



AgEcon SEARCH

RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



AValiaÇÃO DA SISTEMÁTICA DE CÁLCULOS PARA EFEITO DE PAGAMENTO DE CANA PELOS AÇÚCARES TOTAIS RECUPERÁVEIS (ATR) NOS ESTADOS DO RIO DE JANEIRO, ESPÍRITO SANTO E SÃO PAULO

JOSÉ AUGUSTO BRUNORO COSTA; NIRALDO JOSÉ PONCIANO; PAULO MARCELO SOUZA;

UENF

CAMPOS - RJ - BRASIL

ponciano@uenf.br

PÔSTER

Estrutura, Evolução e Dinâmica dos Sistemas Agroalimentares e Cadeias Agroindustriais

Título

Avaliação da sistemática de cálculos para efeito de pagamento de cana pelos açúcares totais recuperáveis (ATR) nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e São Paulo

Grupo de Pesquisa:

Estrutura, Evolução e Dinâmica dos Sistemas Agroalimentares e Cadeias Agroindustriais

Resumo

O objetivo deste trabalho foi comparar a forma de avaliação da qualidade da cana-de-açúcar nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo. O sistema de pagamento de cana pelos açúcares totais recuperáveis – ATR, implantado em São Paulo foi adotado pelos demais estados, mas a dinâmica da adequação dos parâmetros deve ser reavaliada frequentemente. No estado do Rio de Janeiro, para a maior parte das comparações, a quantidade de ATR na cana foi inferior, indicando o menor valor no preço da tonelada de cana de fornecedores.

Palavras-chaves: Máximo 5

Agroindústria canavieira, pagamento de cana, açúcares totais recuperáveis, cana-de-açúcar, perdas industriais.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

Abstract

The objective of this study was to compare the quality evaluation of sugar cane in Rio de Janeiro, São Paulo and Espírito Santo states. The sugar cane payment system by recoverable total sugar – RTS, implanted in São Paulo was adopted by the other states, but the dynamic of adequacy of the parameters must be frequently reevaluated. In Rio de Janeiro state, for most comparisons, the quantity of RTS in sugar cane was inferior, indicating the lower value in sugar cane grower's price.

Key Words: Máximo 5

sugar cane agro-industry, sugar cane payment, recoverable total sugar, sugar cane, industrial lost

1. Introdução

A cana-de-açúcar é a principal matéria-prima empregada pela indústria mundial de açúcar. A beterraba, menos competitiva, restringe-se ao mercado doméstico dos países de clima desfavorável ao cultivo da gramínea. A cana é também a matéria-prima mais competitiva na indústria mundial de etanol por via fermentativa, ficando o milho na segunda posição.

Com poucas exceções como Índia e Fiji, a remuneração da cana em todo mundo é feita com base na sua qualidade (LMC, 1997). Embora tenha sido implantado na Austrália há mais de um século, o pagamento de cana pela qualidade foi introduzido no Brasil somente em 1978 no estado de Alagoas e até meados da década de 1980 nos principais estados produtores de cana (COSTA, 2001).

Nesse primeiro sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose a vigorar no Brasil, conhecido como PCTS, em cada unidade da federação o valor da tonelada de cana era obtido quando se comparava a cana analisada com uma cana padrão (OLIVEIRA et al., 1983). A cana padrão, as equações para a determinação do ágio ou deságio sobre o preço básico bem como o próprio preço da tonelada de cana eram determinados pelo governo federal em ato específico publicado pelo Instituto do Açúcar e do Alcool – IAA.

A intervenção estatal no setor sucroalcooleiro se fez presente até o início da década de 1990, com a desregulamentação do setor (BARROS & MORAES, 2002). Com a liberação dos preços da cana pelo governo federal, os produtores de cana e industriais de São Paulo constituíram um grupo técnico denominado Consecana, um conselho formado por representantes de fornecedores de cana e de industriais para desenvolver uma nova sistemática de pagamento de cana (Consecana, 2002). Criou-se então, em 1998, o pagamento de cana pelos açúcares totais recuperáveis – ATR¹(VIAN

¹ ATR não é o mesmo que ART. Os açúcares redutores totais – ART representam a soma dos açúcares redutores (glicose e frutose) com a sacarose convertida em açúcar redutor (AR). O fator de conversão

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

& QUINTINO, 2007). Nesse novo sistema, onde o preço final da matéria-prima depende dos preços de venda dos produtos comercializados, o fornecedor de cana-de-açúcar passou a expor-se aos riscos do mercado (BURNQUIST, 1999; SACHS, 2007).

Nesses 30 anos de implantação do pagamento de cana pela qualidade no Brasil, a metodologia analítica para apuração do valor da tonelada de cana não sofreu mudança significativa, a despeito da extinção do IAA e conseqüentemente das comissões regionais de pagamento de cana. O sistema ATR manteve os mesmos parâmetros tecnológicos do sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose (PCTS) até então vigente: peso do bolo (bagaço) úmido, leitura sacarimétrica e brix. A principal mudança na forma de pagamento de cana ocorreu na sistemática de cálculos para a determinação do valor da tonelada de cana a partir dos resultados analíticos efetuados no momento da recepção das cargas.

O objetivo desse trabalho é descrever como o sistema Consecana implantado em São Paulo foi adaptado para os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo e fazer uma análise comparativa da apuração da qualidade e da remuneração da cana de fornecedores nesses três estados.

2. Materiais e métodos

O trabalho descreve a sistemática adotada para a apuração da qualidade e do valor da tonelada de cana segundo a metodologia Consecana-SP. Em concomitância apresenta metodologia aplicada nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Neste último, a descrição refere-se a uma única unidade industrial, localizada no sul do estado e cujas características quanto ao perfil do produtor e a usina são semelhantes às do estado do Rio de Janeiro.

2.1. Determinação da qualidade da cana

Deste a sua implantação no Brasil em 1978 o sistema de pagamento de cana pela qualidade é composto basicamente pelas fases de: pesagem da carga; coleta, preparo e análise da amostra e cálculo do valor da tonelada de cana.

Ao chegar à unidade industrial o veículo previamente identificado se dirige à balança de cargas onde é pesado. Após o desembarque da cana o veículo é novamente pesado para se determinar a sua tara. A diferença entre o peso bruto inicial e sua tara fornece o peso líquido da cana entregue. Cada carregamento recebe na balança um boletim de análise (BA) com a mesma numeração do certificado de pesagem (CP). O CP, que contém toda a identificação do fornecedor e o peso líquido da cana entregue, permanece na balança. O BA segue com o veículo que será amostrado para efeito de análise.

A amostragem pode ser feita por sonda horizontal ou inclinada. A amostragem por sonda horizontal é feita em 3 (três) vãos consecutivos na diagonal sorteados aleatoriamente. Em cada perfuração, o cilindro da sonda, que possui uma coroa dentada

estequiométrico de sacarose em AR é igual a 1,05263. Os açúcares totais recuperáveis - ATR representam os açúcares redutores totais - ART menos as perdas industriais.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

na extremidade, deve penetrar o máximo possível, cerca de 1,20 m, na carga de cana pela lateral do veículo. Os toletes de cana, com cerca de 20 cm, são ejetados por um pistão, formando uma subamostra. A amostra composta, formada pelas 3 (três) subamostras, é transferida para um desfibrador tipo forrageira. A cana desintegrada é homogeneizada manualmente ou mecanicamente, em betoneiras, e em seguida uma amostra é enviada juntamente com o BA ao laboratório para ser analisada. A amostragem por sonda inclinada é feita em um único ponto, a partir de cima da carga e recolhe uma quantidade correspondente as três subamostras da sonda horizontal.

No laboratório pesa-se uma amostra de 500 g da cana desfibrada e homogeneizada e a transfere para uma prensa hidráulica onde ela é submetida a uma pressão constante de 250 kgf/cm² (24,5 MPa) durante o período de um minuto. A parte fibrosa resultante da prensagem é pesada para fornecer o peso do bolo (bagaço) úmido (PBU). Com o caldo extraído pela prensa são feitos dois ensaios para a determinação do brix² e da pol do caldo³. Os três resultados obtidos no laboratório, PBU, brix e pol, servem de base para a apuração da qualidade da cana para fins de pagamento.

Cumpra salientar que essa metodologia empregada, desde a seleção de cargas até a análise é a mesma em todo o país. A maior diferença que se verifica entre as unidades da federação diz respeito aos critérios de cálculos aplicados para apuração do valor da tonelada de cana.

2.2. Determinação do valor da tonelada de cana

A determinação do valor da tonelada de cana (VTC) pelo sistema ATR se dá mediante o produto do preço médio ponderado do ATR (VATR) pela quantidade média ponderada de ATR apurada na quinzena (QATR).

$$VTC = VATR \times QATR \quad \text{eq. 1}$$

Onde:

VTC = valor em real de uma tonelada de cana posta na esteira da unidade industrial;

VATR = preço médio ponderado em real de um quilograma de ATR determinado para todo o estado;

QATR = Quantidade média quinzenal ponderada de ATR apurada na cana fornecida, em quilograma por tonelada de cana.

² Brix é a porcentagem em massa dos sólidos totais solúveis numa solução. O brix é determinado diretamente no equipamento denominado refratômetro. Como exemplo, ao se dissolver 10 g de sacarose e 5 g de cloreto de sódio em água suficiente para formar 100 g de solução, a concentração dessa solução será de 15 graus brix.

³ Pol é a porcentagem em massa de sacarose aparente numa solução. A pol é obtida partir da leitura sacarimétrica (LS) do caldo previamente clarificado. Um sacarímetro é um polarímetro calibrado para fornecer a leitura de 100°Z (Zucker) para uma solução contendo 26 gramas de sacarose dissolvidas em 100 mL de solução. Portanto, para se obter a pol do caldo a partir da leitura sacarimétrica deve-se conhecer a densidade do caldo, que pode ser obtido a partir do valor do brix: $pol = \frac{LS \times 0,26}{d}$.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

A quantidade média de ATR (QATR) é determinada a partir da média quinzenal ponderada dos resultados tecnológicos obtidos nas análises, PBU, brix e LS empregados na determinação dos seguintes parâmetros:

Pol do caldo (S)

A pol do caldo extraído (S) é calculada por:

$$S = LS \times (0,2605 - 0,0009882 \times B) \quad \text{eq. 2}$$

Onde:

LS = leitura sacarimétrica obtida com o clarificante subacetato de chumbo e corrigida para 20°C;

B = brix % do caldo corrigido para 20°C.

Quando for usado mistura clarificante à base de alumínio, a leitura sacarimétrica deverá ser corrigida para:

$$LS = 1,00621 \times LA1 + 0,05117 \quad \text{eq. 3}$$

onde:

LA1 = leitura sacarimétrica obtida com a mistura clarificante à base de alumínio

Pol da cana (PC)

A pol da cana (PC) é calculada por meio da seguinte expressão:

$$PC = S \times (1 - 0,01 \times F) \times C \quad \text{eq. 4}$$

Onde:

F = fibra industrial da cana, calculada em função da massa, em gramas, do material fibroso residual da prensagem da amostra (bolo úmido):

$$F_{SP} = 0,08 \times PBU + 0,876 \quad \text{eq. 5}$$

$$F_{RJ} = 0,1926 \times PBU - 15,39 \quad \text{eq. 6}$$

$$F_{ES} = 0,15528 \times PBU - 8,015 \quad \text{eq. 7}$$

PBU = peso do bolo úmido (g)

C = coeficiente de transformação da pol do caldo extraído em pol do caldo absoluto, calculado em função do peso do bolo úmido:

$$C_{SP} = 1,02626 - 0,0046 \times PBU \quad \text{eq. 8}$$

$$C_{RJ} = 1,0154 - 0,0005 \times PBU \quad \text{eq. 9}$$

$$C_{ES} = 1,0154 - 0,0005 \times PBU \quad \text{eq. 10}$$

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

Açúcares redutores do caldo (AR_{caldo})

Os açúcares redutores do caldo (AR_{caldo}) são calculados pela equação de correlação obtida entre a pureza do caldo (Q) e os açúcares redutores analisados.

$$AR_{\text{caldo SP}} = 3,641 - 0,0343 \times Q \quad \text{eq. 11}$$

$$AR_{\text{caldo RJ}} = 9,9408 - 0,1049 \times Q \quad \text{eq. 12}$$

$$AR_{\text{caldo ES}} = 4,5193 - 0,04457 \times Q \quad \text{eq. 13}$$

Q = pureza aparente do caldo. É, por definição, a relação percentual entre a pol do caldo (S) e o brix (B):

$$Q = S / B \times 100 \quad \text{eq. 14}$$

Açúcares redutores da cana (AR)

A transformação do AR_{caldo} em açúcares redutores da cana (AR) se faz pela seguinte expressão:

$$AR = AR_{\text{caldo}} \times (1 - 0,01 \times F) \times C \quad \text{eq. 15}$$

Quantidade de açúcares totais recuperáveis (QATR)

$$QATR = 10 \times (1-P) \times (1,052632 \times PC + AR) \quad \text{eq. 16}$$

Onde:

10 = fator de conversão de porcentagem para tonelada;

1,052632 = fator estequiométrico de conversão de pol em açúcares redutores;

P = Perdas industriais (%);

A equação de cálculo da quantidade de açúcares totais recuperáveis (QATR) pode ser simplificada com a substituição das respectivas perdas industriais (%) adotadas em cada estado: 9,5% em São Paulo, 12,0% no Espírito Santo e 15,95% no Rio de Janeiro. Assim:

$$QATR_{\text{SP}} = 9,253 \times PC + 9,05 \times AR \quad \text{eq. 17}$$

$$QATR_{\text{RJ}} = 8,8474 \times PC + 8,405 \times AR \quad \text{eq. 18}$$

$$QATR_{\text{ES}} = 9,2632 \times PC + 8,80 \times AR \quad \text{eq. 19}$$

Nos estados de São Paulo e Espírito Santo, a critério da unidade industrial, a cana entregue após os tempos estabelecidos (T) pode sofrer um desconto (K) a ser aplicado sob o valor do ATR:

$$K_{\text{SP}} = 1 - (H-T_{\text{SP}}) \times 0,002 \quad \text{eq. 20}$$

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

$$K_{ES} = 1 - (H - T_{ES}) \times 0,002$$

eq. 21

Onde:

K = fator de desconto aplicado ao ATR em decorrência do tempo de queima;

H = tempo, em horas, da respectiva queima;

T_{SP} = 72 h entre o início da moagem e 31 de agosto e 60 h a partir de setembro até o final da moagem;

T_{ES} = 80 h do início ao final da moagem.

Preço do ATR (VATR)

O preço médio de 1 kg de ATR (VATR) é calculado a partir:

- das quantidades e preços de todos os produtos comercializados nos mercados interno e externo, quer sejam: açúcar branco e VHP, álcool anidro e álcool hidratado;
- dos fatores de conversão dos produtos em ART;
- da participação da matéria-prima nos preços dos produtos acabados.

O mix de produção e os preços dos produtos são levantados pela Esalq – Escola Superior e Agricultura “Luiz de Queiroz” no Estado de São Paulo; pela Fapur - Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro no Estado do Rio de Janeiro e na própria unidade industrial no estado do Espírito Santo. Os preços são apurados considerando-se o valor presente e livre dos impostos, tributos, taxas e fretes; trazidos como preços a vista, sem quaisquer acréscimos financeiros, ou seja, na condição PVU. Os valores médios ponderados destes produtos são convertidos em quilogramas de ART, conforme fatores de conversão previamente determinados.

Transformação dos produtos em açúcares redutores totais - ART

Açúcar branco em ART

O fator de conversão de 1 kg de açúcar branco com polarização de 99,7°Z e 0,04% de umidade equivale a 1,0495 kg de ART:

$$\frac{0,997 \text{ kg sacarose}}{1 \text{ kg açúcar branco}} \times \frac{100 \text{ kg ART}}{95 \text{ kg sacarose}} = \frac{1,0495 \text{ kg ART}}{1 \text{ kg açúcar branco}}$$

Açúcar VHP em ART

O fator de conversão de 1 kg de açúcar VHP com polarização de 99,3° S equivale a 1,0453 kg de ART:

$$\frac{0,993 \text{ kg sacarose}}{1 \text{ kg açúcar VHP}} \times \frac{100 \text{ kg ART}}{95 \text{ kg sacarose}} = \frac{1,0453 \text{ kg ART}}{1 \text{ kg açúcar VHP}}$$

Álcool anidro em ART



O fator de conversão de 1 litro de álcool anidro a 99,3° INPM equivale a 1,7651 kg de ART nos estados de São Paulo e do Espírito Santo. O inverso do fator corresponde a 0,56654 L de álcool anidro a 99,3° INPM produzido a partir de 1 kg de ART. O valor 0,56654 é o rendimento global da destilaria e é obtido pelo produto dos rendimentos teórico (65,03%); prático (88,0%) e de destilação (99%).

Para o cálculo do rendimento teórico tem-se que 1 kmol (180 kg) de ART produz 2 kmols (2 x 46 = 92 kg) de etanol e que a massa específica do álcool anidro a 99,3° INPM é 0,7915 kg/L. Então: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_6H_5OH + 2 CO_2$

$$\frac{2 \times 46 \text{ kg e tan ol}}{180 \text{ kg ART}} \times \frac{100 \text{ kg álcool anidro}}{99,3 \text{ kg e tan ol}} \times \frac{1 \text{ L álcool anidro}}{0,7915 \text{ kg álcool anidro}} = \frac{0,6503 \text{ kg álcool anidro}}{1 \text{ kg ART}}$$

Os rendimentos prático e de destilação são estabelecidos por consenso entre as representações de classe. No estado do Rio de Janeiro o rendimento prático mantém-se em 85,5% como era nos dois estados. Portanto, o fator de conversão de 1 litro de álcool anidro a 99,3° INPM equivale a 1,8169 kg de ART no estado do Rio de Janeiro:

$$\frac{1}{0,6503 \times 0,855 \times 0,99} = \frac{1}{0,5504} = \frac{1,8169 \text{ kg ART}}{1 \text{ L álcool anidro}}$$

Álcool hidratado em ART

O fator de conversão de 1 litro de álcool hidratado a 93,0° INPM equivale a 1,6913 kg de ART nos estados de São Paulo e do Espírito Santo e a 1,7409 kg de ART no estado do Rio de Janeiro. A diferença deve-se ao rendimento prático de 85,5% considerado para este estado contra 88% nos demais.

Para o cálculo do rendimento teórico tem-se que a massa específica do álcool hidratado a 93,0° INPM é 0,8098 kg/L. Então:

$$\frac{2 \times 46 \text{ kg e tan ol}}{180 \text{ kg ART}} \times \frac{100 \text{ kg álcool hidratado}}{93,0 \text{ kg e tan ol}} \times \frac{1 \text{ L álcool hidratado}}{0,8098 \text{ kg álcool hidratado}} = \frac{0,6786 \text{ kg álcool hidratado}}{1 \text{ kg ART}}$$

Tabela 1 - Fatores de conversão de produtos em ART, segundo o rendimento prático de fermentação.

Produtos	Rendimento prático (%)	
	85,5	88,0
Açúcar branco	1,0495	1,0495
Açúcar VHP	1,0453	1,0453
Álcool anidro	1,8169	1,7651
Álcool hidratado	1,7409	1,6913

Fonte: elaborada pelo autor

Participação da matéria-prima nos preços dos produtos

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

A participação do custo médio da cana-de-açúcar em relação ao custo médio dos produtos é determinada por consenso entre as partes podendo ser apurada por instituição independente.

Tabela 2 - Participação do custo médio da matéria-prima no custo dos produtos, segundo os estados.

Produto	Participação (%)		
	ES	RJ	SP
Açúcar	58,00	58,3150	59,50
Álcool Anidro	61,70	59,6434	62,10
Álcool Hidratado	61,70	61,5036	62,10

Fonte: elaborada pelo autor

2.3. Mudanças no sistema ATR

Açúcares redutores do caldo (AR): A equação 12 em vigor no estado do Rio de Janeiro foi primeiramente adotada nos três estados. Posteriormente os estados de São Paulo e do Espírito Santo substituíram-na pelas equações 11 e 13, respectivamente.

Fibra industrial e Coeficiente C: os estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro mantêm as mesmas equações originais desde a implantação do sistema ATR. No estado de São Paulo a equação 22 foi substituída pela equação 5 e a equação 23 foi substituída pela equação 8 .

$$F = 0,152 \times \text{PBU} - 8,367 \quad \text{eq. 22}$$

$$C = 1,0794 - 0,000874 \times \text{PBU} \quad \text{eq. 23}$$

A partir da safra 2005/2006 ocorreram as seguintes modificações no estado de São Paulo:

Perdas industriais: redução de 12% para 9,5%;

Eficiência de fermentação: aumento de 85,5 para 88%. Como consequência o fator de conversão de álcool anidro para ATR mudou de 1,8169 para 1,7651 e o de álcool hidratado, de 1,7409 para 1,6913;

Participação da Matéria-prima nos preços dos produtos:

Açúcar: de 56,80% para 59,50%

Álcool anidro e hidratado: de 61,20% e 61,70%, respectivamente, para o mesmo valor 62,10%;

Implantação do ATR relativo.



SOBER

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural



3. Resultados e discussões

Para a determinação da quantidade de ATR (QATR) na cana foram usados nesse trabalho os dados médios ponderados da safra 2007/08 de uma unidade industrial estudada. Os resultados provenientes dos ensaios são: peso do bolo úmido (PBU) = 150,31 g; brix do caldo = 19,58% e leitura sacarimétrica do caldo clarificado com subacetato de chumbo (LS) = 71,47°Z. Considerou-se que não houve fornecimento de cana com tempo de queima superior a 60 h. Portanto, não houve aplicação do fator de desconto K. A tabela 3 apresenta para cada estado as quantidades de ATR e os demais parâmetros calculados conforme as equações 1 a 16.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

Tabela 3 – Quantidade de ATR por estado segundo um mesmo ensaio analítico.

Parâmetro	Símbolo	Unidade	ES	RJ	SP
Brix do caldo	B	%	19,58	19,58	19,58
Leitura sacarimétrica	LS	°Z	71,47	71,47	71,47
Peso do bolo úmido	PBU	g	150,31	150,31	150,31
Pol do caldo	Pol	%	17,24	17,24	17,24
Pureza do caldo	Q	%	88,02	88,02	88,02
Fibra da cana	F	%	15,33	13,56	12,91
Coefficiente C	C	-	0,9402	0,9402	0,9571
Pol da cana	PC	%	13,7217	14,0078	14,368
AR do caldo	AR _{caldo}	%	0,5961	0,7071	0,6218
AR da cana	AR _{cana}	%	0,4746	0,5747	0,5183
Perdas industriais	P	%	12,00%	15,95%	9,50%
Quantidade de ATR	QATR	kg/tc	131,28	128,76	141,56

Fonte: elaborada pelo autor

O maior valor apurado para a quantidade de ATR (QATR) foi no estado de São Paulo em detrimento ao menor para o estado do Rio de Janeiro. A amplitude de QATR (141,56 – 128,76 = 12,80) multiplicada pelo preço de 1 kg de ATR, arbitrado em R\$0,30, representa uma diferença expressiva de R\$3,84 por tonelada de cana. Dentre os parâmetros de cálculo de QATR, as perdas industriais exercem a maior influência sob a diferença encontrada para os dois estados. Caso os demais parâmetros fossem idênticos, as perdas resultariam numa amplitude de 10,09 kg de ATR, a fibra industrial em 1,09; o coeficiente C em 2,49 e os açúcares redutores do caldo, AR, em -0,644 kg de ATR. Então, para o exemplo dado, o parâmetro AR é o único que contribui para diminuir a diferença nas quantidades de ATR entre os estados do Rio de Janeiro e São Paulo.

3.1. Perdas industriais

As perdas industriais ocorrem desde o início da recepção da cana e aumentam consideravelmente nas indústrias que ainda estocam canas nos depósitos. Apesar de ocorrer em todas as seções do processo de fabricação, as perdas na água de lavagem, no bagaço e na torta de filtro são as que se sobressaem quantitativamente. As demais perdas industriais geralmente são computadas como perdas indeterminadas.

A quantificação dos açúcares totais recuperáveis – QATR é feita descontando-se as perdas LBTI (lavagem, bagaço, torta e indeterminadas) dos açúcares redutores totais conforme a equação 16 (FERNANDES, 2000). Na implantação do sistema ATR pelo Consecana adotou-se o valor das perdas industriais do sistema PCTS usadas na determinação da pol % da cana padrão - PC_p.



Para o cálculo da PC_p é necessário primeiramente considerar o rendimento industrial (RI) para a região em questão. De acordo com os rendimentos históricos apurados pelo Instituto do Açúcar e do Alcool - IAA, tem-se que em toda a Região Centro-Sul, $RI = 94$ kg de açúcar cristal *standard* por tonelada de cana, com exceção do estado do Rio de Janeiro, onde $RI = 86$ kg açúcar por tonelada de cana. No Nordeste, o rendimento industrial, RI, é igual a 88 kg açúcar por tonelada de cana.

Partindo-se de um rendimento de 94 kg, deve-se multiplicar o seu valor por 0,993, que corresponde à polarização de 99,3% de açúcar: $94 \times 0,993 = 93,342$ kg. Ainda estipulado pelo IAA, na Resolução nº06/78, tem-se que, da produção de um saco de 60 kg de açúcar cristal *standard* resultam 23,65 kg de mel final, contendo 55% de açúcares redutores totais, ART, sendo ainda que 75% da quantidade de ART devem-se à sacarose original da cana e o restante aos açúcares também presentes na cana, ou seja: $23,65 \times 0,55 \times 0,75 = 9,7556$ kg de ART devidos à sacarose que são retidos no mel final ao se produzir um saco de 60 kg. Convertendo-se ART em sacarose e com rendimento 94 kg, tem-se: $9,7556 \times \frac{342}{360} \times \frac{94}{60} = 14,523$ kg de sacarose retidos no mel final e somados à sacarose ensacada: $14,523 + 93,342 = 107,865$, obtém-se a quantidade de sacarose, em kg, que entra na seção de cozimento. A esse valor, devem-se incorporar as perdas industriais (PI), determinadas em pesquisas, para finalmente obter a PC_p conforme apresentado na expressão abaixo:

$$PC_p = \frac{1}{1 - PI/100} \times 107,865 \quad \text{eq. 24}$$

Para o levantamento das perdas industriais no estado de São Paulo foram consideradas as perdas na água de lavagem (1,5%), na extração (8,0%), na torta de filtro (0,5%) e as indeterminadas (2,0%), totalizando 12%. Substituindo o valor das perdas na equação 24, obteve-se o PC padrão igual a 12,257%, que foi adotado em São Paulo:

$$PC_p = \frac{1}{1 - 12/100} \times 107,865 = 122,57 = 12,257\% \quad \text{eq. 25}$$

No estado do Espírito Santo, seguindo a mesma metodologia, o valor de PC padrão adotado foi de 12,3% que corresponde à aplicação consensual de perdas industriais iguais a 12,3%.

As perdas LBTI no estado do Rio de Janeiro foram quantificadas em 13,04% por Gonçalves (1983) apud Costa (2001) e assim distribuídas: Lavagem (1,5%), bagaço (8,0%), torta de filtro (0,5%) e indeterminadas (2,0%). Entretanto, na implantação do sistema de PCTS no estado do Rio de Janeiro, em 1984, considerou-se uma perda industrial de 14%, e com o rendimento industrial do Estado (86 kg/tc), obteve-se o valor da pol % cana (PC) padrão, igual a 11,475%. A PC padrão foi posteriormente modificada para 11,741%. A alteração não se deveu ao aumento no valor das perdas industriais, e sim, à mudança na referência do rendimento industrial, de 86 kg/tc para o rendimento de 88 kg/tc determinado a partir dos dados de produção coletados no IAA (COSTA, 2001).

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

Tabela 4: Determinação da pol % cana padrão (PCp) em função da variação das perdas LTBI e do rendimento industrial.

Parâmetro	São Paulo	Espírito Santo	Rio de Janeiro	
Rendimento Industrial (kg/tc)	94	94	86	88
Perdas industriais (%)	12,00	12,30	14,00	14,00
PC padrão (%)	12,257	12,30	11,475	11,741

Fonte: elaborada pelo autor

Com a mudança de sistema de PCTS para ATR, os estados do Espírito Santo e São Paulo adotaram o mesmo valor perda industrial (12%) para a determinação da quantidade de ATR. Portanto, esses dois estados iniciaram o sistema ATR com a mesma equação 19 para o cálculo de QATR. No estado do Rio de Janeiro adotou-se o valor de 15,95% para as perdas industriais. Esse valor foi obtido a partir do PC padrão igual a 11,741% e rendimento industrial igual a 86 kg/tc. Como consequência, o valor de QATR no estado do Rio de Janeiro é o mais baixo dentre os três estados, devido ao maior valor das perdas industriais adotadas.

A quantificação prática das perdas e eficiências nas indústrias canavieiras é complexa, morosa e pouco representativa. A forma encontrada pelo estado de São Paulo para determinar as perdas industriais foi efetuar um balanço de massa de ATR, considerando que os produtos convertidos em ATR mais as perdas no processo equivalem ao total de ATR que entra no processo. As perdas industriais (9,5%) foram então obtidas a partir dos dados médios ponderados da qualidade da cana de fornecedores e da produção de açúcar e álcool entre as safras 2001/02 e 2005/06 (SILVA, 2008; SILVA JUNIOR, 2008). Essa mesma metodologia foi aprovada para o estado do Espírito Santo levando-se em conta as médias ponderadas das 3 últimas safras, da safra 2005/06 à safra 2007/08. As informações iniciais indicam que as perdas devem cair de 12% para próximo de 10%.

A diminuição de um ponto percentual nas perdas industriais resulta num aumento médio de 1,5 kg na quantidade de ATR apurada. Tomando-se por base preço de 1 kg de ATR igual a R\$0,30 resulta num incremento de R\$0,45 no valor da tonelada de cana. Em um milhão de toneladas de cana, a capacidade de moagem de uma boa usina, o ganho é de R\$450.000,00.

3.2. Fibra industrial da cana

Para a extração do caldo na análise direta da cana-de-açúcar usa-se no Brasil o método da prensa hidráulica, que consiste na prensagem de uma massa conhecida de cana previamente desintegrada, sob condições de alta pressão, durante um determinado tempo pré-estabelecido. Este método apresenta como vantagens a rapidez, a não diluição do caldo e a menor variação nas repetições. Permite ainda obter o valor da fibra industrial através de uma equação de regressão entre o peso do bolo úmido e a fibra da cana. No início da implantação do sistema de PCTS, o estado de São Paulo adotou a equação de cálculo da fibra industrial como 9,28% do peso do bolo úmido. No estado

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

do Rio de Janeiro, como 10% do peso do bolo úmido. Posteriormente foram adotadas equações de regressão linear utilizando os pares de dados de fibra e peso do bolo úmido coletados em pesquisas. O estado de São Paulo faculta às unidades industriais a determinação direta da fibra da cana pelo método de Tanimoto, consoante os procedimentos descritos no manual técnico (CONSECANA, 2006).

A fibra industrial abrange a fibra botânica juntamente com as impurezas mineral e vegetal que acompanham a cana industrial. Portanto, a variação no valor de fibra deve-se quase que exclusivamente à presença de impurezas já que as variedades de cana mais fibrosas como a Co331 foram substituídas por novas variedades quando se implantou o pagamento de cana pela qualidade.

A tabela 5 apresenta os valores de fibra em função do peso do bolo úmido (PBU) nos estados estudados. As duas colunas para o estado de São Paulo (SP₁ e SP₂) reportam os dados da antiga e da atual equação em vigor, respectivamente. Verifica-se que a primeira equação (eq. 22) apresentava coeficientes semelhantes aos das equações dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (eq. 6 e 7).

Tabela 5 – Fibra industrial (%) da cana por estado, segundo a variação do peso do bolo úmido (PBU), em gramas.

PBU (g)	RJ	ES	SP ₁	SP ₂
120	7,7	10,6	9,9	10,5
140	11,6	13,7	12,9	12,1
160	15,4	16,8	16,0	13,7
180	19,3	19,9	19,0	15,3
200	23,1	23,0	22,0	16,9
220	27,0	26,1	25,1	18,5

Fonte: elaborada pelo autor

Tomando-se como referência o estado do Rio de Janeiro e os dados tecnológicos deste trabalho, verifica-se que a diminuição de 1g no PBU representa um aumento médio de 0,35 kg na quantidade de ATR apurada. Ao preço arbitrado de R\$0,30/kg ATR resulta num incremento de R\$0,105/tc. A redução de 5 g na média do PBU resulta no ganho de R\$525.000,00 por milhão de toneladas de cana.

Segundo Veiga (2006) uma das particularidades do fornecimento de cana na Região Norte Fluminense é a presença dos “compradores de cana-de-açúcar” que se encarregam da colheita e entrega da cana-de-açúcar à usina. Isso explica em grande parte os valores médios elevados de impurezas nas canas fornecidas, acima de 160 g de PBU nas 3 últimas safras, entre 2005/06 e 2007/08 (ASFLUCAN, 2007; ASFLUCAN, 2008). Uma alternativa proposta pela associação de fornecedores local para minimizar o teor de matéria estranha na cana consiste em compartilhar com o pessoal da colheita e transporte os ganhos oriundos da eventual redução das impurezas. No estado do Espírito Santo é concedida uma premiação para os operadores de embarcadeiras cujas

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

cargas médias mensais permaneçam abaixo de 0,8% de impurezas minerais (CPC-UPA/COAFOCANA, 2007). No estado de São Paulo foi implantado o projeto cana limpa que envolve desde a capacitação dos cortadores de cana ao controle rigoroso das impurezas.

O teor de impurezas nas cargas de cana no estado do Rio de Janeiro representa o maior efeito sobre o valor da tonelada de cana dentre os estados estudados. Isso porque o estado adota a equação de cálculo da fibra com o maior coeficiente angular. Logo, naquele estado a quantidade de ATR apurada (QATR) é mais sensível à variação de PBU, conforme se observa na tabela 5. Analisando as equações 5, 6 e 7, verifica-se que para valores de PBU acima de 197,6 g, a fibra industrial no estado do Rio de Janeiro supera a dos demais estados, enquanto que para valores de PBU abaixo de 144,5 g, a fibra no estado do Rio de Janeiro é sempre menor.

3.3. Coeficiente C

O coeficiente C é o fator de transformação da pol do caldo extraído pela prensa em pol do caldo absoluto, calculado em função do peso do bolo úmido, de acordo com as equações 8, 9 e 10, respectivamente para os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Esses dois últimos estados usam a mesma equação, originada de uma pesquisa em comum.

A influência do coeficiente C na quantidade de ATR é, assim como a fibra industrial, inversamente proporcional ao teor de matéria estranha.

3.4. Açúcares redutores do caldo

A despeito da inconveniente presença dos açúcares redutores no processo de cristalização da sacarose, eles são fermentescíveis e podem ser convertidos em produtos comercializáveis como os álcoois anidro e hidratado. Por essa razão, de forma pioneira no mundo, o sistema ATR de pagamento de cana remunera os monossacarídeos presentes na cana.

Os açúcares redutores do caldo (AR_{caldo}) são calculados por meio de uma equação de regressão linear obtida entre a pureza do caldo (Q) e os açúcares redutores analisados. O estado de São Paulo adotou inicialmente a equação 12 obtida por Fernandes (1999) que foi também usada nos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. Este é o único que a mantém, enquanto que o estado do Espírito Santo a substituiu pela equação 13, obtida por Isejima et al (2002) e São Paulo a substituiu pela equação 11, além de facultar às unidades industriais a determinação direta dos açúcares redutores pelo método de Lane & Eynon, conforme descrito no manual técnico (CONSECANA, 2006).

Semelhante ao efeito das impurezas na determinação da fibra, a pureza⁴ do caldo da cana no estado do Rio de Janeiro resulta no maior impacto sobre o valor da tonelada

⁴ Pureza do caldo não tem relação direta com impurezas da cana. Trata-se da relação percentual entre açúcar aparente (pol) e sólidos totais dissolvidos (brix). É, portanto, uma medida do grau de maturação da cana.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

de cana dentre os estados estudados. Logo, naquele estado a quantidade de ATR apurada (QATR) é mais sensível à variação da pureza do caldo, conforme se observa na tabela 6. Analisando as equações 11, 12 e 13, verifica-se que para valores de pureza do caldo abaixo de 89,23 %, o valor de AR_{caldo} supera o dos demais estados, enquanto que para valores acima de 89,86 %, o valor de AR_{caldo} no estado do Rio de Janeiro é sempre inferior.

Tabela 6 – Açúcares redutores do caldo da cana por estado, segundo a variação da pureza do caldo.

Pureza caldo (%)	$AR_{\text{caldo-RJ}}$	$AR_{\text{caldo-ES}}$	$AR_{\text{caldo-SP}}$
80	1,55	0,95	0,90
84	1,13	0,78	0,76
88	0,71	0,60	0,62
92	0,29	0,42	0,49
96	-0,13	0,24	0,35

Fonte: elaborada pelo autor

3.5. A qualidade da cana

A Tabela 7 apresenta para os três estados a qualidade da cana apurada pelo antigo e atual sistema de pagamento de cana. Verifica-se que pelo extinto sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose – PCTS, a qualidade apurada para uma amostra de cana padrão no Estado do Rio de Janeiro era superior à apurada nos estados do Espírito Santo e São Paulo a partir dos mesmos resultados analíticos (Costa, 2001). Com a implantação da sistemática de pagamento pelo ATR ocorre uma inversão nos valores da remuneração da cana. Essa inversão decorre principalmente pelo elevado valor de perdas industriais adotada no estado do Rio de Janeiro.

Os resultados analíticos apresentados nas três primeiras linhas fornecem 0,0% de ágio, respectivamente para os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo, sobre o valor da tonelada de cana tabelado pelo governo no antigo sistema PCTS. Em cada exemplo, no estado do Rio de Janeiro o ágio (%) é superior aos demais. Analisando os mesmos resultados analíticos pelo sistema ATR verifica-se que a quantidade de ATR nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo é semelhante e ligeiramente inferior ao do estado de São Paulo. Ainda sob a ótica do sistema ATR, verifica-se nas três últimas linhas a influências da pureza do caldo e do PBU na quantidade de ATR apurada. O valor de QATR no estado do Rio de Janeiro supera o do Espírito Santo quando a cana possui pureza e PBU baixos. Por outro lado, quando a pureza e o PBU são elevados, o valor de QATR no estado do Rio de Janeiro é o menor dentre os estados comparados.



Tabela 7 – Qualidade da cana medida pelo sistema ATR e pelo antigo sistema PCTS, por estado estudado, segundo a característica da cana.

Resultados analíticos			Sistema ATR			Sistema PCTS			Característica da cana	
Brix (%)	LS (°Z)	PBU (g)	QATR (kg/tc)			Ágio/deságio (%)			Pureza	PBU
			ES	RJ	SP	RJ	SP	ES		
17,09	58,83	147,4	111,9	111,8	120,1	0,0	-4,5	-6,6	Padrão	Padrão
17,56	60,57	140,6	116,7	116,8	124,4	4,7	0,0	-2,5	Padrão	Padrão
17,79	61,41	135,3	119,6	119,9	126,9	7,6	2,7	0,0	Padrão	Padrão
17,56	60,57	220,0	95,8	92,5	111,0	-17,1	-20,1	-19,9	Padrão	Alto
16,56	60,57	220,0	94,8	89,7	110,2	-12,0	-15,2	-15,0	Alta	Alto
18,56	60,57	120,0	123,5	126,64	128,8	3,8	-1,0	-4,1	Baixa	Baixo

Fonte: elaborada pelo autor

4. Conclusões

Um dos efeitos da desregulamentação do setor sucroalcooleiro ocorrido no final da década de 1990 foi a criação do Consecana em São Paulo que substituiu o sistema de pagamento de cana PCTS pelo sistema ATR. Enquanto existia a intervenção federal no setor, os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo encontravam-se relativamente protegidos da concorrência na comercialização de açúcar álcool produzidos em São Paulo. Os fornecedores de cana mantinham garantidos, de certa forma, seus custos de produção devido ao tabelamento de preços da matéria-prima.

Com a extinção do IAA e por consequência, das comissões regionais de pagamento de cana, a ele subordinadas, os estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo não conseguiram montar estrutura própria semelhante ao conselho técnico formado no estado de São Paulo. De fato, aqueles estados buscaram adequar-se a metodologia adotada em São Paulo quando introduziram o sistema ATR para pagamento de cana.

O estado do Rio de Janeiro era o único estado do Centro Sul que possuía rendimento industrial diferenciado, menor, equivalente a 88 quilogramas de açúcar por tonelada de cana contra 94 kg/tc nos demais. Consequentemente, o padrão de cana para o estado era inferior e resultava em canas com maior ágio que os outros estados. A mudança na forma de pagamento, do sistema PCTS para ATR, eliminou o padrão de cana. O elevado valor das perdas industriais considerado para o sistema ATR-RJ de pagamento de cana resultou no menor valor da quantidade de ATR apurado em quase todas as simulações de qualidade da cana feitas nos estados estudados.

Basicamente, a quantidade de ATR no estado do Rio de Janeiro torna-se mais próxima à dos estados comparados quando a cana analisada apresenta o mínimo de impurezas, vegetais e minerais (PBU baixo) e pureza baixa. Essa segunda condição não é tecnicamente recomendável, pois se trata de cana verde, que não atingiu o ponto

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

máximo de maturação. A indicação para esse caso é o acompanhamento da curva de maturação mediante pré-análise. Cana madura possui pureza elevada, mas é fortemente compensada em termos de remuneração pelo aumento considerável da sacarose aparente (pol).

A quantidade de ATR no estado do Espírito Santo, apurada sob as mesmas condições simuladas tem valor intermediário entre a dos dois estados. Caso a mudança no valor das perdas industriais caia para valor próximo a 10,0% implicará num ganho líquido para os fornecedores. A queda prevista no valor das perdas industriais é resultado negociações entre a associação de fornecedores local e a indústria que resultaram na introdução do fator de desconto K para as canas entregues após de 80 h da respectiva queima. O fornecimento de cana é feito de forma linear, sem aplicação do ATR relativo, mas a indústria oferece um bônus variável a cada início de safra para compensar a menor qualidade da cana. A usina, em contrapartida, aperfeiçoou todo o seu sistema de gestão industrial, garantindo um fluxo mais constante no recebimento da matéria-prima, com estoque mínimo, controle das impurezas vegetais, maior automação e adequação do processo fabril.

5. Referências bibliográficas

ASFLUCAN – ASSOCIAÇÃO FLUMINENSE DOS PLANTADORES DE CANA. **Relatório de acompanhamento:** safras 2005/06 e 2006/07. Campos dos Goytacazes: publicação interna, 2007.

ASFLUCAN – ASSOCIAÇÃO FLUMINENSE DOS PLANTADORES DE CANA. **Relatório de acompanhamento:** safras 2006/07 e 2007/08. Campos dos Goytacazes: publicação interna, 2008.

BARROS, G.S.C; MORAES, M.A.F.D. A Desregulamentação do Setor Sucroalcooleiro. **Revista de Economia Política**, vol. 22, nº 2 (86), abril-junho/2002.

BURNQUIST, H.L. O sistema de remuneração da tonelada de cana pela qualidade – CONSECANA./**Preços Agrícolas**. Piracicaba, v./14, n.148, p.14-16, fev. 1999.

CONSECANA – CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de Instruções**. CONSECANA-SP, Piracicaba, 5ª ed., 2006. 200 p.

COSTA, J. A. B. **Avaliação dos sistemas de pagamento de cana-de-açúcar:** PCTS x ATR. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2001. 125p. Dissertação (Mestrado).

CPC-UPA/COAFOCANA - COMISSÃO DE PAGAMENTO DE CANA DA USINA PAINEIRAS SA – COAFOCANA. **Normas de pagamento de cana pelo ATR:** safra 2007/2008. Itapemirim: publicação interna, 2007.

FERNANDES, A. C. Estimativa do teor de açúcares redutores do caldo em função da pureza. **STAB. Açúcar, álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 17, n. 6, p. 34-35, jul./ago. 1999.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,
Administração e Sociologia Rural

FERNANDES, A.C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil. Piracicaba, 2000.

ISEJIMA, E.M.; COSTA, J.A.B.; SOUZA JÚNIOR, D.I. Método de determinação de açúcares redutores aplicável no sistema de pagamento de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.37, n.5, p.729-734, maio 2002.

LMC INTERNATIONAL. **An evaluation of cane payment systems in selected sugar industries worldwide**. Main report. Oxford (preparado para o The World Bank, Washington) 1997. 125 p.

OLIVEIRA, E.R. de; STURION, A. C.; GEMENTE, A. C.; PARAZZI, C.; VASECHI, O. A. Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose: o sistema implantado no estado de São Paulo. **Revista Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, p. 32-39, out./nov. 1983.

SACHS, R.C.C. Remuneração da tonelada de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, SP, v.37, n.2, fev. 2007.

SILVA. G.M.A. **Consecana - modelo justo e transparente**. Disponível em <http://www.agroanalysis.com.br/>. Acesso em: jan. 2008.

SILVA JUNIOR, J.F. **Consecana – revisão do sistema: perdas industriais e ATR relativo**. Disponível em <http://www.agroanalysis.com.br/>. Acesso em: jan. 2008.

VEIGA, C. F. M.. **Diagnóstico da cadeia produtiva da cana-de-açúcar do Estado do Rio de Janeiro**: relatório de pesquisa / (Carlos Frederico de Menezes Veiga, Joana Rita Vieira, Ivan Ferreira Morgado). – Rio de Janeiro: FAERJ: SEBRAE/RJ, 2006.

VIAN, C.E.F; QUINTINO, D.D. Crítica à teoria dos mercados futuros à luz do desenvolvimento recente dos contratos futuros de açúcar e álcool da BM&F. **Pesquisa & debate**, SP, volume 18, número 2 (32) pp. 307-328 2007.