir:

$$IP = \frac{Lm}{Lo} \times 100, \text{ onde:}$$

Lo é a leitura sacarimétrica do extrato, obtida com o extrator a frio;

Lm é a média das leituras sacarimétricas dos extratos, obtidas com o aparelho para determinação do IP.

3.1.2.6 Precisão

Repetibilidade (r)

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 1,5 unidade de índice de preparo, com a probabilidade de 95 %.

Reprodutibilidade (R)

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com as mesmas amostras de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém não podem exceder 3 unidades de índice de preparo, com a probabilidade de 95 %.

3.1.3 Pesagem da amostra para extração de caldo e medição do Peso do Bolo Úmido (PBU)

3.1.3.1 Aparelhagem

Balança semianalítica, com resolução de uma a três casas decimais com saída para comunicação de dados.

Prensa hidráulica automática que mantenha uma pressão constante de $24,5 \pm 0,2$ MPa, correspondente a (250 ± 2) kgf/cm² na amostra, durante 1 min, que contenha um manômetro de leitura no mínimo de classe B (com menor divisão de escala de 5 kgf/cm²).

Recipiente para coleta do caldo.

Célula de carga com manômetro classe A2, com menor divisão de escala de 2 kgf/cm².

3.1.3.2 Verificação da pressão da prensa hidráulica

A célula de carga com manômetro classe A2 deve ser calibrada anualmente em laboratórios acreditados pela Rede Brasileira de Calibração (RBC).

Proceder à verificação da prensa hidráulica no máximo a cada 8 h, por meio da célula de carga.

Se a pressão indicada no manômetro da célula de carga estiver fora dos limites de (250 ± 2) kgf/cm², efetuar os ajustes na prensa hidráulica, de acordo com o manual do fabricante.

3.1.3.3 Procedimento

Pesar $(500 \pm 0,5)$ g de cana-de-açúcar preparada e transferir para o cesto da prensa hidráulica automática.

Proceder à extração do caldo à pressão de $(24,5 \pm 0,2)$ MPa, correspondente a (250 ± 2) kgf/cm², exercida durante 1 min na amostra, imediatamente após a desintegração e homogeneização das amostras.

A leitura de pressão no manômetro da prensa, correspondente à pressão de (250 ± 2) kgf/cm² verificada pela célula de carga, deve ser indicada com uma marcação legível no manômetro da prensa.

Imediatamente após a extração do caldo, pesar o material sólido retido no cesto da prensa hidráulica para obtenção do PBU.

O caldo extraído obtido deve, em seguida, ser submetido às determinações analíticas.

NOTA Caso o volume de caldo extraído não for suficiente para as determinações analíticas, proceder novas prensagens, seguindo o mesmo procedimento, até obtenção do volume de caldo suficiente. Nesse caso deverá ser considerado o peso do bolo úmido da primeira prensagem.

O restante da amostra de cana preparada servirá como contraprova, não podendo ser desprezado, até que sejam concluídas as leituras de brix do caldo e de pol do caldo.

3.1.3.4 Expressão dos resultados

Os resultados de PBU devem ser expressos em gramas (g).

3.1.3.5 Precisão

Repetibilidade (r)

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 4 unidades de PBU (gramas), com a probabilidade de 95 %.

Reprodutibilidade (R)

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com as mesmas amostras de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém não podem exceder 12 unidades de PBU (gramas), com a probabilidade de 95 %.

3.1.4 Determinação de brix refratométrico do caldo

3.1.4.1 Aparelhagem

Refratômetro digital, de leitura automática, com correção automática de temperatura, com saída para comunicação de dados, com resolução mínima de 0,1 °B devendo o valor final ser expresso a 20 °C.

3.1.4.2 Procedimento

Verificar o ponto zero da escala do refratômetro com água destilada.

Colocar uma alíquota do caldo previamente homogeneizado, filtrado se necessário em algodão ou papel de filtro, no prisma do refratômetro e proceder à leitura.

Quando for utilizado o caldo filtrado para determinação do brix, deve-se coletá-lo a partir da sexta gota do filtrado.

3.1.4.3 Expressão dos resultados

Os resultados devem ser expressos numericamente em °B a 20 °C no mínimo com uma casa decimal, representando a concentração de sólidos solúveis no caldo ou extrato.

3.1.4.4 Precisão

Repetibilidade (r)

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de caldo, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 0,1 unidade de °B, com a probabilidade de 95 %.

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 0,6 unidade de °B, com a probabilidade de 95 %.

Reprodutibilidade (R)

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com as mesmas amostras de caldo, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém não podem exceder 0,2 unidade de °B, com a probabilidade de 95 %.

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com as mesmas amostras de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 0,9 unidade de °B, com a probabilidade de 95 %.

3.1.5 Determinação da Polarização (Pol) do caldo

3.1.5.1 Determinação da Polarização (Pol) do caldo no visível

a) Reagentes e materiais

Clarificantes homologados pelo CONSECANA-SP conforme a tabela a seguir:

Tabela 1 – Clarificantes homologados pelo CONSECANA-SP, dosagens e fatores de correção

<u>Nome</u>	<u>Dosagem gramas/200ml</u>	<u>Fator de correção</u>	<u>Observação</u>
Mistura clarificante à base de cloreto de alumínio	14 ± 1	LPb = 1,00621 x LAI + 0,05117	Sacarimetria no visível
Sugarpol	6 ± 1	LPb = 1,00621 x LSu + 0,05117	Sacarimetria no visível
Octapol (importado)	6 ± 1	LPb = 0,99879 x LOc + 0,47374	Sacarimetria no visível
Chiaro	12 ± 1	LPb = 0,99879 x LCh + 0,47374	Sacarimetria no visível
Filterpol	14 ± 1	LPb = 0,9914 x LFP + 1,444	Sacarimetria no visível
Claripol	6 ± 1	LPb = 0,98 x LCp + 1,78	Sacarimetria no visível
Celite Standard Super Cel (Celite@rosa)	15 ± 1	LPb = 0,9993 x LCr + 0,5283	Sacarimetria NIR

Onde:

LPb é a leitura sacarimétrica equivalente à leitura obtida com o clarificante subacetato de chumbo;

LAI é a leitura sacarimétrica obtida com a mistura clarificante à base de cloreto de alumínio;

LSu é a leitura sacarimétrica obtida com o clarificante Sugarpol;

LOc é a leitura sacarimétrica obtida com o clarificante Octapol;

LCh é a leitura sacarimétrica obtida com o clarificante Chiaro;

LFP é a leitura sacarimétrica obtida com o clarificante Filterpol;

LCp é a leitura sacarimétrica obtida com o clarificante Claripol;

LCr é a leitura sacarimétrica obtida com o auxiliar de filtração Celite Rosa;

- Preparo do clarificante à base de cloreto de alumínio, hidróxido de cálcio e auxiliar de filtração

Materiais

Cloreto de alumínio hexahidratado

Especificação mínima de reagente p.a., com pureza maior ou igual a 90 %.

Hidróxido de cálcio

Especificação mínima de reagente p.a., com pureza maior ou igual a 95 %.

Auxiliar de filtração

Auxiliar de filtração, tipo terra diatomácea, tais como:

- Celite Hyflo Supercel
- Celite nuclear 545
- Celite Perfiltro 443

Mistura

As quantidades de cada produto necessárias para se produzir 1.000 g da mistura são as seguintes:

- a) Uma parte de hidróxido de cálcio 143 g
- b) Duas partes de cloreto de alumínio hexahidratado 286 g
- c) Quatro partes de auxiliar de filtração 571 g
- Total 1.000 g

Homogeneização

A homogeneização se constitui em um ponto crítico no preparo da mistura. Recomenda-se que os componentes do clarificante sejam misturados em

quantidade suficiente para o uso diário, em um homogeneizador, tipo tambor rotativo ou outro que promova uma mistura adequada.

Recipiente de volume mínimo de 250 mL.

Papel de filtro qualitativo com 180 mm de diâmetro.

Funil sem haste de 120 mm de diâmetro.

Recipiente transparente para coleta do filtrado.

b) Aparelhagem

Sacarímetro digital, automático, com resolução de 0,01 °Z e calibrado a 20 °C em °Z, em comprimento de onda variando de 580 nm a 590 nm no vácuo, provido de tubo polarimétrico de 100 mm ou 200 mm, com fluxo contínuo e saída para automação de dados.

Agitador mecânico tipo mixer.

c) Procedimento

Homogeneizar o caldo extraído pelo método da prensa hidráulica automática e transferir aproximadamente 200 mL para um recipiente de no mínimo 250 mL.

Adicionar a quantidade necessária de clarificante homologado pelo CONSECANA-SP, conforme **Tabela 1** e agitar até a obtenção de uma mistura homogênea de preferência com agitadores mecânicos tipo mixer.

Filtrar através de papel de filtro.

Transferir o mínimo de 75 mL de caldo clarificado límpido para o tubo de fluxo contínuo e efetuar a leitura sacarimétrica (Ls) e anotar.

Caso o tubo sacarimétrico seja lavado com água ou qualquer outro produto, o mesmo deve ser esgotado antes da próxima leitura e utilizar no mínimo 100 mL do caldo clarificado para efetuar a leitura sacarimétrica.

Caso o sacarímetro apresente instabilidade de leitura ou indicação de que a amostra não está adequada para a leitura, repetir os procedimentos a partir da extração do caldo da mesma amostra de cana-de-açúcar.

Caso não se consiga a clarificação do caldo com o uso das quantidades recomendadas, os seguintes procedimentos devem ser tomados, na ordem de preferência assinalada:

- 1) Refiltragem do caldo clarificado.
- 2) Repetição da análise, reprocessando a clarificação do caldo ainda disponível, ou nova extração do caldo, na presença de um representante credenciado pela Associação de Produtores.
- 3) Diluição do caldo extraído na proporção de 1 (uma) parte de água destilada, volume/volume, e posterior clarificação, multiplicando-se, neste caso, o valor da

leitura sacarimétrica por 2 (dois). Caso necessárias maiores diluições para a obtenção da leitura sacarimétrica, as mesmas são permitidas desde que em comum acordo com as associações de produtores.

A amostra de cana cujo caldo extraído não for clarificado após os procedimentos descritos acima será considerada fora do sistema.

d) Expressão dos resultados

A leitura sacarimétrica obtida com a utilização de um dos clarificantes homologados deverá ser corrigida para a leitura equivalente ao clarificante subacetato de chumbo (LPb) utilizando-se o respectivo fator de correção conforme **Tabela 1**.

A pol do caldo é calculada pela equação a seguir:

$$S = LPb \times (0,2605 - 0,0009882 \times B), \text{ onde:}$$

S é a pol do caldo, expressa em porcentagem massa/massa;

LPb é a leitura sacarimétrica corrigida para a leitura equivalente ao clarificante subacetato de chumbo.

B é o brix do caldo, conforme **item 1**, Termos e Definições.

e) Precisão

Repetibilidade (r)

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de caldo, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 0,10 unidade de pol do caldo, com a probabilidade de 95 %.

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 0,50 unidade de pol do caldo, com a probabilidade de 95 %.

Reprodutibilidade (R)

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com as mesmas amostras de caldo, com a execução correta, são consideradas normais para este método porém, não podem exceder 0,20 unidade de pol do caldo, com a probabilidade de 95 %.

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com as mesmas amostras de cana preparada, com a execução correta, são consideradas

normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 0,90 unidade de pol do caldo, com a probabilidade de 95 %.

3.1.5.2 Determinação da Polarização (Pol) do caldo por sacarimetria no infravermelho próximo (NIR)

a) Reagentes e materiais

Auxiliar de filtração, terra diatomácea calcinada com coloração rosa, nome comercial Celite Standard Super Cel (Celite® Rosa).

Papel de filtro qualitativo de diâmetro 18,5 cm, faixa preta, de filtração rápida, com espessura de 0,19 mm e gramatura de 80 g/m², conforme a norma DIN-53137.

Recipiente de volume mínimo de 250 mL.

Recipiente transparente para coleta do filtrado.

b) Aparelhagem

Sacarímetro digital, automático, com resolução de 0,01 °Z, calibrado a 20 °C em °Z, em comprimento de onda variando de 825 nm a 890 nm, provido de tubo polarimétrico de 100 mm, com fluxo contínuo e saída para automação de dados.

Unidade auxiliar de filtração automática de alta pressão homologada.

Sistema de ar comprimido.

Agitador mecânico.

c) Procedimento

Conectar a unidade auxiliar de filtração ao sistema de ar comprimido.

Ligar o equipamento de filtração e regular a entrada de ar para uma pressão manométrica de $(4,0 \pm 0,2)$ bar.

Regular a pressão manométrica sobre a amostra em $(1,5 \pm 0,1)$ bar.

Transferir cerca de 200 mL da amostra de caldo extraído pelo método da prensa hidráulica para um recipiente de no mínimo 250 mL.

Adicionar (15 ± 1) g de terra diatomácea calcinada com coloração rosa e agitar mecanicamente até a obtenção de uma mistura homogênea.

Realizar a filtração da amostra pela unidade auxiliar de filtração de alta pressão homologada, seguindo as instruções descritas no manual do equipamento.

Transferir no mínimo 75 mL de caldo filtrado límpido para o tubo de fluxo contínuo e efetuar a leitura sacarimétrica (Ls) e anotar.

Caso o tubo sacarimétrico seja lavado com água ou qualquer outro produto, esgotar antes da próxima leitura e utilizar 100 mL do caldo filtrado para efetuar a leitura sacarimétrica.

Caso o sacarímetro apresente instabilidade de leitura ou indicação de que a amostra não está adequada para leitura, repetir os procedimentos a partir da extração do caldo da mesma amostra de cana-de-açúcar.

Persistindo o problema com o uso do procedimento e das quantidades recomendadas:

Diluir o caldo extraído na proporção de 1 (uma) parte de água destilada, volume/volume, adicionar (15 ± 1) g de terra diatomácea calcinada com coloração rosa e repetir a filtração, multiplicando-se, neste caso, o valor da leitura sacarimétrica por 2 (dois).

Refiltragem do caldo clarificado.

Repetição da análise, reprocessando a clarificação do caldo ainda disponível, ou nova extração do caldo, na presença de um representante credenciado pela Associação de Produtores.

Diluição do caldo extraído na proporção de 1 (uma) parte de água destilada, volume/volume, e posterior clarificação, multiplicando-se, neste caso, o valor da leitura sacarimétrica por 2 (dois). Caso necessárias maiores diluições para a obtenção da leitura sacarimétrica, as mesmas são permitidas desde que em comum acordo com as associações de produtores.

A amostra de cana cujo caldo extraído não for clarificado após os procedimentos descritos acima será considerada fora do sistema.

d) Expressão dos resultados

A leitura sacarimétrica (Ls) obtida com a utilização da celite rosa deverá ser corrigida para a leitura equivalente ao clarificante subacetato de chumbo (LPb) utilizando-se o respectivo fator de correção conforme **Tabela 1**.

A pol do caldo é calculada pela equação:

$$S = LPb \times (0,2605 - 0,0009882 \times B), \text{ onde:}$$

S é a pol do caldo, expressa em porcentagem massa/massa;

LPb é a leitura sacarimétrica corrigida para a leitura equivalente ao clarificante subacetato de chumbo.

B é o brix do caldo, conforme **item 1**, Termos e Definições.

e) Precisão

Repetibilidade (r)

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de caldo, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 0,25 unidade de pol do caldo, com a probabilidade de 95 %.

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém, as diferenças não podem exceder 0,50 unidade de pol do caldo, com a probabilidade de 95 %.

Reprodutibilidade (R)

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com as mesmas amostras de caldo, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém não podem exceder 0,35 unidade de pol do caldo, com a probabilidade de 95 %.

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com as mesmas amostras de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém não podem exceder 0,90 unidade de pol do caldo, com a probabilidade de 95 %.

3.2 Métodos NIR

3.2.1 Determinação do Brix e da Pol do caldo por espectrofotometria de infravermelho próximo (NIR em caldo)

3.2.1.1 Aparelhagem

Espectrômetro NIR, operando dentro da faixa de comprimento de onda caracterizado como infravermelho próximo – 700 nm a 2.500 nm, munido de software dedicado para operação do instrumento, diagnósticos de desempenho e saída automática de dados para sistema gerencial informatizado e filtro padrão de verificação do grau de exatidão do instrumento.

Sistema completo de desintegração, homogeneização, extração e análise do caldo pelo método convencional conforme **item 3.1**.

3.2.1.2 Procedimento

a) Equação de calibração para determinação de brix do caldo e da pol do caldo

As equações de calibração devem ser elaboradas com base na correlação entre os resultados de brix refratométrico e de polarização obtidos pela metodologia convencional e NIR.

Os espectrofotômetros NIR compatíveis com a equação global deverão utilizá-la e os não compatíveis poderão utilizar a equação local.

Equação Global homologada e fornecida pelo CONSECANA-SP

A Equação Global padroniza o uso de uma única equação de calibração com redução de custos operacionais de implantação do sistema de medição da qualidade da cana-de-açúcar.

Proporciona segurança e transparência para Associações de Produtores de Cana e Indústrias através do gerenciamento centralizado da implantação, validação, monitoramento e manutenção do sistema de análise de caldo de cana-de-açúcar por NIR.

Possibilita a aplicação imediata da tecnologia NIR quando da aquisição do equipamento.

Para a utilização da Equação Global de calibração de propriedade do CONSECANA-SP, para uso em espectrofotômetro compatível e homologado, é necessário:

- A aquisição anual da licença de uso do CONSECANA-SP;
- A aquisição do sistema de segurança de proteção contra o uso não autorizado;
- Contratação dos serviços de empresa autorizada pelo CONSECANA-SP para implantação, validação, monitoramento e manutenção do sistema de análise de caldo de cana-de-açúcar por NIR.

Os interessados deverão solicitar as informações através do e-mail contato@consecana.com.br

Equação local

Aplicável para equipamentos não compatíveis com a Equação Global.

b) Validação da adequação da equação de calibração ao local de uso

A validação das equações deve ser feita antes das mesmas entrarem em rotina analítica e consiste em analisar no mínimo 25 pares de dados, ou seja, obter resultados de brix e pol do caldo no NIR e pelo método convencional, conforme itens 3.1.4 e 3.1.5.1.

As amostras de cana-de-açúcar utilizadas na validação devem estar em condições normais de qualidade típica da unidade processadora.

Critérios estabelecidos de SEP

Todos os resultados analíticos de brix do caldo e pol do caldo obtidos com as comparações entre metodologia convencional e NIR serão avaliados estatisticamente e deverão se enquadrar integralmente dentro dos critérios estabelecidos de SEP (Erro Padrão na Predição) para brix do caldo de $\pm 0,20$ unidade de brix do caldo e pol do caldo de $\pm 0,25$ unidade de pol do caldo. Caso não sejam atingidos os níveis de SEP estabelecidos, deve ser feita uma avaliação criteriosa na metodologia convencional e no diagnóstico do espectrofotômetro NIR e repetir a validação.

c) Monitoramento diário e coleta de dados para atualização anual das equações

Durante todo o período de Safra, diariamente, devem ser feitas análises comparativas entre as metodologias convencional e NIR com 10 amostras por turno coletadas aleatoriamente preferencialmente de origens diferentes, em comum acordo entre o supervisor do laboratório e o representante da associação.

Caso haja algum motivo de interrupção operacional do sistema, conforme Manual de Instruções do CONSECANA-SP, será admitido número menor que 10 amostras. A qualidade das 10 amostras da cana-de-açúcar, para fins de comparação de resultados, deve representar as características da cana-de-açúcar moída na unidade industrial, respeitando-se proporcionalmente os tipos de colheita.

Para fins de enriquecimento do banco de dados para a curva de calibração poderão ser coletadas livremente mais amostras, devendo-se incluir todo tipo de cana-de-açúcar

Os resultados obtidos nestas comparações devem ser observados da seguinte maneira: (i) as médias devem estar dentro dos limites estabelecidos, ou seja, 0,20 unidade de Brix do caldo e 0,25 unidade de Pol do caldo; (ii) as diferenças individuais não devem ultrapassar os limites em mais do que 20% das amostras; (iii) as diferenças entre as metodologias convencional e NIR não devem apresentar mais de 80% do total das diferenças positivas ou mais de 80% do total das diferenças negativas para não configurar tendência.

Observados todos os itens acima, caso seja encontrado algum em desacordo, não deve ser ajustada a equação em questão. Nova comparação deverá ser feita no próximo turno para confirmação do problema encontrado. Caso o mesmo problema seja detectado, a equação deverá ser ajustada, conforme orientações do manual do fabricante, na presença do representante da associação. Caso o representante da associação não esteja presente, a unidade industrial procederá com o ajuste da mesma forma.

O registro de qualquer ajuste (de bias) realizado deverá estar disponível a qualquer tempo para o representante da associação e registro em livro de ocorrência do laboratório. Caso não haja a possibilidade do ajuste imediato, as análises deverão passar a serem realizadas pelo método convencional até a realização do ajuste.

Tais ajustes não deverão ultrapassar os valores dos próprios limites; ou seja, não devem ser maiores do que 0,20 unidade de Brix do caldo e 0,25 unidade de Pol do caldo. Caso haja necessidade desse ajuste, o laboratório deve avaliar a precisão da medição para estas análises, com repetições em duplicatas de 10 amostras aleatórias, na metodologia convencional e NIR. Havendo confirmação da necessidade de ajustes maiores nas equações, avaliar a reelaboração da equação com dados novos acumulados até a data em questão.

As análises realizadas para comparação diária, devem: (i) serem armazenadas no sistema do NIR, conforme orientações do fabricante, de forma a ser criado um banco de dados com resultados analíticos e espectros, representativos de toda a safra para atualização da equação; (ii) serem registradas eletronicamente em planilha e no Sistema ATR e serem encaminhadas às Associações de Classe por e-mail, ao término dos comparativos de cada turno, contendo os dados de Turno, Data, Amostra, Identificação do Boletim de Análise, Brix do caldo (B) e Leitura sacarimétrica original do Convencional e Brix do caldo (B) e Pol do caldo (S) do NIR em caldo, conforme modelo abaixo:

TURNO:		Data:										
Amostras	Identificação Boletim de Análise	Laboratório de Cana				Convencional - NIR		L.S. corrigida	L.Sac. Original Convencional	PUREZA		Observações
		Convencional		NIR		Brix	Pol			Convencional	NIR	
		Brix	Pol	Brix	Pol							

Essa planilha é disponibilizada na implantação da equação no equipamento.

3.2.1.3 Expressão dos resultados

Os resultados analíticos para brix e pol do caldo serão expressos com duas casas decimais e automaticamente exportados para o sistema informatizado de gerenciamento de dados.

Embora o NIR em caldo apresente o resultado direto da pol do caldo, esse dado deverá ser revertido em Leitura Sacarimétrica (LPb) para utilizar a estrutura atual do banco de dados (Sistema ATR), através da fórmula abaixo:

$$LPb = \frac{S}{(0,2605 - (0,0009882 \times B))}, \text{ onde:}$$

LPb = Leitura Sacarimétrica arredondada e expressa com duas casas decimais

S = Pol caldo lido direto do NIR em caldo, expresso com duas casas decimais

B = Brix caldo lido direto do NIR em caldo, expresso com duas casas decimais

3.2.1.4 Precisão

Repetibilidade (r)

Para comparação de amostras de caldo de cana-de-açúcar:

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de caldo de cana-de-açúcar, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 0,10 unidade de brix do caldo e 0,10 unidade de pol do caldo, com a probabilidade de 95 %.

Para comparação de amostras de cana-de-açúcar preparada:

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 0,60 unidade de brix do caldo e 0,50 unidade de pol do caldo, com a probabilidade de 95 %.

Reprodutibilidade (R)

Para comparação de amostras de caldo de cana-de-açúcar:

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com as mesmas amostras de caldo, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém não podem exceder 0,20 unidade de brix do caldo e 0,20 unidade de pol do caldo, com a probabilidade de 95 %.

Para comparação de amostras de cana-de-açúcar preparada:

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com as mesmas amostras de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 0,90 unidade de brix do caldo e 0,90 unidade de pol do caldo, com a probabilidade de 95 %.

3.2.2 Determinação do brix do caldo, pol do caldo e fibra da cana, em cana preparada, por espectroscopia de infravermelho próximo (NIR CP)

3.2.2.1 Aparelhagem

Espectrômetro NIR homologado, operando dentro da faixa de comprimento de onda caracterizado como Infravermelho Próximo – 700 nm a 2 500 nm, munido de software dedicado para operação do instrumento, diagnósticos de desempenho e saída automática de dados para sistema gerencial informatizado.

Sistema de preparo de amostras de cana-de-açúcar, contendo desintegrador conforme o **item 3.1.1.1**, esteira condutora da amostra capaz de transportar 100 % da amostra de cana-de-açúcar preparada, com velocidade regulável e compatível com a velocidade das determinações das leituras espectrométricas do sensor NIR, sistema de revolução, nivelamento da amostra para evitar embuchamento e local para sensor NIR, de forma a captar informações espectrais da amostra em movimento. É opcional a utilização do homogeneizador de amostras.

Sistema completo de desintegração, homogeneização, extração e análise de caldo de cana-de-açúcar, para fins de validações com o método convencional, conforme **item 3.1**.

3.2.2.2 Procedimento

a) Equação de calibração para determinação de brix do caldo, pol do caldo e fibra da cana

As equações de calibração devem ser elaboradas com base na correlação entre os resultados de brix do caldo, pol do caldo e fibra da cana, obtidos pela metodologia convencional e NIR.

b) Validação da adequação da equação de calibração ao local de uso

A validação das equações deve ser feita antes das mesmas entrarem em rotina analítica e consiste em analisar no mínimo 300 pares de dados, ou seja, obter resultados de brix do caldo, pol do caldo e fibra da cana no NIR CP e pelo método convencional.

As amostras de cana-de-açúcar utilizadas na validação devem estar em condições normais de qualidade típica da unidade processadora.

Critérios estabelecidos de SEP

Todos os resultados analíticos de brix do caldo, pol do caldo e fibra da cana obtidos com as comparações entre metodologia convencional e NIR CP serão avaliados estatisticamente e deverão se enquadrar integralmente dentro dos critérios estabelecidos de SEP (Erro Padrão na Predição) para brix do caldo e pol do caldo de $\pm 0,60$ unidade de brix do caldo e pol do caldo e de $\pm 0,70$ unidade de fibra da cana.

Caso não sejam atingidos os níveis de SEP estabelecidos, deve ser feita uma avaliação criteriosa na metodologia convencional e no diagnóstico do espectrofotômetro NIR CP e repetir a validação.

c) Monitoramento diário e coleta de dados para atualização anual das equações

Durante todo o período de Safra, diariamente, devem ser feitas análises comparativas entre as metodologias convencional e NIR CP com 10 amostras por turno coletadas aleatoriamente preferencialmente de origens diferentes, em comum acordo entre o supervisor do laboratório e o representante da associação.

Caso haja algum motivo de interrupção operacional do sistema, conforme Manual de Instruções do CONSECANA-SP, será admitido número menor que 10 amostras. A qualidade das 10 amostras da cana-de-açúcar, para fins de comparação de resultados, deve representar as características da cana-de-açúcar moída na unidade industrial, respeitando-se proporcionalmente os tipos de colheita.

Para fins de enriquecimento do banco de dados para a curva de calibração poderão ser coletadas livremente mais amostras, devendo-se incluir todo tipo de cana-de-açúcar.

Os resultados obtidos nestas comparações devem ser observados da seguinte maneira: (i) as médias devem estar dentro dos limites estabelecidos, ou seja, 0,6 unidade de Brix do caldo, 0,6 unidade de Pol do caldo e 0,7 unidade de Fibra da cana; (ii) as diferenças individuais não devem ultrapassar os limites em mais do que 20% das amostras; (iii) as diferenças entre as metodologias convencional e NIR CP não devem apresentar mais de 80% do total das diferenças positivas ou mais de 80% do total das diferenças negativas para não configurar tendência.

Observados todos os itens acima, caso seja encontrado algum em desacordo, não deve ser ajustada a equação em questão. Nova comparação deverá ser feita no próximo turno para confirmação do problema encontrado. Caso o mesmo problema seja detectado, a equação deverá ser ajustada, conforme orientações do manual do fabricante, na presença do representante da associação. Caso o representante da associação não esteja presente, a unidade industrial procederá com o ajuste da mesma forma.

O registro de qualquer ajuste (de bias) realizado deverá estar disponível a qualquer tempo para o representante da associação e registro em livro de ocorrência do laboratório. Caso não haja a possibilidade do ajuste imediato, as análises deverão passar a serem realizadas pelo método convencional ou pelo NIR em caldo até a realização do ajuste.

Tais ajustes não deverão ultrapassar os valores dos próprios limites; ou seja, não devem ser maiores do que 0,6 unidade de Brix do caldo, 0,6 unidade de Pol do caldo e 0,7 unidade de Fibra da cana. Caso haja necessidade desse ajuste, o laboratório deve avaliar a precisão da medição para estas análises, com repetições em duplicatas de 10 amostras aleatórias, na metodologia convencional e NIR CP. Havendo confirmação da necessidade de ajustes maiores nas equações, avaliar a reelaboração da equação com dados novos acumulados até a data em questão.

As análises realizadas para comparação diária, devem: (i) serem armazenadas no sistema do NIR CP, conforme orientações do fabricante, de forma a ser criado um banco de dados com resultados analíticos e espectros, representativos de toda a safra para atualização da equação; (ii) serem registradas eletronicamente em planilha e no Sistema

ATR e serem encaminhadas às Associações de Classe por e-mail, ao término dos comparativos de cada turno, contendo os dados de Turno, Data, Identificação do Boletim de Análise, Brix do caldo (B), Leitura sacarimétrica original e PBU do Convencional e Brix do caldo (B) , Pol do caldo (S), Fibra da cana (F) do NIR CP, conforme modelo abaixo:

TURNO:		Data:														
Amostras	Identificação Boletim de Análise	Laboratório de Cana						Convencional - NIR			L. S. corrigida	L. Sac. original Convencional	PBU Convencional	PUREZA		Observações
		Convencional			NIR			Brix	Pol	Fibra				Convencional	NIR	
		Brix	Pol	Fibra	Brix	Pol	Fibra									

Essa planilha é disponibilizada na implantação da equação no equipamento.

3.2.2.3 Expressão dos resultados

Os resultados analíticos para brix do caldo, pol do caldo e fibra da cana serão expressos com duas casas decimais e automaticamente exportados para o sistema informatizado de gerenciamento de dados.

Embora o NIR CP apresente o resultado direto da pol do caldo e fibra da cana, esses dados deverão ser revertidos em Leitura Sacarimétrica (LPb) e Peso do Bolo Úmido para utilizar a estrutura atual do banco de dados (Sistema ATR), através das fórmulas abaixo:

$$LPb = \frac{S}{(0,2605 - (0,0009882 \times B))}, \text{ onde:}$$

LPb = Leitura Sacarimétrica arredondada e expressa com duas casas decimais

S = Pol caldo lido direto do NIR CP, expresso com duas casas decimais

B = Brix caldo lido direto do NIR CP, expresso com duas casas decimais

$$PBU = \frac{(F - 0,876)}{0,08}, \text{ onde:}$$

PBU = Peso do Bolo Úmido, arredondado e expresso com duas casas decimais

F = Fibra cana lido direto do NIR CP, expresso com duas casas decimais.

3.2.2.4 Precisão

Repetibilidade (r)

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 0,60 unidade de brix do caldo, 0,50 unidade de pol do caldo e 1,20 unidade de fibra da cana, com a probabilidade de 95 %.

Reprodutibilidade (R)

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com as mesmas amostras de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém não podem exceder 0,90 unidade de brix do caldo, 0,90 unidade de pol do caldo e 1,80 unidade de fibra da cana, com a probabilidade de 95 %.

3.3 Métodos referência

3.3.1 Determinação do teor de açúcares redutores – Método de Lane & Eynon

3.3.1.1 Reagentes e materiais

a) Reagentes

- solução de Fehling A;
- solução de Fehling B;
- solução de azul de metileno a 1 %;
- solução de EDTA a 4 %;
- solução de açúcar invertido a 1 % e a 0,2 %;
- sacarose p.a. (polarização mínima 99,8 °Z);
- açúcar granulado (polarização mínima 99,8 °Z);
- fenoftaleína;
- HCl (ácido clorídrico);
- NaOH (hidróxido de sódio);
- sulfato de cobre pentahidratado p.a.;
- água destilada;
- tartarato de sódio e potássio.

b) Materiais

- bureta de Mohr de 50 mL; *
- balões volumétricos de 100 mL e 200 mL; *
- pipetas volumétricas de 10 mL, 20 mL, 25 mL e 50 mL;
- pipeta graduada de 5 mL;
- frasco de Erlenmeyer de 250 mL; *
- funil sem haste de 100 mm de diâmetro;
- béquer de 250 mL;
- pérolas de vidro; *
- tela de ferro galvanizado, com centro de amianto, de 20 cm x 20 cm;*
- tripé de ferro; *
- pinça de Mohr; *
- bico de gás tipo Mecker, ou aquecedor elétrico, com regulagem de aquecimento; *
- cronômetro;
- algodão.

* Esta alínea não é aplicável quando o equipamento citado no **item 3.3.1.2** for empregado.

3.3.1.2 Aparelhagem

1 - Equipamento dedicado a análises de açúcares redutores pelo método de Lane & Eynon disponível no mercado (Ex.: Redutec).

3.3.1.3 Procedimento

Filtrar a amostra de caldo em algodão para eliminar as partículas em suspensão.

Diluir a amostra, em volume ou em peso, visando consumir na titulação um volume em torno de 35 mL, de maneira a reduzir os erros de análise.

A **Tabela 2** indica algumas possíveis diluições a serem realizadas.

A quantidade de EDTA deve ser adicionada antes de completar o volume até 100 mL.

Transferir, com auxílio de pipetas volumétricas, para um frasco de Erlenmeyer de 250 mL ou em equipamento dedicado, 5 mL da solução de Fehling B e 5 mL da solução de Fehling A.

Caso esteja utilizando um frasco de Erlenmeyer, colocar algumas pérolas de vidro.

Lavar a bureta com a solução (amostra) antes de enchê-la e ajustar o zero.

Transferir para a bureta 15 mL da solução (amostra) para o frasco Erlenmeyer ou equipamento dedicado, aquecer a mistura até a ebulição, que deve ser conseguida em 2 min e 30 s.

Se não ocorrer mudança de cor na solução, indicando que o licor de Fehling não foi reduzido, deve-se adicionar mais solução da bureta até que a cor original (azul) desapareça, tornando-se a mistura de cor vermelho-tijolo. Adicionar 3 a 4 gotas da solução de azul de metileno e continuar a titulação até que a cor azul desapareça, tornando-se a mistura de cor vermelho-tijolo.

Anotar o volume gasto (V) como valor aproximado da titulação.

Repetir as mesmas operações, adicionando ao frasco de Erlenmeyer, ou em equipamento dedicado, além do licor de Fehling, o volume da solução consumido na titulação anterior, menos 1 mL (V - 1).

Aquecer a mistura até a ebulição e, então, cronometrar exatamente 2 min, mantendo o líquido em ebulição constante.

Adicionar 3 a 4 gotas da solução de azul de metileno.

Completar a titulação, gota a gota, até completa eliminação da cor azul.

O tempo total, desde o início da ebulição até o final da titulação, deve ser de 3 min, no máximo.

Anotar o volume gasto na bureta e corrigi-lo, com o fator do licor de Fehling, anotando-o como V.

Tabela 2 – Fator de diluição

Volume (mL)		Fator de diluição (f)
Caldo	EDTA	
10	2	10
20	4	5
25	5	4
50	10	2

3.3.1.4 Expressão dos resultados

A concentração de açúcares redutores, expressa em porcentagem (%), pode ser obtida por diluição da amostra, em volume ou em peso, utilizando-se as equações seguintes:

Diluição em volume:

$$AR = \frac{(f \times tv)}{(V \times me)}$$

onde

f é o fator de diluição;

V é o volume gasto corrigido; expresso em mililitros (mL)

me é a massa específica do caldo, expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm³);

dado por:

$$me = 0,00431 \times B + 0,99367$$

tv é o fator que considera a influência da sacarose na análise, dado por:

$$tv = 5,2096 - 0,2625 \times \sqrt[3]{\frac{(0,26 \times LPb \times V)}{500}}$$

ou, simplificando:

$$tv = 5,2096 - 0,2625 \times \sqrt[3]{0,00052 \times LPb \times V}$$

onde

LPb é a leitura sacarimétrica do caldo, clarificado com subacetato de chumbo;

V é o volume gasto corrigido.

A equação geral passa, portanto, a ser a seguinte:

$$AR = \frac{f \times (5,2096 - 0,2625 \times \sqrt[3]{0,00052 \times LPb \times V})}{(V \times (0,00431 \times B + 0,99367))}$$

onde

B é o brix do caldo, válido entre 9 e 23, expresso em porcentagem (%).

Exemplo:

- a) leitura sacarimétrica (LPb): 54,55 °Z;
- b) fator de diluição: 5;
- c) brix do caldo (%): 15;
- d) volume gasto corrigido (mL): 34,2.

Substituindo:

$$AR = \frac{5 \times (5,2096 - 0,2625 \times \sqrt[3]{0,00052 \times 54,55 \times 34,2})}{(34,2 \times (0,00431 \times 15 + 0,99367))}$$

$$AR = 0,68 \%$$

Diluição em peso:

$$AR = \frac{(100 \times tp)}{(V \times m)}$$

onde

V é o volume gasto corrigido, expresso em mililitros (mL);

m é a massa de caldo em 100 mL da solução a titular, expressa em gramas (g);

tp é o fator que considera a influência da sacarose na análise, dado por:

$$tp = 5,2096 - 0,2625 \times \sqrt[3]{\frac{m \times S \times V}{10\,000}}$$

onde

S é a Pol do caldo;

Exemplo:

quantidade de sacarose contida na amostra (S): 13,4 %;

massa de caldo em 100 mL da solução (m): 20,0 g;

volume gasto corrigido (V): 36,2 mL;

$$tp = 5,2096 - 0,2625 \times \sqrt[3]{\frac{20 \times 13,4 \times 36,2}{10\,000}}$$

$$tp = 5,2096 - 0,2625 \times \sqrt[3]{0,97} = 4,9497$$

$$AR = \frac{(100 \times 4,9497)}{(36,2 \times 20)} = 0,6836$$

$$AR = 0,68 \%$$

3.3.1.5 Preparo de soluções

a) Açúcar invertido, solução a 1 %, para a padronização do licor de Fehling

Pesar 9,5 g de sacarose p.a. (ou açúcar granulado) e transferir para um balão volumétrico de 1.000 mL, com o auxílio de aproximadamente 100 mL de água destilada, e agitar até a dissolução dos cristais.

Acrescentar 5 mL de ácido clorídrico concentrado p.a. e homogeneizar.

Fechar o balão e deixar em repouso por três dias (72 h), à temperatura de 20 °C a 25 °C, para permitir completa inversão da sacarose.

Após completar os três dias, elevar o volume a aproximadamente 800 mL e agitar.

Dissolver separadamente 2 g de ácido benzóico (preservativo da solução) em 75 mL de água destilada aquecida a 70 °C e transferir para o balão contendo a solução invertida, completar o volume e homogeneizar.

Armazenar a solução invertida em frasco âmbar.

A validade da solução invertida é de seis meses.

b) Açúcar invertido, solução a 0,2 %, para a padronização do licor de Fehling

Pipetar 50 mL da solução-estoque de açúcar invertido a 1 % e transferir para balão volumétrico de 250 mL.

Adicionar 3 a 4 gotas de solução indicadora de fenolftaleína e, sob agitação, adicionar lentamente uma solução 1 N de NaOH até leve coloração rosa, a qual deve ser posteriormente eliminada pela adição de 1 ou 2 gotas da solução de HCl 0,5 N.

Completar o volume com água destilada e homogeneizar.

c) Solução indicadora de azul de metileno a 1 %

Pesar 1 g de azul de metileno e transferir para um balão volumétrico de 100 mL com aproximadamente 60 mL de água destilada.

Dissolver e completar o volume e agitar.

Transferir esta solução para um frasco conta-gotas.

A validade da solução é de seis meses.

d) Solução de EDTA a 4 % (agente sequestrante de cálcio e magnésio)

Pesar 20 g de EDTA e transferir para balão volumétrico de 500 mL, com água destilada.

Solubilizar e completar o volume.

Armazenar em frasco âmbar, com tampa rosqueável.

e) Solução A, de Fehling

Pesar 69,5 g de sulfato de cobre pentahidratado p.a. e transferir para balão volumétrico de 1 000 mL.

Adicionar aproximadamente 500 mL de água destilada e dissolver o sal.

Completar o volume e homogeneizar.

Armazenar em frasco âmbar, com tampa rosqueável.

f) Solução B, de Fehling

Pesar 346 g de tartarato de sódio e potássio, em béquer de 1 000 mL.
Adicionar aproximadamente 350 mL de água destilada e dissolver o sal.

Pesar 100 g de hidróxido de sódio em béquer de 600 mL.

Adicionar aproximadamente 250 mL de água e dissolvê-lo, mantendo o béquer em banho de água corrente.

Transferir quantitativamente as duas soluções para balão volumétrico de 1 000 mL.

Resfriar até a temperatura ambiente, homogeneizar e completar o volume.

Armazenar em frasco âmbar, com tampa rosqueável.

g) Padronização do licor de Fehling

Transferir, com o auxílio de pipetas volumétricas, para um frasco de Erlenmeyer de 250 mL ou aparelho dedicado, 5 mL da solução de Fehling B e 5 mL da solução de Fehling A.

Caso esteja utilizando um frasco de Erlenmeyer, colocar algumas pérolas de vidro.

Encher a bureta de Mohr, de 50 mL, com a solução de açúcar invertido a 0,2 %.

Aquecer a mistura até atingir a ebulição e cronometrar exatamente 2 min, mantendo o líquido em ebulição constante.

Adicionar 3 a 4 gotas da solução de azul de metileno.

Continuar a titulação, adicionando, gota a gota, a solução contida na bureta, até completa eliminação da cor azul; o tempo total, desde o início da ebulição até o final da titulação, deve ser de 3 min.

Anotar o volume gasto (V).

Confirmar o resultado repetindo a titulação.

Se o volume gasto for menor que 25,64 mL, a solução de cobre estará diluída e mais sulfato de cobre deve ser adicionado; caso contrário, se o volume gasto for maior, a solução estará concentrada e deve ser diluída com água destilada.

O fator de correção do licor de Fehling é calculado pela equação:

$$F = \frac{25,64}{V}$$

onde

F é o fator do licor de Fehling;

V é o volume gasto, expresso em mililitro (mL).

Determinar o fator de correção uma vez por semana, e seu valor deve estar entre 0,9975 a 1,0025.

3.3.1.6 Precisão

Repetibilidade (r)

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de caldo, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 0,10 unidade de AR, com a probabilidade de 95 %.

Reprodutibilidade (R)

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com a mesma amostra de caldo, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém, não podem exceder 0,20 unidade de AR, com a probabilidade de 95 %.

NOTA O cálcio, sacarose e outras substâncias que reduzem o cobre influenciam o resultado final da análise, bem como, o tempo da solução atingir a ebulição e a padronização da solução de Fehling. Assim, recomenda-se que as condições utilizadas sejam mantidas constantes em todas as análises, para que os resultados sejam consistentes e apresentem variações mínimas entre as repetições.

3.3.2 Determinação da fibra da cana – Método de Tanimoto

3.3.2.1 Aparelhagem

Balança semianalítica, com resolução de uma a três casas decimais.

Estufa elétrica com circulação e renovação forçada de ar.

NOTA A homologação da estufa elétrica não é necessária, porém o tempo de secagem deve ser verificado conforme o procedimento estabelecido no **item 3.3.2.4**.

Cesto de tela com furos com diâmetro de 0,5 mm, medindo (Largura=160 x Comprimento=240 x Altura=80) mm. Os cestos devem estar íntegros (sem rasgos ou amassados) e limpos, com os furos desobstruídos.

Bacia plástica de tamanho suficiente para acomodar o cesto de tela de secagem.

Recipiente de tamanho suficiente para pesagem de amostra (PBU).

Trincha ou pincel.

Termômetro com escala de 0,1 °C.

3.3.2.2 Procedimento

Retirar e pesar o bolo úmido (PBU) da prensa hidráulica, resultante da extração do caldo, conforme **item 3.1.3**.

Tarar o recipiente de pesagem e transferir o bolo úmido para este utilizando a trincha ou pincel para limpeza garantindo assim a recuperação de toda a amostra. Em seguida, pesar o bolo úmido e anotar.

Transferir o bolo úmido para o cesto de tela. Colocar este cesto dentro de uma bacia plástica, desfazer e distribuir o bolo manualmente. Com o auxílio de uma trincha ou pincel de limpeza, recuperar toda a amostra retornando para dentro do cesto de tela. Armazenar os cestos com amostra em local seco.

Garantir que as passagens de ar dos cestos de tela estejam 100 % abertas para o bom processo de secagem. Caso os cestos tenham a presença de cera que impeça a passagem de ar, os mesmos devem ser limpos com detergente para remoção. Antes de colocar os cestos em uso deve-se secá-los vazios.

Secar a (105 ± 5) °C até peso constante, conforme determinado no **item 3.3.2.4**, em estufa de circulação forçada de ar, inserindo os cestos de cima para baixo na estufa, impedindo a contaminação entre amostras.

Após o período de secagem retirar no máximo 4 cestos de cada vez para realização da pesagem, sempre iniciando pelas amostras da parte de baixo da estufa.

Após secagem, as amostras não devem ficar expostas ao ambiente, mantendo-as dentro das estufas e retirando-as somente no momento da pesagem.

Realizar a pesagem de todas as amostras secas da batelada no menor espaço de tempo possível e anotar como PBS.

NOTA Use material isolante de calor sobre o prato da balança para evitar contato direto da balança com o material quente.

3.3.2.3 Expressão dos resultados

A fibra Tanimoto é calculada utilizando a seguinte equação:

$$FT = \frac{(100 \times PBS) - (B \times PBU)}{5 \times (100 - B)}$$

onde

PBS é o peso do bolo seco, expresso em gramas (g);

Nota: Peso do bolo seco (PBS) (g) = (Peso do cesto + bolo seco) – (peso do cesto)

PBU é o peso do bolo úmido, expresso em gramas (g);

B é o brix do caldo;

FT a fibra da cana-de-açúcar obtida pelo método de Tanimoto, expressa em

porcentagem (%).

3.3.2.4 Validação da estufa elétrica de ar forçado

Considerando que a metodologia de determinação de Fibra Tanimoto exige secar o PBU em estufa de circulação de ar forçada a (105 ± 5) °C até peso constante define-se:

Peso constante é uma condição em que a diferença entre os resultados de pesagens do bolo seco não exceda a fração de 0,1 % do peso bolo úmido, em média, entre períodos sucessivos de secagem de 120 min.

O objetivo é definir o tempo necessário de secagem do bolo úmido até peso constante de cada estufa utilizada nos ensaios de fibra Tanimoto, validar e acompanhar o funcionamento das estufas.

A validação deve ser realizada obrigatoriamente no início e meio de safra e pontualmente quando ocorrer intervenção no equipamento. Cada teste deverá ser composto por 2 dias de coletas de dados. Os testes deverão ser agendados entre a unidade industrial e a respectiva associação de produtores de cana, de preferência na presença do representante da associação.

Para cada estufa a ser validada serão coletadas um número de amostras diferentes (N) que seja suficiente para ocupar a capacidade máxima de amostras (C) da estufa, sendo que

$$N = \frac{C}{R \times P}, \text{ onde:}$$

N = número de amostras diferentes, anotando-se os respectivos boletins de análise;

C = capacidade máxima de amostras;

R = número de réplicas = capacidade de cestos na mesma linha de profundidade, por exemplo R = 2 (par de amostra, frente e fundo) ou R = 3 (trio de amostra frente, meio e fundo);

P = número de posições adequado ao tamanho da estufa, ou seja, um número divisor inteiro da capacidade C, conforme esquema indicado na **Figura 7**, de maneira a posicionar os pares de amostras em diferentes linhas e colunas;

Exemplo:

Estufa com capacidade para 40 cestos de amostras, então:

C = 40;

R = 2;

P = 4;

$$N = \frac{40}{2 \times 4} = 5 \text{ amostras diferentes}$$

a) Premissas

1. O teste deverá ser realizado em uma estufa em plena carga, ou seja, na capacidade máxima de cestos.
2. Todos os cestos utilizados devem estar íntegros (sem rasgos ou amassados).
3. Caso os cestos tenham presença de cera que impeçam a passagem de ar, os mesmos devem ser limpos com detergente. Secar os cestos antes de utilizá-los.
4. O cesto não deve conter resíduos de amostras anteriores.
5. Conferir a temperatura do controlador com o termômetro de verificação.
6. Garantir que as passagens de ar estejam 100 % abertas para o bom funcionamento da estufa de secagem.
7. Os testes devem ser realizados com canas amostradas dos compartimentos de transporte, não podendo ser realizados com canas de pré-análise.
8. As medições de brix e pol do caldo poderão ser realizadas pelo método convencional e NIR.

b) Procedimento

1. A partir de cada amostra preparada, proceder a etapa de prensagem de alíquotas (A) de 500 g, coletar o volume do caldo extraído em recipiente tarado, medir a massa do caldo extraído e realizar os ensaios de Brix do caldo, Pol do caldo e PBU, onde:

$$A = R \times P$$

Exemplo:

$$A = 2 \times 4 = 8 \text{ alíquotas de amostra}$$

2. Para cada alíquota prensada proceder conforme abaixo:
 - a. Pesar o cesto vazio e anotar o peso (P1).
 - b. Retirar o bolo úmido (PBU) da prensa hidráulica, resultante da extração do caldo pelo método prensa.
 - c. Tarar o cesto vazio, transferir o bolo úmido para o cesto utilizando a trincha ou pincel para limpeza para a recuperação de toda a amostra e pesar o bolo úmido. Anotar o PBU (P2).
 - d. Colocar o cesto dentro da bacia plástica, desfazer e distribuir o bolo manualmente, recuperando posteriormente toda a amostra da bacia com o auxílio da trincha ou pincel.
 - e. Colocar na estufa a $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$ (observar a temperatura e circulação de ar), inserindo os cestos de cima para baixo, impedindo a contaminação entre as amostras, conforme esquema abaixo:

Esquema distribuição Estufa

	c1	c2	c3	c4
b1	a1	a2	a3	a4
b2	a5	a1	a2	a3
b3	a4	a5	a1	a2
b4	a3	a4	a5	a1
b5	a2	a3	a4	a5

Figura 7 – posicionamento de amostras

Onde:

a – par de amostras

b – bandeja

c – representa as posições frente e fundo de cada coluna

- f. Secar por 10 horas;
- g. Retirar no máximo 4 cestos de cada vez, pesar a quente, sempre iniciando pelas amostras de baixo para cima da estufa, anotar o peso do cesto com o bolo seco (P3) e retorná-los imediatamente para a estufa após a pesagem.
NOTA 1 Use material isolante de calor sobre o prato da balança para evitar contato direto da balança com o material quente.
NOTA 2 Impedir a presença de corrente de ar na balança, para evitar a oscilação da massa no procedimento de pesagem.
- h. Realizar a pesagem de todas as amostras secas da estufa em no máximo 30 minutos.
- i. Repetir de 2 em 2 horas as etapas g e h até cumprir os tempos de secagem de 12 horas (P4), 14 horas (P5), 16 horas (P6) e 18 horas (P7), conforme tabela abaixo.
- j. Calcular os pesos dos bolos secos PBS1, PBS2, PBS3, PBS4 e PBS5.
- k. Calcular as relações percentuais entre as diferenças dos resultados das pesagens sucessivas do bolo seco e o PBU:
l.

$$\Delta PBS1 = \frac{P3 - P4}{PBU} \times 100$$

$$\Delta PBS2 = \frac{P4 - P5}{PBU} \times 100$$

$$\Delta PBS3 = \frac{P5 - P6}{PBU} \times 100$$

$$\Delta PBS4 = \frac{P6 - P7}{PBU} \times 100$$

- m. Repetir as etapas de a. até k. em um segundo dia de coleta de dados.
- n. Calcular a média aritmética das relações percentuais entre as diferenças dos resultados das pesagens sucessivas do bolo seco e o PBU, considerando todas as amostras dos 2 dias de coleta, para cada intervalo de tempo de pesagem $\Delta PBSM1$, $\Delta PBSM2$, $\Delta PBSM3$ e $\Delta PBSM4$:
- o.

$$\Delta PBSM = \frac{\sum \Delta PBS}{C \times 2} \times 100$$

onde:

2 é o número de dias de coleta de dados.

$$\Delta PBSM1 = \frac{\sum \Delta PBS1}{C \times 2} \times 100$$

$$\Delta PBSM2 = \frac{\sum \Delta PBS2}{C \times 2} \times 100$$

$$\Delta PBSM3 = \frac{\sum \Delta PBS3}{C \times 2} \times 100$$

$$\Delta PBSM4 = \frac{\sum \Delta PBS4}{C \times 2} \times 100$$

- p. Verificar se a estufa tem a capacidade de atingir o peso constante (até 0,1% do peso do bolo úmido) através das médias aritméticas do ΔPBS ($\Delta PBSM$) em pelo menos um dos intervalos de tempo de pesagem.

- q. O tempo mínimo de secagem da estufa será o tempo maior do intervalo de secagem do primeiro intervalo de tempo em que o Δ PBSM atingiu peso constante (até 0,1% do peso do bolo úmido). No exemplo abaixo o tempo mínimo de secagem é de 12 horas.

DATA:	31/05	Marca:		Estufa:											
		P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7	
AMOSTRA 1	POSIÇÃO	nº CESTO	PESO CESTO	PBU	10h	12h	14h	16h	18h						
A1 FRENTE	BANDEJA 1	5	309,12	147,55	392,93	392,71	392,75	392,46	392,57						
A1 TRÁS		25	221,99	148,02	305,03	305,02	305,13	304,86	304,82						
A1 FRENTE	BANDEJA 2	28	236,45	144,85	318,58	318,41	318,31	318,21	318,18						
A1 TRÁS		23	222,24	145,30	303,58	303,75	303,26	303,44	303,50						
A1 FRENTE	BANDEJA 3	40	315,52	146,22	398,26	398,06	397,92	397,40	398,19						
A1 TRÁS		20	326,09	144,71	408,23	408,12	408,03	407,86	408,04						
A1 FRENTE	BANDEJA 4	10	318,81	146,09	401,04	401,05	400,91	400,94	400,93						
A1 TRÁS		14	304,56	145,38	386,95	386,91	386,84	386,69	386,82						

PBU	PBS1	PBS2	PBS3	PBS4	PBS5	Δ PBS1	Δ PBS2	Δ PBS3	Δ PBS4
147,55	83,81	83,59	83,63	83,34	83,45	-0,15%	0,03%	-0,20%	0,07%
148,02	83,04	83,03	83,14	82,87	82,83	-0,01%	0,07%	-0,18%	-0,03%
144,85	82,13	81,96	81,86	81,76	81,73	-0,12%	-0,07%	-0,07%	-0,02%
145,30	81,34	81,51	81,02	81,20	81,26	0,12%	-0,34%	0,12%	0,04%
146,22	82,74	82,54	82,40	81,88	82,67	-0,14%	-0,10%	-0,36%	0,54%
144,71	82,14	82,03	81,94	81,77	81,95	-0,08%	-0,06%	-0,12%	0,12%
146,09	82,23	82,24	82,10	82,13	82,12	0,01%	-0,10%	0,02%	-0,01%
145,38	82,39	82,35	82,28	82,13	82,26	-0,03%	-0,05%	-0,10%	0,09%

		P1		P2		P3		P4		P5		P6		P7	
AMOSTRA 2	POSIÇÃO	nº CESTO	PESO CESTO	PBU	10h	12h	14h	16h	18h						
A2 FRENTE	BANDEJA 1	41	257,73	126,75	324,58	324,46	324,45	324,44	324,39						
A2 TRÁS		4	239,39	121,44	304,24	304,31	304,26	304,13	304,21						
A2 FRENTE	BANDEJA 2	34	314,70	126,81	381,37	381,32	381,27	381,26	381,15						
A2 TRÁS		44	242,75	118,30	305,46	305,25	305,20	304,81	305,05						
A2 FRENTE	BANDEJA 3	48	260,77	117,67	322,37	322,32	322,26	322,17	322,28						
A2 TRÁS		21	238,99	115,56	299,75	299,61	299,50	299,40	299,49						
A2 FRENTE	BANDEJA 5	45	245,60	113,31	306,07	306,14	306,09	306,02	306,18						
A2 TRÁS		31	223,76	143,50	300,01	299,97	300,13	299,84	299,93						

PBU	PBS1	PBS2	PBS3	PBS4	PBS5	ΔPBS1	ΔPBS2	ΔPBS3	ΔPBS4
126,75	66,85	66,73	66,72	66,71	66,66	-0,09%	-0,01%	-0,01%	-0,04%
121,44	64,85	64,92	64,87	64,74	64,82	0,06%	-0,04%	-0,11%	0,07%
126,81	66,67	66,62	66,57	66,56	66,45	-0,04%	-0,04%	0,00%	-0,09%
118,30	62,71	62,50	62,45	62,06	62,30	-0,18%	-0,04%	-0,33%	0,20%
117,67	61,60	61,55	61,49	61,40	61,51	-0,04%	-0,05%	-0,08%	0,09%
115,56	60,76	60,62	60,51	60,41	60,50	-0,12%	-0,10%	-0,09%	0,08%
113,31	60,47	60,54	60,49	60,42	60,58	0,06%	-0,04%	-0,06%	0,14%
143,50	76,25	76,21	76,37	76,08	76,17	-0,03%	0,11%	-0,20%	0,06%

AMOSTRA 3	POSIÇÃO	nº CESTO	PESO CESTO	PBU	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
					10h	12h	14h	16h	18h		
A3 FRENTE	BANDEJA 1	47	261,63	141,33	335,00	335,00	334,87	334,29	334,84		
A3 TRÁS		42	262,11	143,48	334,83	334,82	334,76	334,46	334,74		
A3 FRENTE	BANDEJA 2	6	212,29	142,80	286,44	286,45	286,24	286,90	286,44		
A3 TRÁS		49	243,21	143,72	317,12	317,00	316,78	316,55	316,72		
A3 FRENTE	BANDEJA 4	56	242,56	138,69	315,06	315,09	314,92	314,86	314,96		
A3 TRÁS		59	253,28	144,77	327,32	327,31	327,39	327,21	327,25		
A3 FRENTE	BANDEJA 5	55	244,82	139,56	317,71	317,67	317,74	317,45	317,62		
A3 TRÁS		53	257,87	140,36	330,03	329,93	329,98	329,70	329,66		

PBU	PBS1	PBS2	PBS3	PBS4	PBS5	ΔPBS1	ΔPBS2	ΔPBS3	ΔPBS4
141,33	73,37	73,37	73,24	72,66	73,21	0,00%	-0,09%	-0,41%	0,39%
143,48	72,72	72,71	72,65	72,35	72,63	-0,01%	-0,04%	-0,21%	0,20%
142,80	74,15	74,16	73,95	74,61	74,15	0,01%	-0,15%	0,46%	-0,32%
143,72	73,91	73,79	73,57	73,34	73,51	-0,08%	-0,15%	-0,16%	0,12%
138,69	72,50	72,53	72,36	72,30	72,40	0,02%	-0,12%	-0,04%	0,07%
144,77	74,04	74,03	74,11	73,93	73,97	-0,01%	0,06%	-0,12%	0,03%
139,56	72,89	72,85	72,92	72,63	72,80	-0,03%	0,05%	-0,21%	0,12%
140,36	72,16	72,06	72,11	71,83	71,79	-0,07%	0,04%	-0,20%	-0,03%

AMOSTRA 4	POSIÇÃO	nº CESTO	PESO CESTO	PBU	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
					10h	12h	14h	16h	18h		
A4 FRENTE	BANDEJA 1	46	242,79	140,47	314,45	314,10	314,12	314,12	314,01		
A4 TRÁS		51	243,81	136,11	312,95	312,83	312,59	312,63	312,75		
A4 FRENTE	BANDEJA 3	43	242,14	135,08	311,22	311,20	311,26	311,00	311,10		
A4 TRÁS		52	259,71	137,64	329,32	329,49	329,32	329,12	329,16		
A4 FRENTE	BANDEJA 4	58	258,80	138,32	328,68	328,75	328,61	328,57	328,47		
A4 TRÁS		57	244,71	136,62	313,42	313,26	313,25	313,17	313,14		
A4 FRENTE	BANDEJA 5	17	222,12	136,25	290,53	290,61	290,62	290,54	290,59		
A4 TRÁS		50	246,15	133,23	313,38	313,34	313,45	313,30	313,29		

PBU	PBS1	PBS2	PBS3	PBS4	PBS5	ΔPBS1	ΔPBS2	ΔPBS3	ΔPBS4
140,47	71,66	71,31	71,33	71,33	71,22	-0,25%	0,01%	0,00%	-0,08%
136,11	69,14	69,02	68,78	68,82	68,94	-0,09%	-0,18%	0,03%	0,09%
135,08	69,08	69,06	69,12	68,86	68,96	-0,01%	0,04%	-0,19%	0,07%
137,64	69,61	69,78	69,61	69,41	69,45	0,12%	-0,12%	-0,15%	0,03%
138,32	69,88	69,95	69,81	69,77	69,67	0,05%	-0,10%	-0,03%	-0,07%
136,62	68,71	68,55	68,54	68,46	68,43	-0,12%	-0,01%	-0,06%	-0,02%
136,25	68,41	68,49	68,50	68,42	68,47	0,06%	0,01%	-0,06%	0,04%
133,23	67,23	67,19	67,30	67,15	67,14	-0,03%	0,08%	-0,11%	-0,01%

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
AMOSTRA 5	POSIÇÃO	nº CESTO	PESO CESTO	PBU	10h	12h	14h	16h	18h
A5 FRENTE	BANDEJA 2	8	303,27	150,15	388,61	388,49	388,51	388,87	388,37
A5 TRÁS		16	322,61	153,08	408,92	408,86	408,78	408,64	408,66
A5 FRENTE	BANDEJA 3	37	314,84	152,99	400,75	400,78	400,67	400,54	400,57
A5 TRÁS		2	320,77	151,90	406,41	406,35	406,24	406,17	406,19
A5 FRENTE	BANDEJA 4	32	305,48	149,41	390,66	390,57	390,56	390,49	390,51
A5 TRÁS		3	309,32	151,22	394,75	395,10	394,00	395,08	395,17
A5 FRENTE	BANDEJA 5	54	245,37	148,04	328,27	328,43	328,26	328,35	328,19
A5 TRÁS		60	244,06	150,07	329,32	329,21	329,13	329,02	329,08

PBU	PBS1	PBS2	PBS3	PBS4	PBS5	ΔPBS1	ΔPBS2	ΔPBS3	ΔPBS4
150,15	85,34	85,22	85,24	85,60	85,10	-0,08%	0,01%	0,24%	-0,33%
153,08	86,31	86,25	86,17	86,03	86,05	-0,04%	-0,05%	-0,09%	0,01%
152,99	85,91	85,94	85,83	85,70	85,73	0,02%	-0,07%	-0,08%	0,02%
151,90	85,64	85,58	85,47	85,40	85,42	-0,04%	-0,07%	-0,05%	0,01%
149,41	85,18	85,09	85,08	85,01	85,03	-0,06%	-0,01%	-0,05%	0,01%
151,22	85,43	85,78	84,68	85,76	85,85	0,23%	-0,73%	0,71%	0,06%
148,04	82,90	83,06	82,89	82,98	82,82	0,11%	-0,11%	0,06%	-0,11%
150,07	85,26	85,15	85,07	84,96	85,02	-0,07%	-0,05%	-0,07%	0,04%

DATA:	01/06	Marca:		Estufa:	
-------	-------	--------	--	---------	--

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
AMOSTRA 1	POSIÇÃO	nº CESTO	PESO CESTO	PBU	10h	12h	14h	16h	18h
A1 FRENTE	BANDEJA 1	28	235,94	125,26	300,04	299,91	300,01	299,99	299,71
A1 TRÁS		25	221,98	128,80	286,34	286,35	286,30	286,14	286,20
A1 FRENTE	BANDEJA 2	4	239,36	123,70	302,40	302,30	302,41	302,15	302,20
A1 TRÁS		42	261,79	123,78	324,78	324,78	324,70	324,80	324,62
A1 FRENTE	BANDEJA 3	51	243,70	124,81	307,60	307,64	307,59	307,49	307,41
A1 TRÁS		46	242,42	123,47	306,55	306,49	306,50	306,35	306,43
A1 FRENTE	BANDEJA 4	47	261,61	124,32	324,81	324,80	324,62	324,62	324,77
A1 TRÁS		41	257,64	122,40	320,76	320,51	320,44	320,44	320,38

PBU	PBS1	PBS2	PBS3	PBS4	PBS5	ΔPBS1	ΔPBS2	ΔPBS3	ΔPBS4
125,26	64,10	63,97	64,07	64,05	63,77	-0,10%	0,08%	-0,02%	-0,22%
128,80	64,36	64,37	64,32	64,16	64,22	0,01%	-0,04%	-0,12%	0,05%
123,70	63,04	62,94	63,05	62,79	62,84	-0,08%	0,09%	-0,21%	0,04%
123,78	62,99	62,99	62,91	63,01	62,83	0,00%	-0,06%	0,08%	-0,15%
124,81	63,90	63,94	63,89	63,79	63,71	0,03%	-0,04%	-0,08%	-0,06%
123,47	64,13	64,07	64,08	63,93	64,01	-0,05%	0,01%	-0,12%	0,06%
124,32	63,20	63,19	63,01	63,01	63,16	-0,01%	-0,14%	0,00%	0,12%
122,40	63,12	62,87	62,80	62,80	62,74	-0,20%	-0,06%	0,00%	-0,05%

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
AMOSTRA 2	POSIÇÃO	nº CESTO	PESO CESTO	PBU	10h	12h	14h	16h	18h
A2 FRENTE	BANDEJA 1	8	303,31	137,03	376,96	376,75	376,85	376,85	376,72
A2 TRÁS		6	212,36	135,06	285,34	285,34	285,30	285,18	285,41
A2 FRENTE	BANDEJA 2	16	322,65	135,89	396,01	395,90	395,90	395,51	395,20
A2 TRÁS		49	236,19	136,52	317,92	317,97	318,00	318,11	318,10
A2 FRENTE	BANDEJA 3	44	242,64	130,74	314,16	314,12	314,08	313,79	313,93
A2 TRÁS		34	314,72	131,94	385,66	386,15	385,80	385,69	385,39
A2 FRENTE	BANDEJA 5	23	222,35	134,83	294,08	294,05	294,46	294,10	294,20
A2 TRÁS		5	309,13	131,57	381,15	381,06	381,27	381,03	380,99

PBU	PBS1	PBS2	PBS3	PBS4	PBS5	ΔPBS1	ΔPBS2	ΔPBS3	ΔPBS4
137,03	73,65	73,44	73,54	73,54	73,41	-0,15%	0,07%	0,00%	-0,09%
135,06	72,98	72,98	72,94	72,82	73,05	0,00%	-0,03%	-0,09%	0,17%
135,89	73,36	73,25	73,25	72,86	72,55	-0,08%	0,00%	-0,29%	-0,23%
136,52	81,73	81,78	81,81	81,92	81,91	0,04%	0,02%	0,08%	-0,01%
130,74	71,52	71,48	71,44	71,15	71,29	-0,03%	-0,03%	-0,22%	0,11%
131,94	70,94	71,43	71,08	70,97	70,67	0,37%	-0,27%	-0,08%	-0,23%
134,83	71,73	71,70	72,11	71,75	71,85	-0,02%	0,30%	-0,27%	0,07%
131,57	72,02	71,93	72,14	71,90	71,86	-0,07%	0,16%	-0,18%	-0,03%

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
AMOSTRA 3	POSIÇÃO	nº CESTO	PESO CESTO	PBU	10h	12h	14h	16h	18h
A3 FRENTE	BANDEJA 1	37	314,89	139,47	386,50	386,30	386,55	386,35	386,40
A3 TRÁS		43	236,70	134,54	312,11	311,98	312,00	311,88	311,85
A3 FRENTE	BANDEJA 2	52	252,07	134,01	329,18	329,22	329,44	328,99	328,99
A3 TRÁS		2	320,76	135,42	390,80	390,72	390,95	390,69	390,81
A3 FRENTE	BANDEJA 4	21	238,84	137,78	310,72	310,58	310,90	310,59	310,67
A3 TRÁS		40	307,86	139,55	386,64	386,32	386,36	386,25	386,40
A3 FRENTE	BANDEJA 5	58	258,20	135,27	330,01	329,74	329,73	329,78	329,67
A3 TRÁS		20	326,01	132,85	395,27	395,25	395,30	395,21	395,00

PBU	PBS1	PBS2	PBS3	PBS4	PBS5	ΔPBS1	ΔPBS2	ΔPBS3	ΔPBS4
139,47	71,61	71,41	71,66	71,46	71,51	-0,14%	0,18%	-0,14%	0,04%
134,54	75,41	75,28	75,30	75,18	75,15	-0,10%	0,01%	-0,09%	-0,02%
134,01	77,11	77,15	77,37	76,92	76,92	0,03%	0,16%	-0,34%	0,00%
135,42	70,04	69,96	70,19	69,93	70,05	-0,06%	0,17%	-0,19%	0,09%
137,78	71,88	71,74	72,06	71,75	71,83	-0,10%	0,23%	-0,22%	0,06%
139,55	78,78	78,46	78,50	78,39	78,54	-0,23%	0,03%	-0,08%	0,11%
135,27	71,81	71,54	71,53	71,58	71,47	-0,20%	-0,01%	0,04%	-0,08%
132,85	69,26	69,24	69,29	69,20	68,99	-0,02%	0,04%	-0,07%	-0,16%

AMOSTRA 4	POSIÇÃO	nº CESTO	PESO CESTO	PBU	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
					10h	12h	14h	16h	18h		
A4 FRENTE	BANDEJA 1	56	236,47	141,44	322,05	322,15	322,26	321,90	322,06		
A4 TRÁS		10	318,75	148,51	400,23	400,34	400,14	400,17	400,01		
A4 FRENTE	BANDEJA 3	57	244,66	150,44	327,40	327,39	327,38	327,18	327,38		
A4 TRÁS		32	295,51	145,19	386,50	386,18	386,10	386,24	386,15		
A4 FRENTE	BANDEJA 4	3	309,85	142,99	389,25	389,27	389,50	389,33	389,06		
A4 TRÁS		59	253,30	142,25	333,03	332,87	332,74	332,50	332,50		
A4 FRENTE	BANDEJA 5	54	245,33	142,77	325,70	325,48	325,60	325,58	325,51		
A4 TRÁS		48	260,68	149,38	342,90	342,85	342,60	342,45	342,18		

PBU	PBS1	PBS2	PBS3	PBS4	PBS5	ΔPBS1	ΔPBS2	ΔPBS3	ΔPBS4
141,44	85,58	85,68	85,79	85,43	85,59	0,07%	0,08%	-0,25%	0,11%
148,51	81,48	81,59	81,39	81,42	81,26	0,07%	-0,13%	0,02%	-0,11%
150,44	82,74	82,73	82,72	82,52	82,72	-0,01%	-0,01%	-0,13%	0,13%
145,19	90,99	90,67	90,59	90,73	90,64	-0,22%	-0,06%	0,10%	-0,06%
142,99	79,40	79,42	79,65	79,48	79,21	0,01%	0,16%	-0,12%	-0,19%
142,25	79,73	79,57	79,44	79,20	79,20	-0,11%	-0,09%	-0,17%	0,00%
142,77	80,37	80,15	80,27	80,25	80,18	-0,15%	0,08%	-0,01%	-0,05%
149,38	82,22	82,17	81,92	81,77	81,50	-0,03%	-0,17%	-0,10%	-0,18%

AMOSTRA 5	POSIÇÃO	nº CESTO	PESO CESTO	PBU	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
					10h	12h	14h	16h	18h		
A5 FRENTE	BANDEJA 2	60	237,74	137,40	315,61	315,40	315,48	315,59	315,64		
A5 TRÁS		50	239,86	142,69	318,55	318,36	318,30	318,32	318,20		
A5 FRENTE	BANDEJA 3	53	255,71	137,50	329,10	328,57	328,50	328,51	328,10		
A5 TRÁS		31	223,71	140,84	295,66	295,60	295,70	295,49	295,56		
A5 FRENTE	BANDEJA 4	45	236,60	140,99	317,44	317,32	317,25	317,23	317,10		
A5 TRÁS		14	299,64	137,66	376,45	376,27	376,70	376,21	376,05		
A5 FRENTE	BANDEJA 5	55	237,41	141,66	318,28	318,17	318,16	318,17	318,23		
A5 TRÁS		17	221,81	140,02	294,42	293,83	294,13	294,86	293,72		

PBU	PBS1	PBS2	PBS3	PBS4	PBS5	ΔPBS1	ΔPBS2	ΔPBS3	ΔPBS4
137,40	77,87	77,66	77,74	77,85	77,90	-0,15%	0,06%	0,08%	0,04%
142,69	78,69	78,50	78,44	78,46	78,34	-0,13%	-0,04%	0,01%	-0,08%
137,50	73,39	72,86	72,79	72,80	72,39	-0,39%	-0,05%	0,01%	-0,30%
140,84	71,95	71,89	71,99	71,78	71,85	-0,04%	0,07%	-0,15%	0,05%
140,99	80,84	80,72	80,65	80,63	80,50	-0,09%	-0,05%	-0,01%	-0,09%
137,66	76,81	76,63	77,06	76,57	76,41	-0,13%	0,31%	-0,36%	-0,12%
141,66	80,87	80,76	80,75	80,76	80,82	-0,08%	-0,01%	0,01%	0,04%
140,02	72,61	72,02	72,32	73,05	71,91	-0,42%	0,21%	0,52%	-0,81%

	ΔPBSM1	ΔPBSM2	ΔPBSM3	ΔPBSM4
Média aritmética do ΔPBS	-0,0513%	-0,0165%	-0,0715%	-0,0046%

↓

Primeiro peso constante (até 0,1% do PBU) foi atingido com o tempo mínimo de 12 horas de secagem

3.3.2.5 Precisão

Repetibilidade (r)

Diferenças entre dois resultados de ensaios sucessivos, obtidos no mesmo laboratório pelo mesmo operador, com a mesma aparelhagem, sob condições constantes de operação e com a mesma amostra de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém as diferenças não podem exceder 1,20 unidade de fibra Tanimoto, com a probabilidade de 95 %.

Reprodutibilidade (R)

Diferenças entre dois resultados de ensaios, individuais e independentes, obtidos por operadores diferentes, trabalhando em laboratórios diferentes e com aparelhagens distintas, com as mesmas amostras de cana preparada, com a execução correta, são consideradas normais para este método, porém não podem exceder 1,80 unidade de fibra Tanimoto, com a probabilidade de 95 %.

4 Parâmetros Calculados

4.1 Pureza aparente do caldo (Q)

A pureza aparente do caldo (Q), expressa em porcentagem (%) é:

$$Q = \frac{100 \times S}{B}, \text{ onde:}$$

S é a pol do caldo, expressa em porcentagem (%);

B é o brix do caldo, expresso em grau brix (°B).

A Unidade Industrial poderá recusar o recebimento de carregamentos com Pureza do caldo abaixo de 75% (setenta e cinco por cento).

Os carregamentos analisados cujas Purezas do caldo estiverem abaixo de 75%, se descarregados, não poderão ser excluídos do Sistema.

4.2 Açúcares redutores do caldo (AR)

A equação para o cálculo dos Açúcares Redutores do caldo é:

$$AR = 3,641 - 0,0343 \times Q, \text{ onde:}$$

Q é a Pureza aparente do caldo, expressa em porcentagem (%).

Esta equação linear foi construída pela correlação entre a pureza aparente do caldo e o AR do caldo determinado pelo método de Lane & Eynon, descrito no **item 3.3.1**.

4.3 Fibra da cana (F)

A equação para o cálculo da Fibra da cana expressa em porcentagem (%) é:

$$F = 0,08 \times PBU + 0,876, \text{ onde:}$$

PBU é o peso do bolo úmido da prensa, expresso em gramas (g).

Esta equação linear foi construída pela correlação entre o PBU e a fibra determinada pelo método de Tanimoto, descrito no **item 3.3.2**.

4.4 Coeficiente C

O coeficiente C, utilizado na transformação da Pol do caldo extraído pela prensa em Pol de caldo absoluto, é calculado pelas seguintes equações:

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

ou

$$C = 1,02626 - 0,00046 \times PBU$$

onde:

F é a fibra da cana, expressa em porcentagem (%);

PBU é o peso do bolo úmido, expresso em gramas (g).

4.5 Pol da cana (PC)

A pol da cana (PC), expressa em porcentagem (%), é calculada pela equação:

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

S é a pol do caldo, expressa em porcentagem (%);
F é a fibra da cana, expressa em porcentagem (%);
C é o coeficiente descrito no **item 4.4**.

4.6 Brix da cana (BC)

O brix da cana (BC), expressa em porcentagem (%), é calculada pela equação:

$$BC = B \times (1 - (0,01 \times F)) , \text{ onde:}$$

B é o brix do caldo, expresso em grau brix (°B);
F é a fibra da cana, expressa em porcentagem (%).

O brix da cana não emprega o coeficiente C, o qual é empregado apenas para o cálculo da pol da cana e AR da cana.

4.7 Açúcares redutores da cana (ARC)

O teor de açúcares redutores da cana (ARC), expresso em porcentagem (%), é calculado pela equação:

$$ARC = AR \times (1 - (0,01 \times F)) \times C , \text{ onde:}$$

AR é o teor de açúcares redutores do caldo, expresso em porcentagem (%);
F é a fibra da cana, expressa em porcentagem (%);
C é o coeficiente descrito no **item 4.4**.

4.8 Açúcares Totais Recuperáveis (ATR)

O ATR com base na pol da cana (PC) e nos açúcares redutores da cana (ARC) é calculado pela equação:

$$ATR = 10 \times PC \times 1,05263 \times 0,915 + 10 \times ARC \times 0,915$$

ou

$$ATR = 9,6316 \times PC + 9,15 \times ARC$$

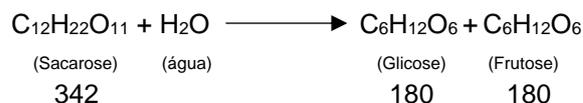
onde:

ATR é o teor de açúcar total recuperável, expresso em quilogramas por tonelada de cana (kg/t);

PC é a pol da cana, expressa em porcentagem (%);

ARC é o teor de açúcares redutores da cana, expresso em porcentagem (%);

O valor 1,05263 é o coeficiente estequiométrico para a conversão de pol em açúcares redutores, obtido conforme equação estequiométrica abaixo:



$$342:360 : 1:X \quad X = \frac{360}{342} = 1,05263$$

O valor 0,915 é o coeficiente de recuperação para uma perda industrial (PI) de 8,5% determinada pelo CONSECANA-SP;

4.9 ATR Relativo – entrega da cana proporcional à moagem durante a safra

A entrega da cana-de-açúcar pelo produtor deve ocorrer ao longo de todo o período de moagem, na proporção da cana total processada na quinzena de acordo com o planejamento quinzenal da unidade industrial (Princípio da Linearidade). O ATR Relativo é uma fórmula matemática que estimula a linearização da entrega da cana-de-açúcar de forma equitativa ao longo de toda a safra, redistribuindo o ATR com o objetivo de evitar as concentrações de entregas de cana-de-açúcar nos meses de maior maturação, reduzindo as distorções econômicas decorrentes das concentrações de entrega, sem desestimular a busca pela melhoria da qualidade que continua sendo valorizada

A unidade industrial que aplicar o ATR Relativo deve:

Analisar a qualidade da cana entregue total da unidade industrial, incluindo cana de produtores e cana própria da unidade industrial, sob qualquer título, exceto a “Cana Energia”. A quantidade referente a eventuais fornecimentos de cana energia e seus respectivos resultados analíticos não devem compor as médias quinzenais (ATRuq), tão pouco as médias anuais (ATRus) das unidades industriais para fins do cálculo do ATR Relativo para pagamento dos produtores de cana. Orienta-se as unidades industriais e as associações de produtores que identifiquem e excluam os fornecimentos dessa matéria através dos códigos dos produtores ou dos fundos agrícolas e que a forma de pagamento dessa matéria prima seja acordada entre as partes.

Informar ao Sistema ATR todos os dados referentes a moagem (cana de produtores e cana própria da unidade industrial) e respectivos dados diários e quinzenais da qualidade da matéria prima.

Em caso de acordo entre a unidade industrial e a associação de produtores de cana, permite-se utilizar o cálculo do $ATR_{us_{prov}}$ e ATR_{us} definitivo sem dados da cana própria conforme **itens 4.9.1.1 item b e 4.9.1.2 item a**, respectivamente.

4.9.1 Como calcular o ATR Relativo

4.9.1.1 ATR Relativo Provisório (durante o período de moagem)

$$ATR_{r_{prov}} = ATR_{fq} + ATR_{us_{prov}} - ATR_{uq}$$

onde:

ATR_{prov} = Açúcar Total Recuperável relativo provisório do fundo agrícola do produtor na quinzena;

ATR_{fq} = Açúcar Total Recuperável do fundo agrícola na quinzena;

ATR_{uq} = Açúcar Total Recuperável da unidade industrial na quinzena, calculado pela média ponderada de todos os ATRs de todos os fundos agrícolas incluindo as próprias das unidades industriais e de produtores que entregaram cana-de-açúcar na quinzena;

ATR_{us_{prov}} = Açúcar Total Recuperável provisório da unidade industrial na safra, calculado:

a) Com dados de cana de produtores e própria da unidade industrial

Dados necessários:

Quantidade (t) e qualidade (kg de ATR / t) da cana-de-açúcar de produtores e própria da unidade industrial entregues por quinzena das últimas 5 (cinco) safras anteriores a safra em questão no período de abril a novembro;

Cálculos:

Calcula-se a média ponderada global do ATR da cana-de-açúcar de produtores e própria da unidade industrial nas 5 (cinco) últimas safras no período de abril a novembro e obtém-se o ATR_{us} provisório a ser utilizado durante o período de moagem.

Tabela 3 - Quantidade (t) e qualidade (Kg ATR/t) da cana entregue - moagem total (cana de produtores e cana própria da unidade industrial) - safras 2015/2016 a 2019/2020

Quinzenas	2015/2016		2016/2017		2017/2018		2018/2019		2019/2020		2015 a 2019	
	cana total t	ATR Kg/t	cana total t	ATR Kg/t								
1º Abr	14.214,020	96,97	142.453,740	103,44	55.451,140	110,14	-	-	-	-	212.118,900	104,76
2º Abr	154.573,190	105,14	178.080,380	119,35	92.525,640	110,25	124.705,620	120,09	86.754,600	115,35	636.639,430	114,18
1ª Mai	148.808,430	112,88	191.927,280	125,52	126.002,160	117,80	120.686,240	131,65	153.906,030	117,57	741.330,140	121,02
2ª Mai	168.797,060	120,85	106.050,530	122,68	95.209,780	120,65	100.913,260	124,31	133.778,160	123,49	604.748,790	122,30
1ª Jun	175.196,220	123,18	54.692,140	116,89	89.140,480	122,27	148.979,110	136,92	123.992,230	125,66	592.000,180	126,44
2ª Jun	195.270,360	132,23	213.051,280	129,05	168.730,950	124,80	183.313,630	141,78	184.221,580	130,28	944.587,800	131,66
1ª Jul	67.825,610	127,56	184.243,144	132,14	187.332,600	127,82	172.422,810	148,20	102.439,100	129,35	714.263,264	134,05
2ª Jul	196.352,010	129,45	215.141,460	135,33	190.000,770	132,12	155.111,040	146,27	153.903,690	133,48	910.508,970	134,94
1ª Ago	200.785,560	136,21	196.578,840	140,51	137.768,900	135,51	51.047,560	134,45	158.388,820	135,93	744.569,680	137,04
2ª Ago	151.790,400	139,22	156.209,100	134,65	108.146,860	133,07	151.674,050	142,01	173.632,460	137,88	741.452,870	137,62
1ª Set	101.006,390	137,09	124.372,580	134,28	166.128,340	142,58	145.580,850	145,35	67.852,890	136,81	604.941,050	139,98
2ª Set	151.603,480	137,44	153.856,380	140,94	153.854,880	147,30	89.225,750	135,80	157.198,270	140,69	705.738,760	140,87
1ª Out	148.411,640	135,22	94.230,600	137,55	96.196,930	142,90	90.852,140	136,49	177.769,340	141,69	607.460,650	138,88
2ª Out	165.824,270	128,60	81.414,820	132,08	109.268,080	144,71	93.896,220	126,66	157.210,300	145,67	607.613,690	136,08
1ª Nov	78.391,780	125,13	98.360,080	130,93	101.184,340	137,84	149.950,000	124,89	94.709,480	146,58	522.595,680	132,50
2ª Nov	82.565,580	115,87	121.681,640	121,88	99.774,980	133,53	85.385,160	125,34	30.599,720	139,50	420.007,080	125,45
1ª Dez	101.847,740	112,21	60.981,980	120,74	69.059,220	120,28	116.175,720	126,60	-	-	348.064,660	120,11
2ª Dez	64.129,380	105,67	8.656,720	121,14	-	-	921,540	120,42	-	-	73.707,640	107,67
1º Jan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abr-Nov	2.201.416,000	127,30	2.312.343,994	129,26	1.976.716,830	131,47	1.863.743,440	135,98	1.956.356,670	133,47	10.310.576,934	131,28
												ATR_{us} prov Safra 2020/2021

b) Sem dados da qualidade da cana própria da unidade industrial

A média de ATR_{us} provisória deverá ser calculada a partir da qualidade da matéria-prima entregue pelos produtores de cana, enquanto não se tenha informação da cana própria da unidade industrial.

Neste caso a média ponderada final será calculada após a distribuição da cana entregue pelos produtores pela curva de moagem total da usina.

Dados necessários:

- 1) Quantidade (t) e qualidade (kg de ATR / t) da cana-de-açúcar de produtores entregues por quinzena das últimas 5 (cinco) safras anteriores a safra em questão no período de abril a novembro;
- 2) Quantidade (t) da cana-de-açúcar de produtores e própria da unidade industrial entregues por quinzena das últimas 5 (cinco) safras anteriores a safra em questão no período de abril a novembro;

Cálculos:

- 1) Calcula-se a média ponderada global do ATR da cana-de-açúcar de produtores nas 5 (cinco) últimas safras no período de abril a novembro e obtém-se o ATRus provisório a ser utilizado durante o período de moagem.

Tabela 4 - Quantidade (t) e Qualidade (Kg ATR/t) da cana entregue somente pelos produtores - safras 2015/2016 a 2019/2020

Quinzenas	2015/2016		2016/2017		2017/2018		2018/2019		2019/2020		Total	
	(t)	ATR Kg/t										
1º Abr	-	-	105.672,730	104,73	2.700,700	116,52	-	-	-	-	108.373,430	105,02
2º Abr	-	-	114.168,300	116,51	55.509,180	113,30	197,540	112,06	-	-	169.875,020	115,46
1ª Mai	57.194,960	118,00	117.008,300	127,02	66.472,260	118,09	108.562,050	133,50	74.214,320	117,10	423.451,890	124,32
2ª Mai	100.391,360	123,84	67.613,670	118,88	57.230,220	120,38	59.499,980	127,90	92.356,940	119,40	377.092,170	121,98
1ª Jun	102.017,810	128,50	34.718,220	116,61	59.296,400	121,37	99.137,540	132,33	85.149,320	124,53	380.319,290	126,41
2ª Jun	120.659,140	132,38	111.568,620	123,57	123.933,960	126,10	115.560,320	141,57	117.149,260	129,84	588.871,300	130,69
1ª Jul	50.795,020	122,62	123.831,680	134,17	122.620,420	131,20	104.757,600	144,53	77.082,120	130,17	478.986,840	133,81
2ª Jul	112.883,700	133,36	130.362,340	135,06	130.162,360	135,60	91.540,500	152,70	106.495,360	137,89	571.444,260	138,20
1ª Ago	122.883,480	140,75	121.237,030	139,98	114.342,680	140,30	34.071,280	146,83	113.909,160	139,71	506.443,630	140,64
2ª Ago	78.756,800	139,79	103.285,900	132,90	79.027,860	139,71	107.999,980	148,80	115.998,860	142,64	485.069,400	141,00
1ª Set	67.704,960	140,27	82.152,910	132,11	115.661,860	143,70	100.307,110	148,58	63.783,340	140,41	429.610,180	141,59
2ª Set	81.961,620	135,90	99.918,640	136,72	101.120,370	146,64	68.685,020	141,13	92.205,280	142,27	443.890,930	140,66
1ª Out	104.841,920	133,71	68.107,660	147,82	63.935,220	141,89	57.930,160	140,41	95.776,960	146,76	390.591,920	141,70
2ª Out	112.023,800	132,53	27.724,360	135,09	73.982,400	139,75	59.625,820	134,32	109.780,320	150,97	382.546,700	139,67
1ª Nov	44.184,460	121,01	-	-	41.930,240	132,40	96.272,400	129,51	4.011,880	153,18	186.398,980	128,65
2ª Nov	40.325,260	116,26	-	-	-	-	-	-	-	-	40.325,260	116,26
1ª Dez	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2ª Dez	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1ª Jan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abr-Nov	1.196.624,290	131,53	1.307.370,360	128,77	1.207.236,130	133,61	1.104.147,300	140,37	1.147.913,120	135,92	5.963.291,200	133,83

- 2) Calcula-se a moagem total da cana-de-açúcar de produtores e própria da unidade industrial por quinzena nas 5 (cinco) últimas safras no período de abril a novembro. Calcula-se o percentual de cana moída nas quinzenas desse total.

Tabela 5 - Moagem total (t) e percentuais quinzenais (%) da moagem total da cana, incluindo cana de produtores e própria da unidade industrial, das safras 2015/2016 à 2019/2020 (média das últimas 5 safras)

Quinzenas	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019	
	Moagem (t)	%					
1ªabr	-	289.214,710	183.355,730	221.978,700	31.835,620	726.384,760	3,96%
2ªabr	213.010,220	234.420,140	187.374,020	269.122,720	234.663,120	1.138.590,220	6,21%
1ªmai	188.232,200	201.619,560	236.379,340	287.976,440	226.834,600	1.141.042,140	6,22%
2ªmai	306.736,070	233.028,840	177.963,200	231.180,260	316.476,120	1.265.384,490	6,90%
1ªjun	245.338,810	144.398,200	287.339,740	282.333,660	273.291,160	1.232.701,570	6,72%
2ªjun	298.310,210	292.214,240	298.721,600	289.345,520	281.260,702	1.459.852,272	7,96%
1ªjul	174.514,770	238.164,320	200.811,700	279.079,320	236.109,780	1.128.679,890	6,15%
2ªjul	304.358,660	279.558,940	312.279,680	294.055,060	315.381,180	1.505.633,520	8,21%
1ªago	300.083,750	289.267,400	263.515,880	224.185,440	240.365,300	1.317.417,770	7,18%
2ªago	311.278,990	238.353,410	197.061,850	273.427,020	288.570,260	1.308.691,530	7,14%
1ªset	147.575,380	183.218,300	277.861,480	235.451,120	252.546,970	1.096.653,250	5,98%
2ªset	275.952,810	263.039,980	263.419,180	152.775,310	219.043,660	1.174.230,940	6,40%
1ªout	223.037,450	250.902,960	230.051,160	173.017,920	251.102,080	1.128.111,570	6,15%
2ªout	254.197,526	196.407,860	215.741,620	160.084,360	219.505,600	1.045.936,966	5,70%
1ªnov	180.275,480	166.987,370	173.082,400	176.029,820	172.292,640	868.667,710	4,74%
2ªnov	162.091,630	241.250,580	170.196,580	152.399,660	74.010,420	799.948,870	4,36%
Total	3.584.993,956	3.742.046,810	3.675.155,160	3.702.442,330	3.633.289,212	18.337.927,468	100,00%

3) Redistribuição da cana dos produtores pelo percentual quinzenal da moagem total da unidade industrial encontrado no passo anterior.

Tabela 6 – Redistribuição da cana dos produtores

Quinzenas	Moagem		Total redistribuído
	(t)	%	(t)
1º Abr	108.373,430	3,96%	236.212,290
2º Abr	169.875,020	6,21%	370.256,947
1ª Mai	423.451,890	6,22%	371.054,284
2ª Mai	377.092,170	6,90%	411.489,041
1ª Jun	380.319,290	6,72%	400.860,917
2ª Jun	588.871,300	7,96%	474.727,813
1ª Jul	478.986,840	6,15%	367.034,217
2ª Jul	571.444,260	8,21%	489.615,369
1ª Ago	506.443,630	7,18%	428.409,689
2ª Ago	485.069,400	7,14%	425.572,012
1ª Set	429.610,180	5,98%	356.619,508
2ª Set	443.890,930	6,40%	381.846,915
1ª Out	390.591,920	6,15%	366.849,406
2ª Out	382.546,700	5,70%	340.127,134
1ª Nov	186.398,980	4,74%	282.481,132
2ª Nov	40.325,260	4,36%	260.134,525
1ª Dez	-	-	-
2ª Dez	-	-	-
1º Jan	-	-	-
Abr-Nov	5.963.291,200	100,00%	5.963.291,200

4) Calcula-se a média ponderada global do ATR da cana-de-açúcar de produtores nas 5 (cinco) últimas safras no período de abril a novembro utilizando-se a cana redistribuída no passo anterior e obtém-se o ATRus provisório a ser utilizado durante o período de moagem.

Tabela 7 – ATRus provisório

Quinzenas	Total redistribuído	
	(t)	ATR Kg/t
1º Abr	236.212,290	105,02
2º Abr	370.256,947	115,46
1ª Mai	371.054,284	124,32
2ª Mai	411.489,041	121,98
1ª Jun	400.860,917	126,41
2ª Jun	474.727,813	130,69
1ª Jul	367.034,217	133,81
2ª Jul	489.615,369	138,20
1ª Ago	428.409,689	140,64
2ª Ago	425.572,012	141,00
1ª Set	356.619,508	141,59
2ª Set	381.846,915	140,66
1ª Out	366.849,406	141,70
2ª Out	340.127,134	139,67
1ª Nov	282.481,132	128,65
2ª Nov	260.134,525	116,26
1ª Dez	-	-
2ª Dez	-	-
1º Jan	-	-
Abr-Nov	5.963.291,200	131,46
		ATRus Provisório Safrá 2020/2021

O ATRus provisório pode ser ajustado de acordo com as condições agro meteorológicas do ano safra em comum acordo entre unidade industrial e associação de classe.

4.9.1.2 ATR Relativo definitivo (final de moagem)

Para fim de cálculo da média do ATR da unidade industrial na safra (ATRus), considera-se período de moagem aquele compreendido entre 1º de abril a 30 de novembro. No entanto, é livre às unidades industriais e seus produtores ajustarem o período diverso de acordo com as peculiaridades próprias e regionais.

Os cálculos deverão ser realizados no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 (dez) casas decimais, e expressos com 2 (duas) decimais.

Ao se encerrar a moagem deve-se substituir o ATRus provisório (ATRusprov) da unidade industrial pelo ATRus definitivo (cana entregue pelos produtores e pela cana própria da unidade industrial) efetuando-se as devidas correções para todos os ATRr calculados.

O ATRus definitivo será utilizado para o ajuste parcial no período compreendido entre o final de moagem e o fechamento do ano-safra.

a) Cálculo do ATRus definitivo

Com dados de cana de produtores e própria da unidade industrial

O ATRus será obtido através das seguintes informações:

- A qualidade e a quantidade da cana própria e de produtores em cada quinzena, no período de moagem.
- Com estes valores calcula-se a média ponderada da cana total da usina na safra, obtendo-se o ATRus.
- Este valor será utilizado para recalculer o ATRr dos produtores.

Tabela 8 – Cálculo do ATRus definitivo com os dados de cana de produtores e própria da unidade industrial

Qz	ATR Geral					
	Produtor		Própria		Total	
	ATR	t	ATR	t	ATRug	t
1º Abr	97,07	1.805,885	106,25	18.545,115	105,44	20.351,000
2º Abr	133,96	9.355,975	127,20	39.197,095	128,50	48.553,070
1º Mai	135,96	114.034,610	136,03	64.399,180	135,98	178.433,790
2º Mai	136,33	107.519,775	141,24	65.637,035	138,19	173.156,810
1º Jun	133,68	63.268,364	137,62	43.418,536	135,28	106.686,900
2º Jun	137,93	77.137,719	141,83	60.281,121	139,64	137.418,840
1º Jul	137,84	116.971,140	139,40	55.265,440	138,34	172.236,580
2º Jul	140,26	117.740,891	142,90	61.134,769	141,16	178.875,660
1º Ago	142,73	109.308,008	146,75	65.610,512	144,24	174.918,520
2º Ago	140,22	69.292,740	136,11	47.438,260	138,55	116.731,000
1º Set	146,91	118.682,227	145,82	62.293,853	146,54	180.976,080
2º Set	147,51	106.354,894	146,58	46.600,656	147,23	152.955,550
1º Out	149,23	71.563,340	153,86	59.266,620	151,33	130.829,960
2º Out	146,75	70.467,815	147,37	56.413,465	147,02	126.881,280
1º Nov	143,89	25.876,800	142,89	47.389,890	143,24	73.266,690
2º Nov	140,55	20.800,770	141,48	40.230,890	141,16	61.031,660
1º Dez						
2º Dez						
Abr-Nov	141,17	1.200.180,953	141,45	833.122,437	141,29	2.033.303,390

ATRus def

Sem dados de qualidade da cana própria da unidade industrial

O ATRus será obtido através das seguintes informações:

- A qualidade e a quantidade da cana de produtores em cada quinzena.
- Com a distribuição da cana de produtores em função da curva de moagem da safra e a qualidade, calcula-se a média ponderada, obtendo-se o ATRus.
- Este valor será utilizado para recalculer o ATRr dos produtores.

Tabela 9 – Cálculo do ATRus definitivo sem dados de cana própria da unidade industrial

Qz	ATR Geral					
	Produtor		Moagem		Produtor redistribuído	
	ATR	t	t	%	ATRuq	t
1º Abr	97,07	1.805,885	20.351,000	1,00%	97,07	12.012,414
2º Abr	133,96	9.355,975	48.553,070	2,39%	133,96	28.659,014
1º Mai	135,96	114.034,610	178.433,790	8,78%	135,96	105.322,618
2º Mai	136,33	107.519,775	173.156,810	8,52%	136,33	102.207,819
1º Jun	133,68	63.268,364	106.686,900	5,25%	133,68	62.973,182
2º Jun	137,93	77.137,719	137.418,840	6,76%	137,93	81.113,067
1º Jul	137,84	116.971,140	172.236,580	8,47%	137,84	101.664,643
2º Jul	140,26	117.740,891	178.875,660	8,80%	140,26	105.583,437
1º Ago	142,73	109.308,008	174.918,520	8,60%	142,73	103.247,689
2º Ago	140,22	69.292,740	116.731,000	5,74%	140,22	68.901,829
1º Set	146,91	118.682,227	180.976,080	8,90%	146,91	106.823,234
2º Set	147,51	106.354,894	152.955,550	7,52%	147,51	90.283,791
1º Out	149,23	71.563,340	130.829,960	6,43%	149,23	77.223,904
2º Out	146,75	70.467,815	126.881,280	6,24%	146,75	74.893,150
1º Nov	143,89	25.876,800	73.266,690	3,60%	143,89	43.246,515
2º Nov	140,55	20.800,770	61.031,660	3,00%	140,55	36.024,647
1º Dez						
2º Dez						
Abr-Nov	141,17	1.200.180,953	2.033.303,390		140,73	1.200.180,953
					ATRus def	

b) Cálculo do ATRr definitivo

$$ATRr = ATRfq + ATRus - ATRuq$$

onde,

ATRr = Açúcar Total Recuperável relativo definitivo do fundo agrícola do produtor na quinzena;

ATRFq = Açúcar Total Recuperável do fundo agrícola na quinzena;

ATRuq = Açúcar Total Recuperável da unidade industrial na quinzena, calculado pela média ponderada de todos os ATRs de todos os fundos agrícolas incluindo as próprias das unidades industriais e de produtores que entregaram cana-de-açúcar na quinzena;

ATRus = Açúcar Total Recuperável definitivo da unidade industrial na safra.

Tabela 10 – Exemplo de cálculo do ATR relativo definitivo

Qz	Produtor				
	t	ATRfq	ATRus	ATRuq	ATR r
1º Abr	1.805,885	97,0724453107	141,2886663240	105,4356120903	132,9254995445
2º Abr	9.355,975	133,9588703689	141,2886663240	128,5024062577	146,7451304352
1º Mai	114.034,610	135,9553562221	141,2886663240	135,9822961761	141,2617263701
2º Mai	107.519,775	136,3268038856	141,2886663240	138,1892060939	139,4262641158
1º Jun	63.268,364	133,6822443172	141,2886663240	135,2847989596	139,6861116817
2º Jun	77.137,719	137,9297965190	141,2886663240	139,6406873835	139,5777754596
1º Jul	116.971,140	137,8400360328	141,2886663240	138,3405806618	140,7881216951
2º Jul	117.740,891	140,2615962234	141,2886663240	141,1633298937	140,3869326538
1º Ago	109.308,008	142,7338614767	141,2886663240	144,2402823221	139,7822454786
2º Ago	69.292,740	140,2183827656	141,2886663240	138,5487788916	142,9582701980
1º Set	118.682,227	146,9116993606	141,2886663240	146,5359250622	141,6644406224
2º Set	106.354,894	147,5109268553	141,2886663240	147,2273032657	141,5722899137
1º Out	71.563,340	149,2315543254	141,2886663240	151,3282631449	139,1919575045
2º Out	70.467,815	146,7471849688	141,2886663240	147,0240985841	141,0117527087
1º Nov	25.876,800	143,8900000000	141,2886663240	143,2431864207	141,9354799033
2º Nov	20.800,770	140,5500000000	141,2886663240	141,1630380150	140,6756283090
1º Dez					
2º Dez					
Abr-Nov	1.200.180,953	141,1746688807	141,2886663240	141,2886663240	140,7010548591

4.10 Fator Qualidade

O fator de qualidade (Δ ATR) foi criado para valorizar a cana-de-açúcar pela melhor pureza do caldo (Q). Esse rendimento será compartilhado por meio de fator adicionado ao ATR (kg/tc), a ser pago considerando a cana do produtor, por fundo agrícola, na quinzena, para a cana remunerada pelo ATR analisado ou pelo ATR Relativo.

O fator de qualidade devido ao diferencial de pureza (Δ Q) será aplicado somente quando o diferencial de pureza da matéria prima entregue pelo produtor for positivo, onde a letra grega delta “ Δ ” representa o diferencial.

4.10.1 Procedimento para cálculo do fator qualidade

A fórmula do fator de qualidade é dada por:

$$\Delta ATRq = \Delta Qq \times (0,1772 \times BCq - 0,2156) , \text{ onde:}$$

$$\Delta Qq = Qfq - Quq , \text{ onde:}$$

Qfq = pureza do caldo da cana do fundo agrícola do produtor na quinzena, calculada no flutuante, ou seja, com no mínimo dez casas decimais e expressa em relatório com duas casas decimais.

Quq = pureza do caldo de toda a cana entregue na quinzena (moagem total da usina incluindo cana de todas as origens, exceto a “Cana Energia”), determinada pela ponderação das purezas do caldo de toda cana de todos os fundos agrícolas entregues na quinzena, no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 (dez) casas decimais, com as respectivas quantidades entregues na quinzena; e expressa em relatório com duas casas decimais, conforme **item 5**,

de padronização dos cálculos:

$$BCq = Bq \times (1 - (0,01 \times Fq)) , \text{ onde:}$$

BCq = Brix médio quinzenal da cana do fundo agrícola entregue pelo produtor, calculado no flutuante, ou seja, com no mínimo dez casas decimais, e expresso em relatório com duas casas decimais.

Bq = Brix médio quinzenal do caldo da cana do fundo agrícola entregue pelo produtor (ponderado no flutuante, ou seja, com no mínimo dez casas decimais, e expressa em relatório com duas casas decimais).

Fq = fibra média quinzenal da cana do fundo agrícola entregue pelo produtor, calculada no flutuante, ou seja, com no mínimo dez casas decimais, e expressa em relatório com duas casas decimais.

Exemplos:

Considerando apenas uma quinzena de uma Unidade Industrial, com 3 Produtores e 5 Fundos agrícolas fictícios, representando produtores de diferentes origens (produtor independente, própria, acionista, parceria agrícola, spot etc.).

Dados quinzenais:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Fornecedor	Fundo Agrícola	Quinzena	Entregue	Analísada	Bq	Fq	Qfq	Pond Qfq (D x H)
2	1	1	1ª Julho	4.468,460	1.248,720	19,6436541265	11,5289877237	88,6077803875	395.940,3223504200
3	1	2	1ª Julho	747,992	238,333	20,6546546547	11,6892413213	87,2450327911	65.258,5865674706
4	1	3	1ª Julho	2.365,154	1.569,256	17,9515184131	12,4945321249	82,0238144792	193.998,9529108300
5	2	4	1ª Julho	4.256,854	3.254,658	18,6594591819	16,9017249321	79,5498044993	338.631,9034818690
6	3	5	1ª Julho	1.258,698	845,256	21,2315641894	10,9043915988	90,4266849743	113.819,8875237590
7	TOTAL / MÉDIA QUINZENA			13.097,158	7.156,223			84,5717561653	1.107.649,6528343500
8									
9									
10									
11									
12									

Quq
17 / D7

Exemplo 1

Produtor: 1 – Fundo agrícola: 1 – produtor independente

Qfq = 88,6077803875 (mínimo de 10 casas decimais)

Expresso em relatório: 88,61

Quq = 84,5717561653 (mínimo de 10 casas decimais)

Expresso em relatório: 84,57

$\Delta Qq = 88,6077803875 - 84,5717561653 = 4,0360242222$

Expresso em relatório: 4,04

Bq = 19,6436541265 (mínimo de 10 casas decimais)

Expresso em relatório: 19,64

Fq = 11,5289877237 (mínimo de 10 casas decimais)

Expresso em relatório: 11,53

$BCq = 19,6436541265 \times (1 - (0,01 \times 11,5289877237)) = 17,3789396538$
Expresso em relatório: 17,38

$\Delta ATRq = 4,0360242222 \times (0,1772 \times 17,3789396538 - 0,2156) = 11,5589639297$
Expresso em relatório: 11,56

Exemplo 2

Produtor: 2 – Fundo agrícola: 4 – produtor independente

$Qfq = 79,5498044993$ (mínimo de 10 casas decimais)
Expresso em relatório: 79,55

$Quq = 84,5717561653$ (mínimo de 10 casas decimais)
Expresso em relatório: 84,57

$\Delta Qq = 79,5498044993 - 84,5717561653 = -5,0219516660$
Expresso em relatório: -5,02

$Bq = 18,6594591819$ (mínimo de 10 casas decimais)
Expresso em relatório: 18,66

$Fq = 16,9017249321$ (mínimo de 10 casas decimais)
Expresso em relatório: 16,90

$BCq = 18,6594591819 \times (1 - (0,01 \times 16,9017249321)) = 15,5056887171$
Expresso em relatório: 15,51

Como $\Delta Qq \leq 0$, $\Delta ATRq = 0$

O Brix quinzenal da cana-de-açúcar (BCq) deverá ser apresentado no relatório demonstrativo quinzenal da unidade industrial.

O diferencial de pureza do caldo (ΔQq) deverá constar no relatório demonstrativo quinzenal da unidade industrial.

A pureza do caldo de toda cana entregue na quinzena (Quq) deverá ser incorporada no relatório demonstrativo quinzenal da unidade industrial.

O fator de qualidade ($\Delta ATRq$) deverá ser calculado e expresso com duas casas decimais e ser apresentado no relatório demonstrativo quinzenal da unidade industrial.

O $\Delta ATRq$ só será aplicado se for positivo, ou seja, para $\Delta Qq \leq 0$ considerar $\Delta ATRq = 0$.

4.10.2 Orientações sobre o prêmio associado à qualidade da matéria-prima

Quando a cana-de-açúcar colhida no fundo agrícola do produtor entregue na quinzena não for analisada, a quinzena é considerada prejudicada, conforme estabelecido no **item 9.1**. Neste caso para a quantificação do ΔATR atribui-se ao referido fundo agrícola a média ponderada quinzenal de todos os ΔATR positivos.

Para fins de faturamento da cana, o valor de ATR expresso na nota fiscal será o ATR pago (ATRpg), ou seja, o ATR relativo acrescido do $\Delta ATRq$ ou o ATR analisado acrescido do $\Delta ATRq$.

O ATR pago deverá, também, ser apresentado no relatório demonstrativo quinzenal da unidade industrial.

4.10.3 Vigência e aplicação do prêmio associado à qualidade da matéria-prima

O referido fator de qualidade é mandatório e foi implementado a partir da Safra 2019/2020.

O Fator Qualidade é aplicado para os contratos celebrados no âmbito do Sistema CONSECANA-SP.

Eventuais dúvidas ou esclarecimentos adicionais à implementação do prêmio associado à qualidade da matéria-prima deverão ser encaminhadas para a Diretoria do CONSECANA-SP, conforme regulamento da entidade.

5 Padronização dos cálculos

Todos os cálculos são realizados e ponderados separadamente por fundo agrícola.

O peso do carregamento (P) deve ser expresso em quilogramas (kg), sem casas decimais.

Todos os cálculos intermediários devem ser efetuados no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

O arredondamento, em todos os cálculos objetos do modelo CONSECANA-SP, consiste em adicionar uma unidade à última decimal especificada, caso a decimal seguinte esteja compreendida no intervalo de 5 a 9.

O brix refratométrico do caldo (B) deve ser expresso no mínimo com uma casa decimal.

A leitura sacarimétrica (LPb) a 20 °C e corrigida pela equação do clarificante utilizado deve ser expressa com duas casas decimais.

O peso do bolo úmido (PBU), por carregamento analisado, deve ser expresso no mínimo com uma casa decimal.

As médias diárias do brix do caldo (Bd), da leitura sacarimétrica corrigida (LPbd) e do peso do bolo úmido (PBUd) devem ser obtidas pela ponderação dos seus respectivos valores medidos com o peso do carregamento analisado e expressas com duas casas decimais arredondadas.

Exemplo média diária do brix do caldo (Bd):

$$Bd = \frac{(B1 \times P1 + B2 \times P2 + \dots + Bn \times Pn)}{(P1 + P2 + \dots + Pn)}$$

onde

B1, B2...Bn são as leituras de brix do caldo obtidas por carregamento analisado;

P1, P2...Pn são os pesos dos carregamentos analisados, expressas em quilogramas (kg);

Da mesma forma para LPbd e PBUd.

As médias quinzenais do brix do caldo (Bq), da leitura sacarimétrica corrigida (LPbq) e peso do bolo úmido (PBUq), devem ser obtidas pela ponderação das suas médias diárias com os pesos de todos os carregamentos entregues e expressas com duas casas decimais arredondadas.

Exemplo média quinzenal do brix do caldo (Bq):

$$Bq = \frac{(Bd1 \times Pd1 + Bd2 \times Pd2 + \dots + Bdn \times Pdn)}{(Pd1 + Pd2 + \dots + Pdn)}$$

onde,

Bd1, Bd2...Bdn são as leituras médias ponderadas diárias de brix do caldo;
Pd1, Pd2...Pdn são os pesos de todos os carregamentos entregues diariamente na quinzena.

Da mesma forma para LPbq e PBUq.

A média quinzenal de pol do caldo (Sq) é calculada a partir do LPbq e Bq, conforme a seguir, e expressa com duas casas decimais arredondadas.

$$Sq = LPbq \times (0,2605 - 0,0009882 \times Bq)$$

onde,

LPbq é a leitura sacarimétrica corrigida quinzenal ponderada no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais;

Bq é o brix do caldo quinzenal ponderado no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais;

A média quinzenal de pureza do caldo (Qq) é calculada a partir do Sq e Bq, conforme a seguir, e expressa em porcentagem com duas casas decimais arredondadas.

$$Qq = \frac{(Sq \times 100)}{Bq}$$

onde,

Sq é a pol do caldo quinzenal calculada no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais;

Bq é o brix do caldo quinzenal ponderado no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais;

A média quinzenal de fibra da cana (Fq) é calculada a partir do PBUq, conforme a seguir, e expressa com duas casas decimais arredondadas.

$$Fq = (0,08 \times PBUq) + 0,8760$$

onde,

PBUq é a média quinzenal ponderada do peso do bolo úmido no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

O coeficiente C quinzenal (Cq) é calculado a partir da Fq ou PBUq, conforme a seguir:

$$Cq = 1,0313 - 0,00575 \times Fq$$

ou

$$Cq = 1,02626 - 0,00046 \times PBUq$$

onde,

Fq é a fibra da cana quinzenal calculada no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

PBUq é a média quinzenal ponderada do peso do bolo úmido no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

A média quinzenal de pol da cana (PCq) é calculada a partir do Sq, Fq e Cq, conforme a seguir, e expressa com duas casas decimais arredondadas.

$$PCq = Sq \times (1 - (0,01 \times Fq)) \times Cq$$

onde,

Sq é a pol do caldo quinzenal calculada no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

Cq é o coeficiente C calculado no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

Fq é a fibra da cana quinzenal calculada no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

A média quinzenal do açúcar redutor do caldo (ARq) é calculado a partir da Qq, conforme a seguir, e expressa com duas casas decimais arredondadas.

$$ARq = 3,6410 - 0,0343 \times Qq$$

onde,

Qq é a pureza média do caldo calculada no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

A média quinzenal do açúcar redutor da cana (ARCq) é calculada a partir do ARq, Fq e Cq, conforme a seguir, e expressa com duas casas decimais arredondadas.

$$ARCq = ARq \times (1 - (0,01 \times Fq)) \times Cq$$

onde,

ARq é o açúcar redutor do caldo quinzenal calculado no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

Fq é a fibra da cana quinzenal calculada no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

Cq é o coeficiente C calculado no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

A média quinzenal do açúcar total recuperável (ATRq) é calculada a partir do PCq, ARCq e PI, conforme a seguir, e expressas com duas casas decimais arredondadas

$$ATRq = 10 \times PCq \times 1,05263 \times 0,915 + 10 \times ARCq \times 0,915$$

ou

$$ATRq = 9,6316 \times PCq + 9,15 \times ARCq$$

onde,

PCq é a pol da cana quinzenal calculada no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

ARCq é o teor de açúcares redutores da cana quinzenal calculado no flutuante, ou seja, com no mínimo 10 casas decimais.

O valor 1,05263 é o coeficiente estequiométrico para a conversão de pol em açúcares redutores.

O valor 0,915 é o coeficiente de recuperação para uma perda industrial (PI) de 8,5% determinada pelo CONSECANA-SP.

As médias ponderadas diárias e quinzenais do Fator K deverão ser calculadas pelas equações seguintes:

Diária:

$$Kd = \frac{(K1 \times P1 + K2 \times P2 + \dots + Kn \times Pn)}{(P1 + P2 + \dots + Pn)}$$

onde,

K1, K2,... Kn = fator K, por carregamento entregue.

P1, P2,... Pn = peso dos carregamentos entregues.

Quinzenal:

$$Kd = \frac{(Kd1 \times Pd1 + Kd2 \times Pd2 + \dots + Kdn \times Pdn)}{(Pd1 + Pd2 + \dots + Pdn)}$$

onde:

Kd1, Kd2,... Kdn = fator K diário.

Pd1, Pd2,... Pdn = peso diário entregue.

5.1 Quantificação da pureza do caldo de toda cana da unidade industrial (cana de produtores e cana própria da unidade industrial) na quinzena (Quq)

A média da pureza do caldo de toda a cana entregue na quinzena (moagem total da usina incluindo cana de todas as origens, exceto a “Cana Energia”) é determinada pela ponderação das purezas do caldo de toda cana de todos os fundos agrícolas entregues na quinzena, no flutuante, ou seja, com no mínimo dez casas decimais, com as respectivas quantidades entregues na quinzena; e expressa em relatório com duas casas decimais, conforme a seguir:

$$Quq = \frac{(Qq1 \times P1 + Qq2 \times P2 + \dots + Qqn \times Pn)}{(P1 + P2 + \dots Pn)}$$

onde,

Qq1, Qq2, ...Qqn são as purezas do caldo da cana de cada fundo agrícola entregue na quinzena;

P1, P2, ...Pn são os respectivos pesos totais da cana de cada fundo agrícola entregue na quinzena

5.2 Quantificação do ATR da unidade industrial na quinzena (ATRuq)

A média do ATR de toda a cana entregue na quinzena (moagem total da usina incluindo cana de todas as origens, exceto a “Cana Energia”) é determinada pela ponderação dos ATRs de toda cana de todos os fundos agrícolas entregues na quinzena, no flutuante, ou seja, com no mínimo dez casas decimais, com as respectivas quantidades entregues na quinzena; e expressa em relatório com duas casas decimais, conforme a seguir:

$$ATRuq = \frac{(ATRq1 \times P1 + ATRq2 \times P2 + \dots + ATRqn \times Pn)}{(P1 + P2 + \dots Pn)}$$

onde,

ATRq1, ATRq2, ...ATRqn são os ATRs da cana de cada fundo agrícola entregue na quinzena;

P1, P2, ...Pn são os respectivos pesos totais da cana de cada fundo agrícola entregue na quinzena.

5.3 Quantificação do ATR da unidade industrial na safra (ATRus)

A média do ATR de toda a cana entregue na safra (moagem total da usina incluindo cana de todas as origens, exceto a “Cana Energia”) é determinada pela ponderação dos ATRuqs de toda cana de todos os fundos agrícolas entregues, no período de 1 de abril à 30 de novembro, no flutuante, ou seja, com no mínimo dez casas decimais, com as respectivas quantidades entregues na quinzena; e expressa em relatório com duas casas decimais, conforme a seguir:

$$ATRus = \frac{(ATRuq1 \times Pq1 + ATRuq2 \times Pq2 + \dots + ATRuqn \times Pqn)}{(Pq1 + Pq2 + \dots Pqn)}$$

onde,

ATRuq1, ATRuq2, ...ATRuqn são os ATRuqs da cana de cada quinzena.
Pq1, Pq2, ...Pqn são os respectivos pesos totais da cana de cada quinzena.

5.4 Quantificação mensal de qualquer parâmetro (Brix do caldo, Pol do Caldo, Fibra da cana, Pureza do caldo, Pol da Cana, AR do caldo, AR da Cana, ATR, ATRr, ATRpg, etc.) por fundo agrícola

O cálculo de qualquer parâmetro mensal pode ser efetuado pela ponderação do parâmetro quinzenal, a exemplo da equação a seguir para o cálculo do ATR mensal, expresso com duas casas decimais arredondadas.

$$ATRm = \frac{(ATRq1 \times Pq1 + ATRq2 \times Pq2)}{(Pq1 + Pq2)}$$

onde

ATRm é a média mensal ponderada do ATR, no flutuante, com no mínimo dez casas decimais;

ATRq1 e ATRq2 são as médias ponderadas das quinzenas 1 e 2, no flutuante, com no mínimo dez casas decimais;

Pq1 e Pq2 são os totais do peso de cana entregue nas quinzenas 1 e 2.

5.5 Quantificação da safra de qualquer parâmetro (Brix do caldo, Pol do Caldo, Fibra da cana, Pureza do caldo, Pol da Cana, AR do caldo, AR da Cana, ATR, ATRr, ATRpg, etc.)

O cálculo de qualquer parâmetro da safra pode ser efetuado pela ponderação do parâmetro quinzenal, a exemplo da equação a seguir para o cálculo do ATR da safra, expresso com duas casas decimais arredondadas.

$$ATRs = \frac{(ATRq1 \times Pq1 + ATRq2 \times Pq2 + \dots + ATRqn \times Pqn)}{(Pq1 + Pq2 + \dots + Pqn)}$$

onde

ATRs é a média ponderada do ATR da safra, no flutuante, com no mínimo dez casas decimais;

ATRq1, ATRq2, ATRqn são as médias ponderadas das quinzenas 1,2,...n, no flutuante, com no mínimo dez casas decimais;

Pq1 e Pq2,...Pqn são os pesos totais de cana entregues nas quinzenas 1,2,...n.

6 Tratamento dos dados

Os dados de pesagem da cana e analíticos devem ser automatizados, devendo ficar à disposição do produtor de cana e da sua associação de classe, um comprovante impresso ou por via eletrônica, logo após o término de cada análise.

As informações, por viagem (unidade de transporte), movimentos diários, movimentos quinzenais e mensais contendo a quantidade e a qualidade da matéria-prima, deverão ser enviadas às Associações de Produtores e ao Sistema ATR.

O envio ao Sistema ATR deverá ser em tempo de forma automática, nos respectivos fechamentos, conforme descrito na Documentação do Sistema ATR disponível para download no site do CONSECANA-SP (www.consecana.com.br) no menu Publicações, item Materiais Complementares e também no site do Sistema ATR (www.sistemaatr.com.br). Em caso de dúvida ou problema entrar em contato pelo e-mail suporte@sistemaatr.com.br.

6.1 Dados por viagem

- data de movimento,
- produtor,
- fundo agrícola,
- certificado de pesagem,
- peso líquido (kg),
- data/hora de entrada,
- boletim de análise,
- clarificante,
- brix do caldo (B),
- leitura sacarimétrica original (Ls),
- leitura sacarimétrica corrigida (LPb),
- pbu (PBU)
- associação

6.2 Dados do movimento diário

- data de movimento,
- data de fechamento do movimento,
- atrus provisório,
- produtores,
- fundos agrícolas,
- viagens contendo:
 - produtor,
 - fundo agrícola,
 - certificado de pesagem,
 - data/hora de entrada,
 - peso bruto (kg),
 - peso tara (kg),
 - romaneio,
 - numero de queima,
 - data/hora de queima,
 - tempo de parada,
 - fator k,
 - boletim de analise,
 - clarificante,
 - brix do caldo (B),
 - leitura sacarimétrica original (Ls),
 - leitura sacarimétrica corrigida (LPb),
 - pbu (PBU),
 - pbs bruto*,
 - cesto*,
 - pbs líquido*,
 - número do talhão,

- tipo de colheita,
- forma de colheita,

* havendo pagamento pelo método de fibra Tanimoto

6.3 Dados do movimento quinzenal

- ano,
- mês,
- quinzena,
- produtor,
- fundo agrícola,
- cana entregue (kg),
- cana analisada (kg),
- brix do caldo quinzenal (Bq),
- leitura sacarimétrica corrigida quinzenal (LPbq),
- pbu quinzenal (PBUq),
- pbs* quinzenal (PBSq),
- pol do caldo quinzenal (Sq),
- fibra da cana quinzenal (Fq),
- pol da cana quinzenal (PCq),
- pureza do caldo quinzenal (Qq),
- ar da cana quinzenal (ARCq),
- ATR analisado (ATRfq),
- ATR da unidade industrial na quinzena (ATRUq),
- ATR da unidade industrial na safra (ATRU_s),
- ATR relativo (ATRr),
- fator k quinzenal (Fatorkq),
- ATR fator k (ATrk),
- Quantidade de ATR fator k,
- ATR relativo fator k (ATRrk),
- Quantidade de ATR relativo fator k,
- ATR pago (ATRpg),
- Brix da cana quinzenal (BCq),
- pureza da unidade industrial na quinzena (Quq),
- delta pureza (ΔQ),
- delta ATR (ΔATR) - fator qualidade
- ATR pago final (ATRpg final) – ATR pago com fator qualidade

* havendo pagamento pelo método da fibra Tanimoto

6.4 Dados do movimento mensal

- ano,
- mês,
- produtores,
- fundos agrícolas,
- dados mensais contendo:
 - produtor,
 - fundo agrícola,
 - cana recolhida (kg),
 - associação,

- número da taxa,
- valor da taxa,
- tipo (fornecimento ou ajuste)

7 Fatores para transformação dos produtos em ATR

Para o açúcar

A polarização dos açúcares brancos (ABMI e ABME) é igual a 99,7 °Z e a do açúcar VHP (AVHP), 99,3 °Z. Para transformá-los em açúcares redutores totais, ou seja, em ART, basta multiplicá-los pelo coeficiente estequiométrico 1,05263:

$$\text{ABMI e ABME: } 99,7 \times 1,05263 = 1,0495$$

$$\text{AVHP: } 99,3 \times 1,05263 = 1,0453$$

Exemplos:

$$50 \text{ kg de ABMI/ABME} \times 1,0495 = 52,475 \text{ kg de ART}^*$$

$$50 \text{ kg de AVHP} \times 1,0453 = 52,265 \text{ kg de ART}^*$$

* ART (açúcares redutores totais) não deve ser confundido com ATR (açúcares totais recuperáveis)

Para o etanol

O cálculo dos coeficientes parte da fórmula de Gay-Lussac, de transformação ideal dos monossacarídeos (glicose e frutose) em etanol:



Sendo a massa molar do monossacarídeo igual a 180 g/mol e a do etanol produzido, 92 g/mol (2x46), pode-se estabelecer a seguinte correlação:

$$\frac{180}{92} = \frac{1}{x} \rightarrow x = 0,5111 \text{ g}$$

Este valor representa a massa do etanol absoluto (100° INPM) resultante da fermentação de 1 g de monossacarídeo. Mas, para o etanol anidro, cujo grau é de 99,3° INPM, o resultado seria:

$$\frac{0,5111}{0,993} = 0,5147 \text{ g de etanol anidro}$$

isto é, de 1 g de monossacarídeo resultaria, idealmente, 0,5147 g de etanol anidro. Convertendo esta massa em volume, ter-se-á:

$$\frac{0,5147}{0,7915} = 0,6503 \text{ mL de etanol anidro}$$

onde 0,7915 é a sua massa específica a 20 °C.

Em termos práticos, para transformar o volume de etanol anidro em ATR (açúcares totais recuperáveis), tem-se que levar em conta o rendimento de fermentação (88,8%) e o da destilação (99,0%).

Logo:

$$0,6503 \times 0,888 \times 0,990 = 0,5717 \text{ mL de etanol anidro}$$

Se 1 g de monossacarídeo produz, praticamente, 0,5717 mL de etanol anidro, para se produzir 1 mL de etanol, tem-se:

$$\frac{1}{0,5717} = \frac{x}{1} \rightarrow x = \frac{1}{0,5717} \rightarrow x = 1,7492$$

que representa o coeficiente de transformação do etanol anidro em ATR (açúcares totais recuperáveis).

Portanto:

Fator de Conversão do etanol anidro para ATR = 1,7492 kg/L

Para o cálculo do fator do etanol hidratado, a sequência é semelhante, mudando-se, evidentemente, o valor da sua concentração (93,0° INPM) e da sua massa específica (0,8098):

$$\frac{180}{92} = \frac{1}{x} \rightarrow x = 0,5111 \text{ g}$$

$$\frac{0,5111}{0,930} = 0,5496 \text{ g de etanol hidratado}$$

$$\frac{0,5496}{0,8098} = 0,6786 \text{ mL de etanol hidratado}$$

Levando-se em conta o rendimento de fermentação e o de destilação: $0,6786 \times 0,888 \times 0,990 = 0,5966$ mL de etanol hidratado

A quantidade de monossacarídeo para se obter 1 mL de etanol hidratado de 93,0° INPM será:

$$\frac{1}{0,5966} = \frac{x}{1} \rightarrow x = 1,6761$$

que representa o coeficiente de transformação do etanol hidratado em ATR (açúcares totais recuperáveis).

Portanto:

Fator de Conversão do etanol hidratado para ATR = 1,6761 kg/L

Exemplos:

50 L de etanol anidro x 1,7492 kg/L = 87,46 kg de ATR

50 L de etanol hidratado x 1,6761 kg/L = 83,81 kg de ATR

A partir dos dados obtidos anteriormente, elaborou-se a Tabela resumo abaixo:

Produto	Unidade	Multiplicar por:
Açúcar branco	kg	1,0495
Açúcar VHP	kg	1,0453
Etanol anidro	L	1,7492
Etanol hidratado	L	1,6761

8 Formação do preço da cana-de-açúcar posta na esteira – exemplo

8.1 Dados conhecidos

8.1.1 Laboratório (análise da cana)

Os dados quinzenais de PCq, Pureza (Qq) e Fibra (Fq) devem estar no flutuante, ou seja, com no mínimo dez casas decimais, conforme **item 5**, padronização de cálculos:

PCq = 14,5909142866 ; Pureza (Qq) = 82,8218903996 e Fibra (Fq) = 12,8120000000

8.1.2 Produção da Unidade Industrial – coluna (1)

Açúcar Branco Mercado Interno (ABMI)	= 6.000 t
Açúcar Branco Mercado Externo (ABME)	= 4.000 t
Açúcar VHP (AVHP)	= 10.000 t
Etanol Anidro Combustível (EAC)	= 5.000 m3
Etanol Hidratado Combustível (EHC)	= 6.000 m3
Etanol Anidro Industrial (EAI)	= 1.500 m3
Etanol Hidratado Industrial (EHI)	= 1.300 m3
Etanol Anidro Exportação (EAE)	= 1.000 m3
Etanol Hidratado Exportação (EHE)	= 1.200 m3

8.1.3 Preços do kg de ATR (divulgados pelo CONSECANA-SP) – coluna (5)

ABMI	=	R\$ 0,8542
ABME	=	R\$ 0,8493
AVHP	=	R\$ 0,7713
EAC	=	R\$ 0,6971
EHC	=	R\$ 0,6645
EAI	=	R\$ 0,7321
EHI	=	R\$ 0,6758
EAE	=	R\$ 0,6919
EHE	=	R\$ 0,7049

8.2 Cálculos

8.2.1 Açúcares Redutores da Cana (ARC)

- $ARC = (3,6410 - 0,0343 \times Q) \times (1 - 0,01 \times F) \times (1,0313 - 0,00575 \times F)$
- $ARC = 0,6681260883 \%$

8.2.2 Açúcares Totais Recuperáveis (ATR)

- $ATR = 9,6316 \times PC + 9,15 \times ARC$
- $ATR = 146,6472037514 \text{ kg/t}$

A partir dos dados obtidos anteriormente, elaborou-se a Tabela seguinte:

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Produto	Fator	ATR (t)	%	ATR R\$/kg	
ABMI - t	6.000	1,0495	6.297,0000000000	13,0335297228	0,8542
ABME - t	4.000	1,0495	4.198,0000000000	8,6890198152	0,8493
AVHP - t	10.000	1,0453	10.453,0000000000	21,6356179439	0,7713
EAC - m ³	5.000	1,7492	8.746,0000000000	18,1024695817	0,6971
EHC - m ³	6.000	1,6761	10.056,6000000000	20,8151492791	0,6645
EAI - m ³	1.500	1,7492	2.623,8000000000	5,4307408745	0,7321
EHI - m ³	1.300	1,6761	2.178,9300000000	4,5099490105	0,6758
EAE - m ³	1.000	1,7492	1.749,2000000000	3,6204939163	0,6919
EHE - m ³	1.200	1,6761	2.011,3200000000	4,1630298558	0,7049
Total			48.313,8500000000	100,0000000000	0,7411448440

Onde,

- (1) são as produções da Unidade Industrial
- (2) são os fatores de transformação dos produtos em kg de ATR
- (3) são as quantidades de ATRs equivalentes de cada produto
- (4) são os percentuais de produção e comercialização de cada produto
- (5) são os preços dos produtos divulgados pelo CONSECANA-SP

8.2.3 Cálculo da Quantidade de ATR equivalente – coluna (3)

Coluna 3 = Coluna 1 x Coluna 2

8.2.4 Participação de cada produto no total de ATR produzido – coluna (4)

ABMI =	6.297,0000000000	/	48.313,8500000000	=	13,0335297228	%
ABME =	4.198,0000000000	/	48.313,8500000000	=	8,6890198152	%
AVHP =	10.453,0000000000	/	48.313,8500000000	=	21,6356179439	%
EAC =	8.746,0000000000	/	48.313,8500000000	=	18,1024695817	%
AHC =	10.056,6000000000	/	48.313,8500000000	=	20,8151492791	%
EAI =	2.623,8000000000	/	48.313,8500000000	=	5,4307408745	%
EHI =	2.178,9300000000	/	48.313,8500000000	=	4,5099490105	%
EAE =	1.749,2000000000	/	48.313,8500000000	=	3,6204939163	%
EHE =	2.011,3200000000	/	48.313,8500000000	=	4,1630298558	%

8.2.5 Cálculo do preço médio ponderado do kg de ATR (VATR)

Média ponderada = $0,8542 \times 13,0335297228 \% + 0,8493 \times 8,6890198152 \% + \dots + 0,7049 \times 4,1630298558 \% = \text{R\$ } 0,7411448440$

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

$VTC = VATR \times ATR$

$VTC = \text{R\$ } 0,7411 \times 146,65 = \text{R\$ } 108,68/t$

Onde,

VATR é o preço médio ponderado do kg do ATR, conforme expresso, arredondado com 4 (quatro) casas decimais

ATR são os açúcares totais recuperáveis, conforme expresso, arredondado com 2 (duas) casas decimais

9 Acompanhamento do sistema

Os representantes credenciados pelas associações de classe dos produtores de cana podem acompanhar todos os procedimentos, conforme a seguir:

- entrega da cana e verificação da calibração da balança de pesagem das cargas;
- amostragem das cargas;
- preparo e homogeneização das amostras;
- condições ambientais e operacionais do laboratório, bem como os procedimentos analíticos;
- consistência da coleta dos dados da balança de pesagem, do laboratório e do processamento desses dados.

É permitido aos representantes das associações de classe dos produtores de cana, retirar amostras de cana ou de caldo, para fins de comparações de resultados entre laboratórios de avaliação da qualidade da cana-de-açúcar.

Quando se constatar a ocorrência de qualquer irregularidade na aplicação destes procedimentos, as associações de classe têm direito de requerer uma ação corretiva imediata por parte do laboratório e, caso isto não ocorra, esta deve ser comunicada por escrito ao CONSECANA-SP, devendo diante dos fatos relatados e no âmbito de suas atribuições, analisar e emitir parecer sobre o assunto.

Não é permitida a anulação de análises, sem a prévia concordância entre a unidade industrial e o representante da associação de classe dos produtores, exceto quando ocorrer algum fato que impossibilite a análise da cana na ausência do representante da associação de classe.

9.1 Interrupção operacional do sistema

Na hipótese de ocorrer defeito nos equipamentos de amostragem ou de análise, de forma a prejudicar a média da quinzena, considera-se a média de todos os produtores para o pagamento da cana entregue na quinzena em questão ou outro critério a ser acordado entre a unidade industrial e a associação de produtores de cana.

A média quinzenal é prejudicada quando ocorre interrupção das análises por período superior a três dias consecutivos.

9.2 Registros

O laboratório deve manter um livro de registro de ocorrências e das ações corretivas e preventivas a serem tomadas, onde devem ser anotadas as anormalidades nos trabalhos e os prazos para a sua solução, com o conhecimento e assinaturas de ambas as partes.

9.3 Teste interlaboratorial para comparação de resultados de amostras de cana preparada

O teste interlaboratorial é um procedimento padrão para a coleta de amostras de cana-de-açúcar preparada para análise em laboratórios diferentes (Unidades Industriais e Associações de Produtores) e comparação de resultados de Brix, leitura sacarimétrica, PBU, e demais parâmetros calculados: fibra, pol do caldo, pol da cana, pureza do caldo, açúcares redutores da cana, e ATR para avaliar se os resultados estão dentro dos limites esperados.

Metodologia:

1. Amostragem:

Para a comparação de resultados entre cinco laboratórios, amostrar no mínimo 10 kg de cana de uma carga aleatória no caso de laboratórios de usinas ou um feixe de cana com o mesmo peso no caso de laboratórios de associações. Caso for necessário comparar mais ou menos do que cinco laboratórios, a quantidade de amostra deverá ser aumentada ou diminuída proporcionalmente.

2. Preparo das amostras:

- Desintegrar e homogeneizar a amostra, conforme **item 3.1.1**.
- Coletar 5 subamostras, com no mínimo 2,0 kg cada, em sacos plásticos e armazená-las adequadamente em uma caixa de isopor. Encaminhá-las no menor espaço de tempo possível, uma subamostra para cada laboratório a ser comparado.
- Definir o horário em que as subamostras deverão ser analisadas para eliminar o efeito da variável tempo nos resultados (fenômeno da decantação do caldo na amostra).

3. Prensagem e determinações analíticas:

- Ao receber sua subamostra, cada laboratório deve homogeneizá-la manualmente no horário pré-estabelecido;
- Pesar 3 subamostras de $(500 \pm 0,5)$ g;
- Prensar as três repetições a pressão de 250 kgf/cm² durante 1 minuto;
- Determinar o PBU, Brix e leitura sacarimétrica.

4. Cálculos:

O técnico da associação de produtores deve coletar todos os dados de Brix, leitura sacarimétrica e PBU, de todos os laboratórios e lançá-los em planilha Excel (modelo anexo) e calcular:

- Fibra, pol do caldo, pol da cana, pureza, açúcares redutores da cana e ATR para cada repetição;
- Média aritmética total dos 15 resultados (mt), desvio padrão (s), coeficiente de variação (cv), limite inferior (LI), limite superior (LS) de: Brix, leitura sacarimétrica, PBU, fibra, pol do caldo, pol da cana, pureza, açúcares redutores da cana e ATR;

Onde:

- $cv = s/mt \times 100 (\%)$;
- $LI = mt - 2s$;
- $LS = mt + 2s$;

- Média aritmética das 3 repetições para cada laboratório de: Brix, leitura sacarimétrica, PBU, fibra, pol do caldo, pol da cana, pureza, açúcares redutores da cana e ATR;

5. Avaliação dos resultados:

É esperado que todos os resultados médios de cada laboratório de Brix, leitura sacarimétrica, peso do bolo úmido, fibra, pol do caldo, pol da cana, pureza, açúcares redutores e ATR fiquem na faixa estabelecida entre o respectivo limite inferior (LI) e superior (LS), com nível de confiança de 95 %. Caso isso não ocorra em dois testes consecutivos, é necessário verificar no laboratório em questão se a determinação do referido parâmetro tem alguma não conformidade.

Planilha de cálculo (disponível para download no site do CONSECANA-SP (www.consecana.com.br) no menu Publicações, item Materiais Complementares)

Controle de Qualidade dos Laboratórios
Data: 09/11/2018

USINAS	BRIX	Lsac	P. B. U	FIBRA	S	PC	Q	ARC	ATR
LAB A	20,60	76,27	141,60	12,20	18,44	15,56	89,51	0,48	154,26
	20,60	75,62	141,40	12,19	18,28	15,43	88,74	0,50	153,19
	20,60	76,30	146,60	12,60	18,45	15,46	89,56	0,48	153,30
LAB B	20,26	75,00	141,28	12,18	18,16	15,33	89,63	0,48	152,04
	20,50	76,43	142,33	12,26	18,49	15,59	90,20	0,46	154,37
	20,68	76,78	142,88	12,31	18,56	15,63	89,75	0,47	154,84
LAB C	20,61	75,15	141,90	12,23	18,17	15,33	88,16	0,52	152,41
	20,68	75,84	136,50	11,80	18,33	15,58	88,64	0,51	154,73
	20,74	76,11	132,90	11,51	18,39	15,71	88,67	0,51	155,98
LAB D	20,86	78,08	140,99	12,16	18,86	15,93	90,41	0,46	157,64
	20,86	77,91	138,01	11,92	18,82	15,96	90,22	0,46	157,93
	20,86	77,76	139,00	12,00	18,78	15,90	90,03	0,47	157,44
LAB E	20,75	77,43	140,51	12,12	18,71	15,81	90,17	0,46	156,48
	20,67	77,10	141,30	12,18	18,64	15,74	90,18	0,46	155,81
	20,76	77,11	141,02	12,16	18,63	15,73	89,74	0,48	155,90
M.T.1	20,6687	76,5927	140,5480	12,1213	18,5140	15,6460	89,5740	0,4800	155,0880
S	0,1513	0,9363	2,9904	0,2379	0,2178	0,1978	0,6777	0,0200	1,8016
C.V (%)	0,7318	1,2225	2,1277	1,9625	1,1766	1,2641	0,7566	4,1667	1,1617
LI	20,3662	74,7200	134,5672	11,6456	18,0783	15,2504	88,2186	0,4400	151,4848
LS	20,9712	78,4654	146,5288	12,5971	18,9497	16,0416	90,9294	0,5200	158,6912

Médias	BRIX	Lsac	P. B. U	FIBRA	S	PC	Q	ARC	ATR
LAB A	20,6000	76,0633	143,2000	12,3300	18,3900	15,4833	89,2700	0,4867	153,5833
LAB B	20,4800	76,0700	142,1633	12,2500	18,4033	15,5167	89,8600	0,4700	153,7500
LAB C	20,6767	75,7000	137,1000	11,8467	18,2967	15,5400	88,4900	0,5133	154,3733
LAB D	20,8600	77,9167	139,3333	12,0267	18,8200	15,9300	90,2200	0,4633	157,6700
LAB E	20,7267	77,2133	140,9433	12,1533	18,6600	15,7600	90,0300	0,4667	156,0633
MÉDIA	20,6687	76,5927	140,5480	12,1213	18,5140	15,6460	89,5740	0,4800	155,0880

10 Materiais, equipamentos e reagentes homologados pelo CONSECANA-SP para a avaliação da qualidade da cana-de-açúcar

Especificação	Modelo	Fabricante	Aprovação
Clarificante de caldo		Finquímica	Circular s/n – 17/10/2011
Clarificante de caldo		Onibras	Circular s/n – 21/03/2011
Clarificante de caldo		Própria usina	Circular nº 13/18 – 20/08/2018
Clarificante de caldo		Quimatec	Circular nº 16/09 – 15/03/2010
Clarificante de caldo		Química Real	Circular nº 07/19 – 04/07/2019
Clarificante de caldo		Solenis	Circular nº 08/20 – 28/08/2020
Celite Hyflo Supercel		Vários	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Celite nuclear 545		Vários	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Celite Perfiltro 443		Vários	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Cloreto de alumínio, p.a. Pur.Min. = 90%		Vários	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Extrator, para Índice de Preparo		Vários	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Fluitec M10 e M30		Vários	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Hidróxido de cálcio, p.a., Pur.Min. =95%		Vários	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Lixiviador, para Ind.de Preparo		Vários	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Misturador para pós, de tambor		Vários	Circular nº 05/07 – 18/06/2007

Especificação	Modelo	Fabricante	Aprovação
Balanças de todas as marcas desde que homologadas pelo INMETRO e que atendam as Normas do CONSECANA (**).			
Balança semi-analítica	AS 2000	Marte	Ato IAA 14/87 – I.S. 01/87
Balança analítica	AB 204	Mettler-Toledo	Circular nº 10/10 – 20/09/2009
Balança analítica	AL 204	Mettler-Toledo	Circular nº 10/10 – 20/09/2010
Balança semi-analítica	PB 1501	Mettler-Toledo	Circular nº 10/10 – 20/09/2010
Balança semi-analítica	PB 1502	Mettler-Toledo	Circular nº 10/10 – 20/09/2010
Balança semi-analítica	PB 3001	Mettler-Toledo	Circular nº 10/10 – 20/09/2010
Balança semi-analítica	PB 3002	Mettler-Toledo	Circular nº 10/10 – 20/09/2010
Balança semi-analítica	PB 4002	Mettler-Toledo	Circular nº 10/10 – 20/09/2010
Balança semi-analítica	PB 5001	Mettler-Toledo	Circular nº 10/10 – 20/09/2010
Balança semi-analítica	PB 602	Mettler-Toledo	Circular nº 10/10 – 20/09/2010

Especificação	Modelo	Fabricante	Aprovação
Desintegrador	D-2500-II	Dedini/Codistil	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Desintegrador	DCE-2600	Engehidro	Circular nº 08/04 – 22/11/2004
Desintegrador	DM-540	Irbi	Circular nº 15/05 – 06/03/2006
Desintegrador	TH-2500(*)	Penha	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Desintegrador	THU-5200(*)	Penha	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Desintegrador	SG-500	Sueg	Circular nº 07/17 – 17/07/2017
Homogeneizador	SG-HA500	Sueg	Circular nº 15/18 – 20/08/2018
Homogeneizador	HM-250	Irbi	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Homogeneizador	HHA 250	Irbi	Circular nº 13/20 – 16/11/2020

Especificação	Modelo	Fabricante	Aprovação
Sonda Amostradora Horizontal sobre trilhos	TAO I	Dedini/Codistil	Circular nº 17/02 – 31/03/2003
Sonda Amostradora Horizontal sobre trilhos	TA II	Dedini/Codistil	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Sonda Amostradora Horizontal sobre trilhos	TA	Conger	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Sonda Amostradora Oblíqua	TAO - 01	Dedini/Codistil	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Sonda Amostradora Oblíqua	TAO - 02	Dedini/Codistil	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Sonda Amostradora Oblíqua	FB-06	Irbi	Circular nº 03/08 – 19/05/2008
Sonda Amostradora Oblíqua	SO-04M	Motocana	Circular nº 17/03 – 05/04/2004
Sonda Amostradora Oblíqua	EM17	RBK	Circular nº 28/18 – 17/12/2018
Sonda Amostradora Oblíqua	FB - 06	Irbi	Circular nº 03/08 – 19/05/2008
Sonda Amostradora Horizontal sobre trator	TAS (*)	Santal	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Coroa de sonda amostradora	SOH	Stap-Bussola	Circular nº 15/12 – 15/02/2013
Serra de fita para coroa de sonda	Cod. 40520157	Starret	Circular nº 15/07 – 17/03/2008

Especificação	Modelo	Fabricante	Aprovação
Unidade de Filtração por pressão	AutoFilt Z	Schmidt+Haensch	Circular nº 08/18 – 11/06/2018

Especificação	Modelo	Fabricante	Aprovação
Refratômetro	RDA 2500 (*)	Acatec	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Refratômetro	RDA 8500	Acatec	Ato IAA 14/87 – I.S. 01/87
Refratômetro	RDA 9000	Acatec	Circular nº 06/08 – 21/07/2008
Refratômetro	Abbemat 200	Anton Paar	Circular nº 18/12 – 25/02/2013
Refratômetro	Abbemat 300/350	Anton Paar	Circular s/n – 19/09/2011
Refratômetro	Abbemat 3000/3100/3200	Anton Paar	Circular nº 06/18 – 11/06/2018
Refratômetro	Abbemat 500/550	Anton Paar	Circular s/n – 19/09/2011
Refratômetro	RX 5000	Atago	Circular s/n – 20/06/2011
Refratômetro	RX 5000a	Atago	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Refratômetro	RX 5000i	Atago	Circular s/n – 20/06/2011
Refratômetro	RX 5000i Plus	Atago	Circular s/n – 20/06/2011
Refratômetro	Smart-1	Atago	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Refratômetro	RFM 712	Bellingham-Stanley	Circular nº 02/07 -16/04/2007
Refratômetro	Abbemat	Anton Paar	Circular nº 08/10 – 16/08/2010
Refratômetro	Abbemat (*)	Dr Kernchen	Circular nº 02/07 – 16/04/2007
Refratômetro	Mark II	Leica	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Refratômetro	RM 40	Mettler-Toledo	Circular nº 10/10 – 20/09/2010
Refratômetro	RM 50	Mettler-Toledo	Circular nº 10/10 – 20/09/2010
Refratômetro	RX 40	Mettler-Toledo	Circular nº 10/10 – 20/09/2010
Refratômetro	AR 60	Reichert	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Refratômetro	J 47	Rudolph	Circular s/n – 15/10/2012
Refratômetro	J 57	Rudolph	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Refratômetro	ATR C-110	Schmidt+Haensch	Circular s/n – 15/10/2012
Refratômetro	ATR C-100	Schmidt+Haensch	Circular s/n – 15/10/2012
Refratômetro	ATR-BR e ATR-F	Schmidt+Haensch	Circular nº 05/18 – 11/06/2018
Refratômetro	ATR-ST	Schmidt+Haensch	Circular s/n – 27/02/2012
Refratômetro	L	Schmidt+Haensch	Ato IAA 14/87 – I.S.01/88
Refratômetro	RE 1000 (*)	Sistema(*)	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Refratômetro	RE 1100 (*)	Sistema(*)	Ato IAA 14/87 – I.S. 01/87

Especificação	Modelo	Fabricante	Aprovação
Espectrômetro	FT-NIR MATRIX-F	Bruker	Circular nº 19/18 – 17/09/2018
Espectrômetro	TANGO-T	Bruker	Circular nº 22/18 – 17/09/2018
Espectrômetro	NIR-Online	BUCHI	Circular nº 20/18 – 17/09/2018
Espectrômetro	NIRFlex N-500	BUCHI	Circular nº 21/18 – 17/09/2018
Espectrômetro	AutoNIR-4000	Spectral Solutions	Circular nº 27/18 – 30/11/2018
Espectrômetro	NIR-4000	Spectral Solutions	Circular nº 16/17 – 18/12/2017
Espectrômetro	XDS - RLA	FOSS	Circular nº 12/17 – 06/11/2017
Espectrômetro	SYSII 5000	FOSS	Circular nº 12/17 – 06/11/2017
Espectrômetro	SYII 6500	FOSS	Circular nº 12/17 – 06/11/2017
Espectrômetro	FOSS NIR PROFOSS	FOSS	Circular nº 01/20 – 24/04/2020
Espectrômetro	DS2500	FOSS	Circular nº 12/19 – 21/10/2019
Espectrômetro	DS 2500 Liquid	FOSS	Circular nº 15/21 – 29/03/2022
Espectrômetro	FOSS NIR PROFOSS 2	FOSS	Circular nº 17/23 – 26/04/2024
Espectrômetro	DS2500L Metrohm	FOSS	Circular nº 05/24 – 15/07/2024
Espectrômetro	NIRS Analyzer PRO Metrohm	FOSS	Circular nº 06/24 – 15/07/2024

Especificação	Modelo	Fabricante	Aprovação
Prensa Hidráulica	PH 45 -II	Codistil - Dedini	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Prensa Hidráulica	ASAMA	Asama	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Prensa Hidráulica	45 T (*)	Santal	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Prensa Hidráulica	PHE 45	Engehidro	Circular nº 18/05 – 17/04/2006
Prensa Hidráulica	PHS 250	Hidaseme	Circular nº 20/05 – 17/04/2006

Especificação	Modelo	Fabricante	Aprovação
Célula de carga	MP 1	STAP	Circular nº 19/05 – 17/04/2006
Célula de carga	MP 2	STAP	(***)
Célula de carga	CHS - 050	Hidaseme	Circular nº 21/05 – 17/04/2006
Célula de carga	CCE 45	Engehidro	Circular nº 05/07 – 18/06/2007

Especificação	Modelo	Fabricante	Aprovação
Sacarímetro	DAS 4000	Acatec	Circular nº 02/07 – 16/04/2007
Sacarímetro	DAS 2500	Acatec	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Sacarímetro	Sucromat MCP 200	Anton Paar	Circular nº 07/10 – 16/08/2010
Sacarímetro	Sucromat MCP 250	Anton Paar	Circular nº 07/10 – 16/08/2010
Sacarímetro	Sucromat MCP 300	Anton Paar	Circular nº 07/10 – 16/08/2010
Sacarímetro	Sucromat MCP 500	Anton Paar	Circular nº 07/10 – 16/08/2010
Sacarímetro	Sac-i	Atago	Circular s/n – 17/09/2012
Sacarímetro	ADS 420	Bellingham-Stanley	Circular nº 02/07 – 16/04/2007
Sacarímetro	RFM 712	Bellingham-Stanley	Circular nº 02/07 – 16/04/2007
Polarímetro	Propol (*)	Anton Paar	Circular nº 08/10 – 16/08/2010
Polarímetro	Propol (*)	Dr Kernchen	Circular nº 02/07 – 16/04/2007
Sacarímetro	Sucromat (*)	Anton Paar	Circular nº 08/10 – 16/08/2010
Sacarímetro	Sucromat (*)	Dr Kernchen	Circular nº 02/07 – 16/04/2007
Sacarímetro	Saccharomat	Micronal	Ato IAA 14/87 – I.S. 01/87
Sacarímetro	Autopol 589	Rudolph	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Sacarímetro	Autopol 880	Rudolph	Circular nº 09/18 – 11/06/2018
Sacarímetro	Polartronic N 101	Schmidt +Haensch	Circular s/n – 15/10/2012
Sacarímetro	NHZ	Schmidt+Haensch	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Sacarímetro	NIR-W2	Schmidt+Haensch	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Sacarímetro	NNIR-W2	Schmidt+haensch	Circular nº 05/07 – 18/06/2007
Sacarímetro	Polartronic N100	Schmidt+Haensch	Circular s/n – 15/10/2012
Sacarímetro	Saccharomat 101	Schmidt+Haensch	Circular s/n - 15/10/2012
Sacarímetro	Saccharomat 103	Schmidt+Haensch	Circular s/n – 15/10/2012
Sacarímetro	Saccharomat 202	Schmidt+Haensch	Circular s/n – 15/10/2012
Sacarímetro	Saccharomat N101	Schmidt+Haensch	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Sacarímetro	Sugarmatic II(*)	Sistema	Circular nº 13/05 – 20/02/2006
Sacarímetro	Auto Pol I	Rudolph	Circular nº 12/22 – 07/12/2022
Sacarímetro	MCP 5300 Sucromat	Anton Paar	Circular nº 08/24 – 12/08/2024
Sacarímetro	MCP 4100 Sucromat	Anton Paar	Circular nº 08/24 – 12/08/2024
Polarímetro	Polartronic M	Schmidt+Haensch	Circular nº 05/22 – 07/07/2022
Polarímetro	Polartronic V	Schmidt+Haensch	Circular nº 05/22 – 07/07/2022

(*) Fora de fabricação.

(**) Conforme **item 3.1.3.1**.

(***) Equipamento equivalente ao MP 1 com manômetro digital.

APROCAN