

COMPETITIVIDADE DA AGROINDÚSTRIA CANAVIERA NA  
REGIÃO NORTE FLUMINENSE

**JOSÉ AUGUSTO BRUNORO COSTA**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

AGOSTO - 2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

COMPETITIVIDADE DA AGROINDÚSTRIA CANAVIERA NA  
REGIÃO NORTE FLUMINENSE

**JOSÉ AUGUSTO BRUNORO COSTA**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do título  
de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Nivaldo José Ponciano

Coorientador: Prof. Paulo Marcelo de Souza

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

AGOSTO - 2009

COMPETITIVIDADE DA AGROINDÚSTRIA CANAVIERA NA  
REGIÃO NORTE FLUMINENSE

**JOSÉ AUGUSTO BRUNORO COSTA**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para obtenção do título  
de Doutor em Produção Vegetal.

Aprovada em 31 de agosto de 2009

Comissão Examinadora

---

Hamilton Jorge de Azevedo (D.Sc., Engenharia Agrícola) - UFRRJ

---

Alcimar das Chagas Ribeiro (D.Sc., Ciências de Engenharia) – UENF

---

Paulo Marcelo de Souza (D.Sc., Economia Aplicada) – UENF  
Coorientador

---

Nivaldo José Ponciano (D.SC., Economia Aplicada) – UENF  
Orientador

A minha família, a minha esposa,

Dedico este trabalho.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e imensa bondade.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e ao Laboratório de Engenharia Agrícola (LEAG), pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao mestre e amigo Prof. Niraldo, pela amizade, confiança, ensinamentos, conselhos e orientações dispensadas.

Aos professores LEAG, pelos ensinamentos transmitidos, especialmente a Paulo Marcelo, pelas valiosas colaborações.

Aos amigos do LEAG, pelo companheirismo e momentos de convívio com Paccelli, Vanuza, Poliana e Adelmo.

Aos professores e amigos do Laboratório de Engenharia de Produção (LEPROD).

Ao amigo, desde a graduação na Universidade Rural, do Cefet Campos (IFF) e da UENF, Hélio Júnior, pela grande amizade, apoio espiritual e hospedagem.

À direção do Ifes – Instituto Federal do Espírito Santo, pela oportunidade concedida. Aos professores e amigos do curso de Química, em especial a Roberto, Denise, Cristiane, Araceli, Mauro, Ana Brígida e Tedesco, pelo apoio dado na minha ausência. Ao professor Oscar, pelas sugestões em pesquisa operacional.

Aos amigos e pesquisadores da Universidade Rural, em especial a Delvo e Analice, pela amizade e apoio nos trabalhos, desde o convívio no Planalsucar.

À Usina Paineiras – ES, pelas informações disponibilizadas e pela atenção dispensada pelo pessoal dos departamentos agrícola e industrial e, em especial, ao superintendente financeiro, Antônio Carlos de Freitas.

Aos diretores, gerentes e técnicos, pelas informações disponibilizadas nas entrevistas e consultas pessoais: Frederico Paes, Coagro; Geraldo Coutinho, Usina Paraíso; Wellington Florido, Grupo Othon; José Aldael, Usina Sapucaia; Paulo Fernando, Usina Santa Cruz; Eduardo Crespo, Asflucan; Maurício Ribeiro Gomes, Cooplanta; Gilberto, Coopercana; Marcelo Fernandes, Four Team;

Nelson Zanotti, CPA; Daniel e Maurício, Netafim; Tiago, Grupo Feliz Terra Agrícola; e Ênio Roque de Oliveira, Orplana.

A minha grande família, especialmente a minha mãe Irene, por sua bondade herdada do vovô Florentino. As minhas irmãs, Tânia, Neuza, Ana, Susana e Simone e, ao meu irmão, Paulo; e as eternas saudades do pai Zézinho e do irmão Ney.

A minha esposa Luciana, minha gratidão pelo apoio incondicional.

A Gelsa, pela fé e boa vontade.

A tantas outras pessoas que me apoiaram direta e indiretamente na execução deste trabalho. Meu muito obrigado!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	VII
ABSTRACT .....	IX
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Agroindústria canavieira .....	4
2.2. Comercialização de cana.....	16
2.3. Irrigação por gotejamento .....	18
3. TRABALHOS .....	27
AVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE DO SISTEMA AGROINDUSTRIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE .....	27
RESUMO .....	27
ABSTRACT .....	27
INTRODUÇÃO .....	28
MATERIAL E MÉTODOS.....	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
RESUMO E CONCLUSÕES .....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
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 .....	56
RESUMO .....	56
ABSTRACT .....	56
INTRODUÇÃO .....	56
MATERIAL E MÉTODOS.....	58
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	66
RESUMO E CONCLUSÕES .....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77

AVALIAÇÃO ECONÔMICA E DE RISCO DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR: SISTEMA DE SEQUEIRO <i>VERSUS</i> SISTEMA IRRIGADO POR GOTEJAMENTO.....	79
RESUMO .....	79
ABSTRACT .....	79
INTRODUÇÃO .....	79
MATERIAL E MÉTODOS.....	81
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	91
RESUMO E CONCLUSÕES .....	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	115
4. RESUMOS E CONCLUSÕES .....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	122
APÊNDICE.....	127

## RESUMO

COSTA, José Augusto Brunoro; Engenheiro Químico; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Agosto, 2009. Competitividade da agroindústria canavieira na Região Norte Fluminense. Orientador: Prof. Niraldo José Ponciano. Coorientador: Prof. Paulo Marcelo de Souza.

O Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar (SAG), instalado na Região Norte Fluminense, é a atividade econômica mais antiga do Estado do Rio de Janeiro, embora tenha perdido significativa parcela do mercado brasileiro a partir do final da década de 1980, com o fechamento de mais da metade de seu parque industrial, que permanece ocioso. Nesse período, em contrapartida, o Brasil ampliou sua participação no mercado mundial de açúcar em mais de 10%. O objetivo geral desta tese foi avaliar a competitividade da agroindústria canavieira no Estado do Rio de Janeiro no período que abrange as duas safras, de 2007/2008 e 2008/2009. Para sua execução, foram realizados três trabalhos. O primeiro trabalho teve como objetivo analisar a competitividade do SAG da cana no Estado do Rio de Janeiro, tomando-se por base os principais indicadores de competitividade. A localização e a topografia foram apontadas como subfatores que contribuem positivamente para o aumento da competitividade, enquanto a falta de cana foi considerada um dos principais entraves para o soerguimento do setor sucroalcooleiro no Estado do Rio de Janeiro. O objetivo do segundo 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. O terceiro trabalho teve como objetivo a avaliação econômica e de riscos de dois sistemas de produção de cana, sequeiro e irrigado por gotejamento. Apresentou-se um modelo de programação linear com o objetivo específico de minimizar os custos com energia elétrica no sistema irrigado. Para diminuir os custos com fertilizantes nitrogenados, discute-se a possibilidade de substituição de parte da adubação por inoculação de microrganismos fixadores de nitrogênio. Conclui-se que os dois sistemas de cultivos são economicamente viáveis para as condições do estudo,

ainda que a cana irrigada implique menor risco de apresentar VPL negativo, possuir menor custo de produção, possibilitar a verticalização da produção e ganhos indiretos com uso da terra.

## ABSTRACT

COSTA, José Augusto Brunoro; Chemistry Engineer; D.Sc.; State University of Norte Fluminense Darcy Ribeiro. August, 2009. Competitiveness of the sugar cane agroindustry of North Fluminense Region of Rio de Janeiro State. Adviser: Prof. Niraldo José Ponciano. Co-advisor: Prof. Paulo Marcelo de Souza.

The sugar cane agroindustry system (SAG) installed in the North of Rio de Janeiro state is the oldest economic activity of the region, but it has lost significant parcel of the Brazilian market from the end of 1980's decade with the closeness of more than half of its industrial area, which is still idle. Conversely, in this period, the Brazilian market share was raised by above 10%. The objective of the current study was to evaluate the competitiveness of the sugar cane agroindustry in Rio de Janeiro state in two yield periods of 2007/2008 and 2008/2009. The study was carried out in three parts. The first trial aimed at to analyze the competitiveness of sugar cane SAG of Rio de Janeiro state, taking the main competitiveness markers as baseline. The location and topography were the sub-factors which contributed positively to improve the competitiveness, while the absence of sugar cane was considered one of the main impediments for the recuperation of the sugar-alcohol sector of Rio de Janeiro state. The objective of the second study was to compare the evaluation method of sugar cane quality between the states of Rio de Janeiro, São Paulo and Espírito Santo. The sugar cane payment system based on the total recovery sugar – ATR, introduced in São Paulo state was adopted in the other states, but the dynamic of the parameters adequacy must be reevaluated frequently. In Rio de Janeiro state, for the majority of the comparisons, the quantity of ATR in sugar cane was inferior, indicating the lowest value in the price of the ton of sugar cane of the suppliers. The third study aimed the economical and risk evaluation of two sugar cane production systems, the dry and the dripping irrigation. A linear program model was shown with the specific objective to minimize the electric energy costs in the irrigated system. In order to reduce the costs with nitrogen fertilizers, it was discussed the possibility to substitute part of chemical fertilizer by the inoculation of nitrogen fixation micro organisms. It was concluded that the two cultivation systems are economically feasible in the study conditions, but the irrigated sugar cane shows lower risk to present negative VLP,

has lower production cost, allows the production verticalization and indirect gains with the soil use.

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade agroindustrial canavieira confunde-se com a própria história da formação da economia brasileira. O Brasil explora a maior área de cultivo de cana para produção de açúcar e álcool. É o maior produtor mundial de cana, de açúcar e de etanol, e também maior exportador desses produtos.

O crescimento do sistema agroindustrial (SAG) da cana no Brasil tornou-se mais acentuado a partir da década de 1990 devido ao aumento de competitividade brasileira ante os tradicionais *players* do mercado. O aumento da demanda mundial por açúcar, para consumo humano, e o uso em maior escala de etanol como aditivo ou mesmo substituto da gasolina, são os principais fatores responsáveis pelo crescimento do setor. No Brasil, a expansão do SAG da cana se estende principalmente para o oeste de São Paulo e para o cerrado (MT, MS e GO). Minas Gerais e Paraná competem pela segunda posição na produção de cana-de-açúcar, liderada pelo Estado de São Paulo.

O Estado do Rio de Janeiro, que historicamente mantinha-se entre os maiores produtores de cana do País, desde o período colonial até meados da década de 1980, vem perdendo posições no *ranking* nacional. Em 1975, ano em que se implantou o Proálcool, o Rio de Janeiro era o quarto Estado do Brasil em área cultivada com cana-de-açúcar, perdendo apenas para São Paulo, Pernambuco e Alagoas. A partir desse período, a produção de cana-de-açúcar aumentou significativamente em diversos Estados, como Minas Gerais, Paraná, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, ficando o Estado do Rio de Janeiro no décimo primeiro lugar. Mesmo assim, a cana continua sendo a cultura de maior importância econômica, ocupando a maior área colhida e valor de produção

dentre os diversos produtos agrícolas cultivados no Estado. Apesar de possuir um grande mercado consumidor, sendo importador de açúcar e de álcool, a produção de cana-de-açúcar no Estado representa menos de 1,0% da produção nacional nesse início de milênio.

Algumas regiões tradicionais produtoras de cana, como Piracicaba, em São Paulo, e o próprio Estado de Pernambuco, não têm acompanhado a taxa de crescimento do setor nacional devido às suas topografias declivosas que dificultam a mecanização e mitigam a produtividade. Por outro lado, as principais causas apontadas para a perda de competitividade do setor sucroalcooleiro no Estado do Rio de Janeiro estão associadas à baixa produtividade, que decorre das adversidades climáticas, com expressivo déficit hídrico e má distribuição pluviométrica. A consequência direta é a falta de cana para as usinas, acirrando a competição pela matéria-prima, já que as indústrias se localizam muito próximas entre si.

A diminuição da área cultivada com cana na Região Norte Fluminense não se deveu à concorrência com outras culturas. A fruticultura não se expandiu de forma expressiva, mesmo com o estímulo dado pelas políticas públicas locais como implantação de indústria processadora e crédito facilitado para os fruticultores.

A perda de competitividade do SAG da cana na Região Norte Fluminense coincide com o período da desregulamentação do setor, iniciada no início da década de 1990, desde a extinção do Instituto do Açúcar e do Álcool (IAA), até a progressiva liberalização dos preços do açúcar, do álcool e da cana, ocorrida no final daquela década. Essa mudança institucional ocasionou preocupação entre os fornecedores de cana e industriais do setor, que até então comercializavam a matéria-prima com base em preços oficiais ditados pelo governo. Como resultado do esforço conjunto das representações de classe do Estado de São Paulo, que buscou viabilizar a transição para um novo modelo de relacionamento segundo procedimentos acordados entre si, surgiu uma nova sistemática para o pagamento de cana, denominado sistema Consecana (BURNQUIST, 1999; COSTA, 2001; MORAES, 2000; SACHS, 2007). O sistema Consecana, que remunera a cana baseado na quantidade de açúcar total recuperável (ATR) foi

estendido para as demais regiões produtoras do País, respeitando suas peculiaridades locais.

A baixa produtividade agrícola, constatada no cultivo de cana na Região Norte Fluminense, pode ser atenuada com o investimento mais intensivo em recursos técnicos e financeiros no sistema de produção, abrangendo desde a escolha de variedades mais apropriadas para a região, passando por manejo mais adequado da cultura, até adoção de irrigação plena dos canais.

Em face das questões levantadas, o objetivo geral do presente trabalho foi avaliar a competitividade do sistema agroindustrial (SAG) da cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro. E como objetivos específicos: 1) Identificar os principais indicadores de competitividade do SAG da cana no Estado do Rio de Janeiro e analisar como eles impactam, positiva ou negativamente; 2) Avaliar a forma de comercialização da cana-de-açúcar e a relação dos produtores no Estado do Rio de Janeiro comparativamente aos Estados do Espírito Santo e de São Paulo; 3) Avaliar a viabilidade econômica e de risco da produção de cana-de-açúcar no sistema de sequeiro comparativamente ao sistema irrigado por gotejamento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O presente capítulo tem por objetivo disponibilizar ao leitor os fundamentos e os conceitos básicos usados pelo autor para nortear o desenvolvimento dos capítulos subsequentes. Para tal, foram destacados os tópicos mais relevantes sobre o estado da arte da agroindústria canavieira.

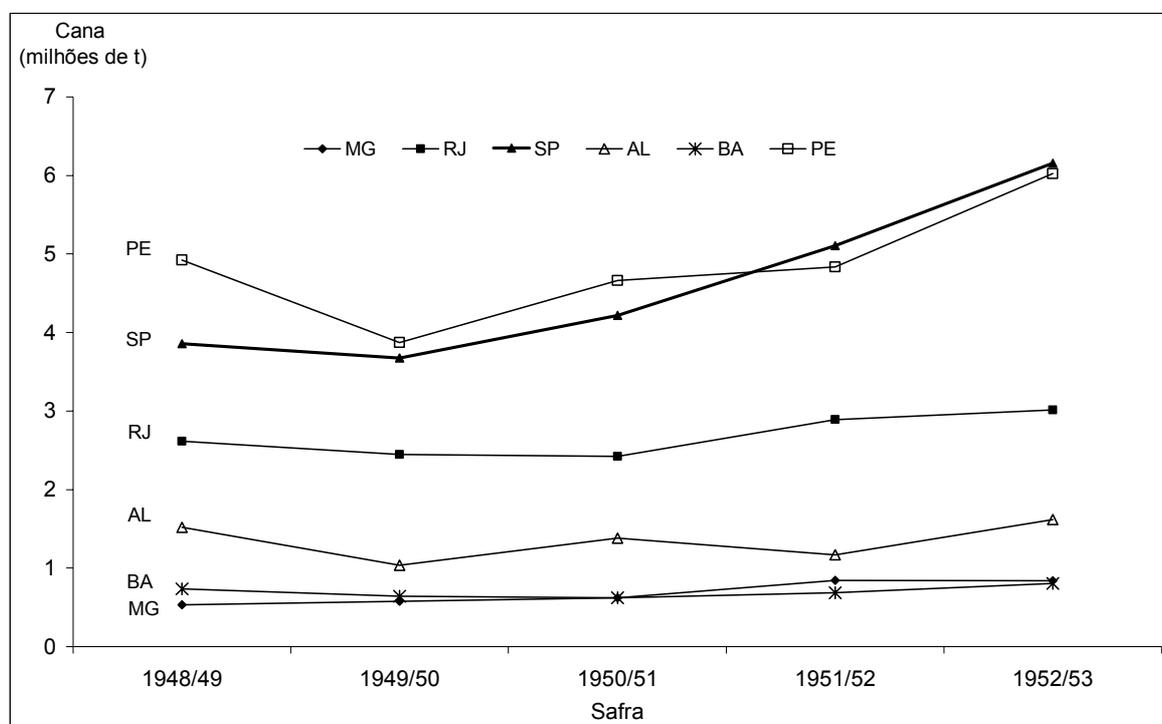
### 2.1. Agroindústria canavieira

O sistema agroindustrial (SAG) da cana-de-açúcar é um dos mais antigos e está ligado aos principais eventos históricos do Brasil. Na produção de cana-de-açúcar, basicamente, dois subsistemas regionais convivem no Brasil; um no Centro/Sul (C/S) e outro no Norte/Nordeste (N/Ne). O primeiro, mais competitivo e dinâmico, representa 85% da produção brasileira de cana-de-açúcar. Ambos, no entanto, são citados como os dois primeiros em competitividade no mundo.

As vantagens do subsistema produtor de cana do C/S baseiam-se na localização, com as melhores características edafoclimáticas existentes no mundo, parque industrial forte, base para pesquisa agropecuária tradicional e tradição. As vantagens do N/Ne são: a localização para atender ao mercado local de açúcar e álcool, e o acesso às cotas especiais de exportação, principalmente para o mercado norte-americano.

O subsistema N/NE foi o maior produtor de cana desde o período colonial até o final da Segunda Guerra Mundial quando, na safra de 1950/51, foi superado pelo subsistema C/S. Naquela safra, o Estado do Rio de Janeiro colheu 15,6% da safra nacional de cana, ou 57,6% da cana produzida no Estado de São Paulo. Na figura 1, são apresentados os seis primeiros Estados produtores de cana nas

safras de 1948/49 à safra de 1952/53, período em que o Estado do Rio de Janeiro mantinha-se como terceiro produtor, enquanto São Paulo ultrapassava Pernambuco, consolidando-se como o maior Estado produtor de cana (BRASIL, 2009a).

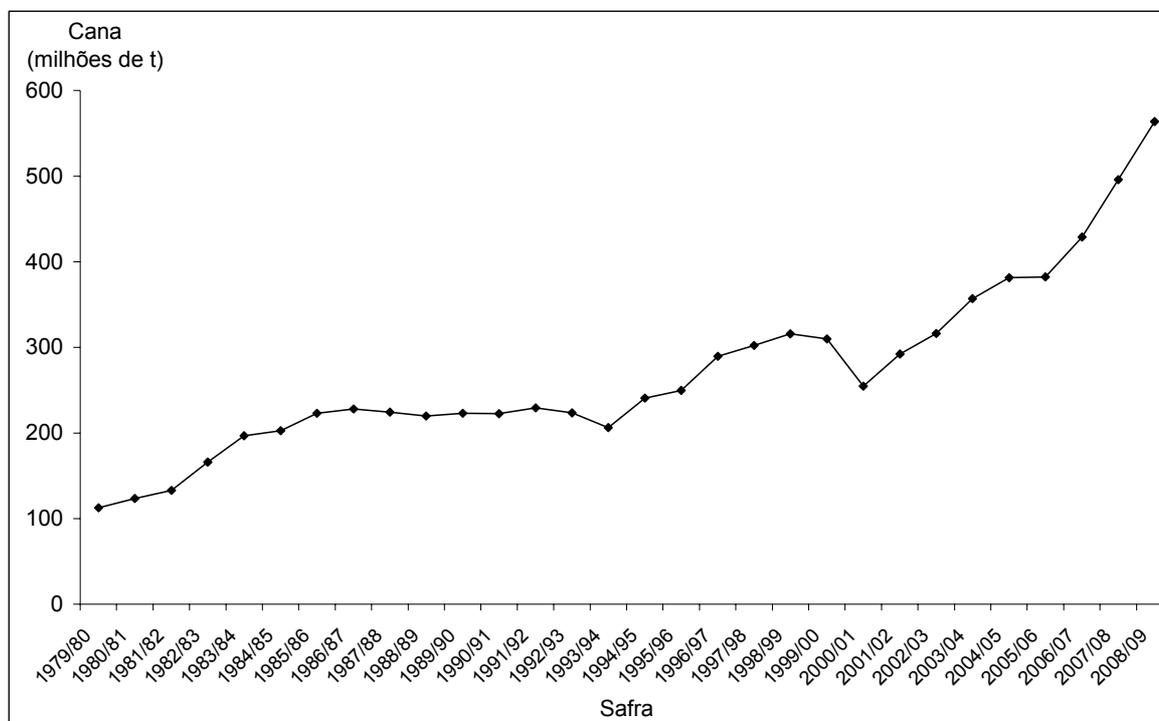


Fonte: Brasil, 2009a.

Figura 1 - Principais Estados brasileiros produtores de cana-de-açúcar, em milhões de toneladas – safra 1948/49 à safra 1952/53.

Segundo o Anuário Estatístico da Agroenergia, publicado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2009a), a taxa de crescimento da produção de cana no Brasil aumentou mais expressivamente a partir do final da década de 1970, com o *boom* do Proálcool. Na figura 2 é apresentada a evolução da produção brasileira de cana, a partir da safra de 1979/80, quando a produção nacional superou 112 milhões de toneladas. A taxa de crescimento da produção de cana manteve-se estável por uma década, entre as safras de 1985/86 e a de 1994/95, com a produção oscilando em torno de 220 milhões de toneladas. A partir daí, a taxa voltou a crescer, exceto na safra 2000/01, com inclinação mais acentuada nas últimas safras do período representado. Na safra 1997/98, a produção de cana superou 300 milhões de toneladas; na safra 2006/07, a produção foi superior a 420 milhões de toneladas e, na safra 2008/09, superior 560 milhões de toneladas.

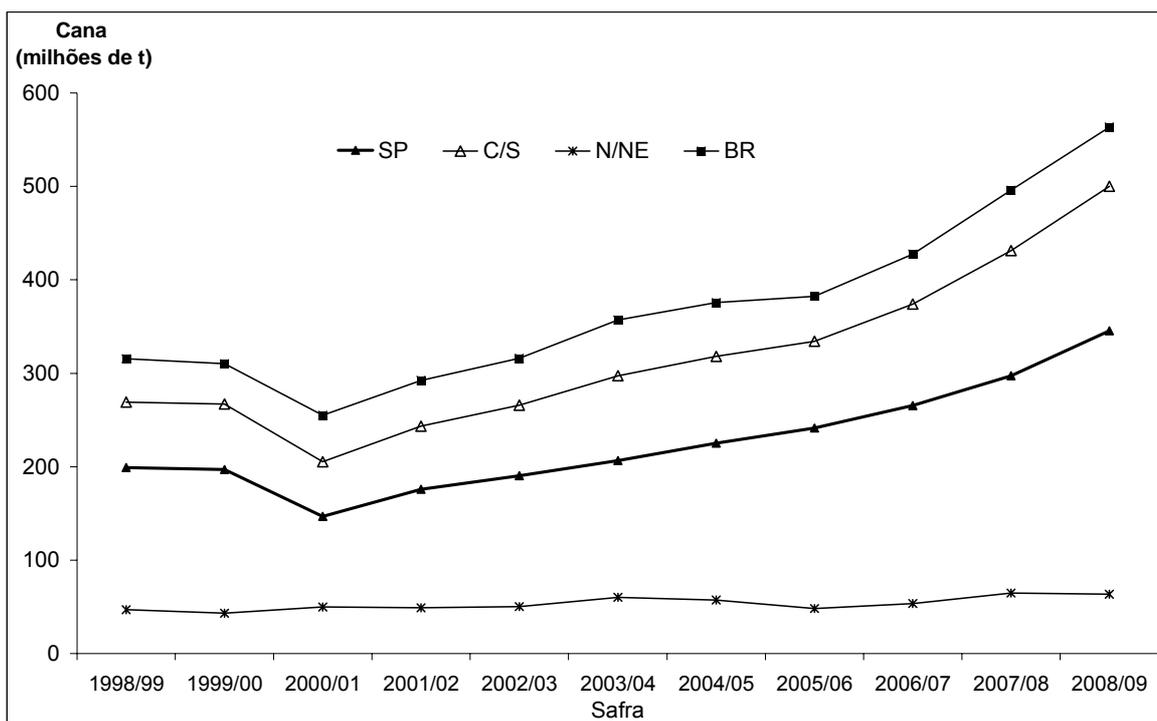
Em seu primeiro prognóstico da produção de cana-de-açúcar, para safra 2009/10, a Conab (2009) estima que o total de cana a ser processada pelo setor sucroalcooleiro deverá atingir um montante entre 622 e 634 milhões de toneladas.



Fonte: Brasil, 2009a.

Figura 2 - Produção brasileira de cana-de-açúcar, em milhões de toneladas – safra 1979/80 a safra 2008/09.

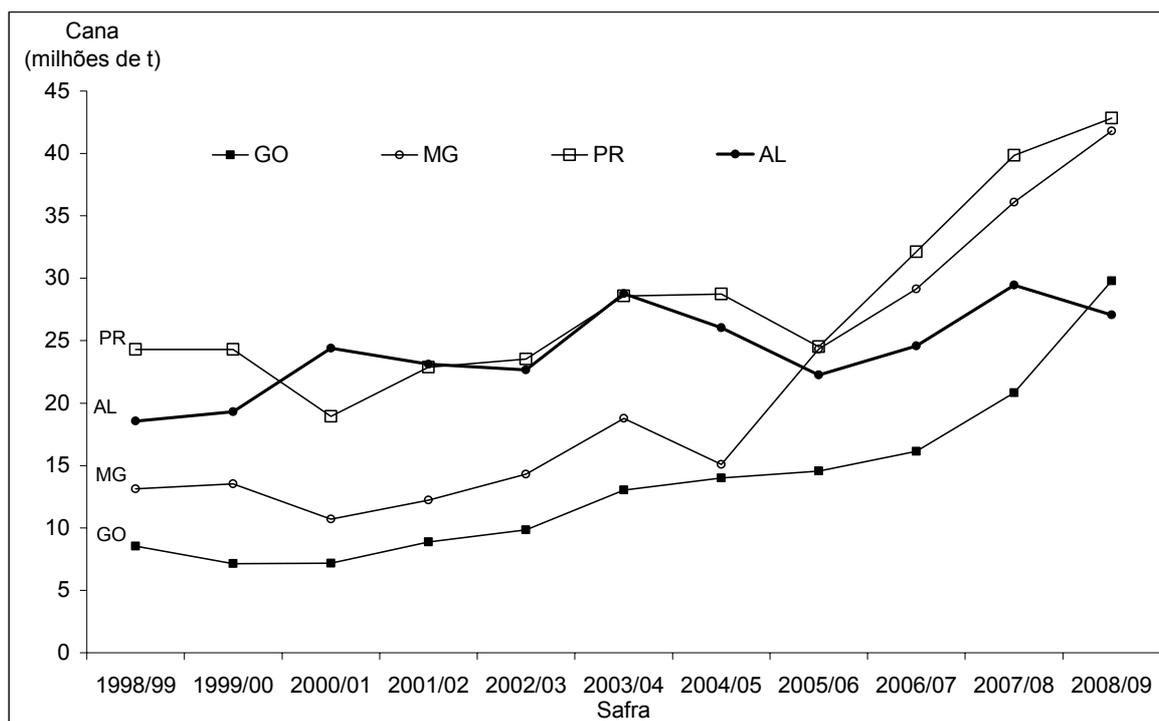
Na figura 3, verifica-se que o forte crescimento da produção de cana no Brasil é função do expressivo crescimento da produção no subsistema C/S. Enquanto a produção de cana aumentou 79% no Brasil, o aumento de produção, registrado nesse mesmo período, foi de 86% no C/S e de apenas 36% no subsistema N/NE. O Estado de São Paulo destaca-se como o primeiro produtor isolado, respondendo por cerca de 60% das canas colhidas no País nas últimas safras. Na safra 2008/09, este produziu 345 milhões de toneladas dentre os 564 milhões de toneladas produzidos no Brasil.



Fonte: Brasil, 2009a.

Figura 3 - Produção de cana no Brasil, nos subsistemas C/S e N/NE e no Estado de São Paulo, em milhões de toneladas – safra 1998/1999 à safra 2008/09.

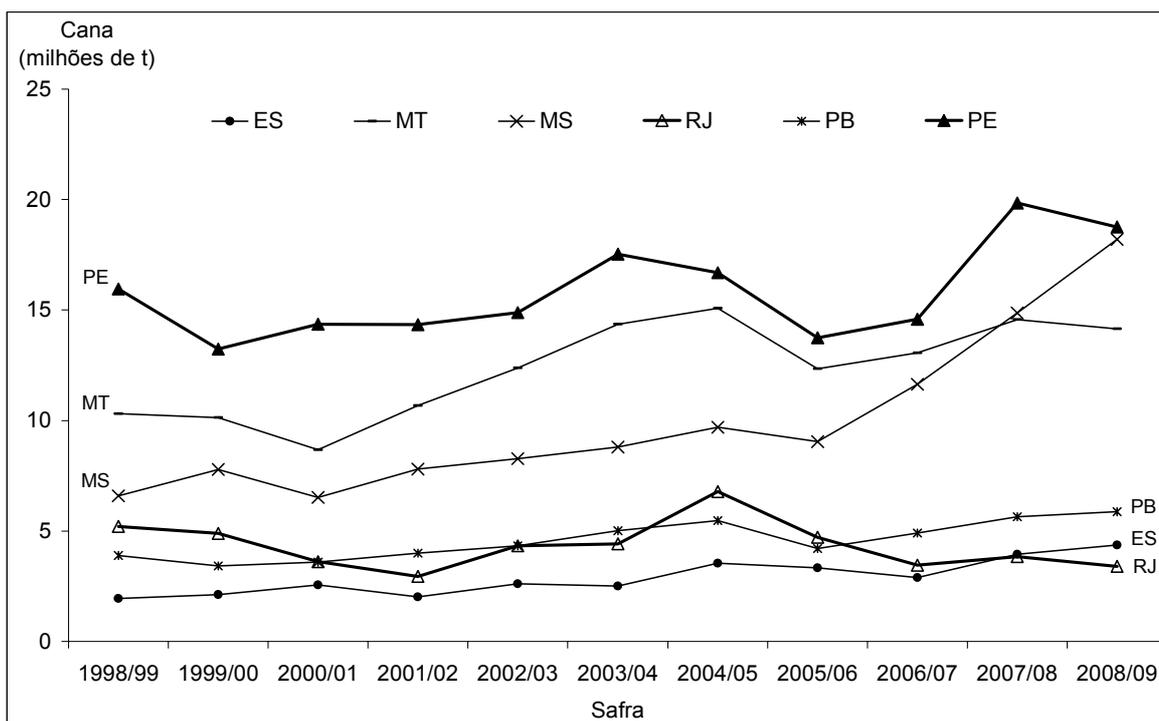
Na figura 4, verifica-se a competição entre os Estados do Paraná e Minas Gerais, pela segunda posição no *ranking* nacional, liderado por São Paulo. Na safra 2008/09, o Estado de Alagoas perde a quarta posição para Goiás, que, ao produzir 30 milhões de toneladas de cana, registra a maior taxa de crescimento da produção, com acréscimo de 249%. A segunda maior taxa registrada foi em Minas Gerais, com 218% de aumento, enquanto, em Alagoas, o crescimento da produção foi de 46% no período.



Fonte: Brasil, 2009a.

Figura 4 - Produção de cana-de-açúcar por Estado, segundo a classificação, entre a segunda e quinta posições, em milhões de toneladas – safra 1998/99 à safra 2008/09.

Na figura 5, são apresentados os desempenhos dos demais principais Estados produtores de cana, da sexta posição à décima primeira, neste mesmo período. O crescimento da produção de cana ocorre em praticamente todos os Estados, com destaque para Mato Grosso do Sul, com acréscimo de 176%, seguido pelo Espírito Santo (125%). Apenas o Estado do Rio de Janeiro registrou decréscimo da produção, correspondente a 34%, e, com produção de 3,4 milhões de toneladas na safra 2008/09, caiu para a décima primeira posição, sendo superado pelos Estados da Paraíba e Espírito Santo.



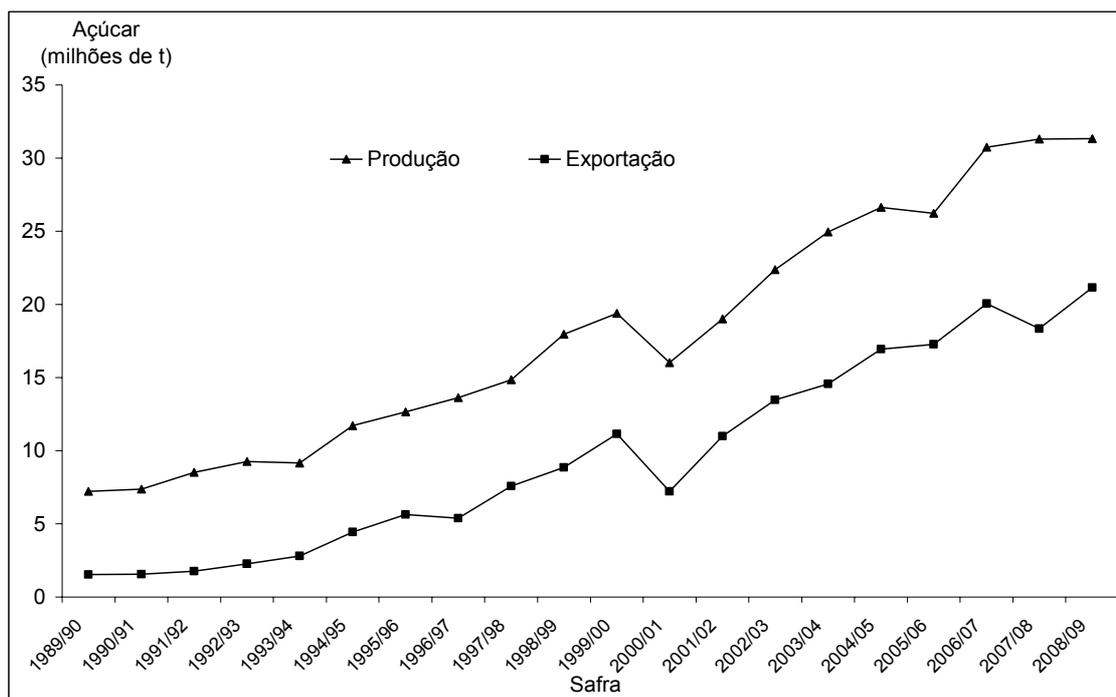
Fonte: Brasil, 2009a.

Figura 5 - Produção de cana-de-açúcar por Estado, segundo a classificação, entre a sexta e décima primeira posições, em milhões de toneladas – safra 1998/99 à safra 2008/09.

A produção nacional de cana aumentou 153% nesse período de 11 safras, passando de 223 milhões de toneladas para 564 milhões de toneladas. A maior parte desse contingente de cana foi destinada à produção de açúcar, cujo aumento, nesse período, foi de 334%, enquanto a produção de álcool aumentou em 131%.

O expressivo aumento da produção de açúcar se deve à evolução tecnológica do setor sucroalcooleiro nacional que, ganhando em competitividade ampliou sua participação de 17,3% para 28,8% do total mundial, em detrimento da participação da Austrália (queda de 15,8% para 9,2%), de Cuba (queda de 13,9% para 10,9%) e Tailândia (queda de 11,4% para 9,1%) no valor total exportado entre 1996 e 2003 (PEREZ; TORQUATO, 2006).

A figura 6 mostra a evolução da produção e da exportação brasileira de açúcar nas últimas 20 safras. Nesse período, enquanto a produção cresceu 334%, as exportações aumentaram 1.278%, passando de 1,5 milhão de toneladas, em 1989, para 21,1 milhões de toneladas, em 2008 (BRASIL, 2009a).



Fonte: Brasil, 2009a.

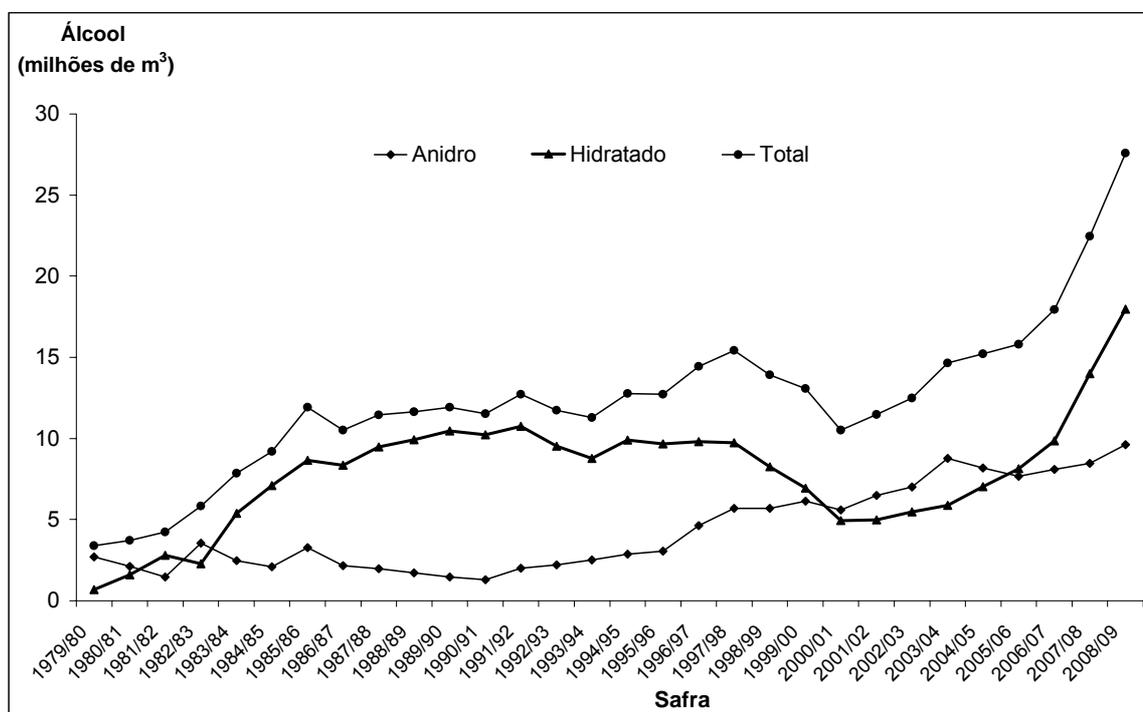
Figura 6 - Produção e exportação brasileira de açúcar, em milhões de toneladas – safra 1989/90 à safra 2008/09.

Por ser o país mais competitivo na produção de açúcar, as usinas brasileiras mais eficientes têm custo de produção de uma tonelada que chega a US\$ 170,00, com média de US\$ 190,00 no Estado de São Paulo. A Austrália (US\$ 270,00) e a Tailândia (US\$ 310,00) são os mais próximos competidores e o custo de produção na Europa chega a US\$ 500,00. Dentre os países produtores, autossuficientes e concorrentes do Brasil no mercado exportador, destacam-se Austrália, Tailândia e Cuba (WAAK; NEVES, 1998).

A partir da década de 1970, o setor sucroalcooleiro nacional passou por importante transformação, deixando de ser exclusivamente voltado para o setor de alimentos, para destinar-se ao setor energético, por meio do Proálcool. Este programa fomentou o destino da cana para a produção de combustível, tendo efeito positivo no aumento da competitividade do sistema como um todo. As escalas de produção e moagem de cana cresceram, assim como a produtividade agrícola. Em pouco tempo, o país criou uma ampla rede de distribuição de álcool hidratado, adaptou pioneiramente veículos, desenvolveu tecnologias para uso do álcool anidro, como aditivo para combustíveis, tão rapidamente quanto produziu inovações institucionais e organizacionais.

Embora o Proálcool tenha sido criado em 1975, a produção de veículos movidos a álcool passou a ser significativa somente a partir de 1980 e perdurou por uma década e meia, chegando a representar 72,6% da produção em 1986. A partir do início da década de 1990, a produção caiu para patamares desprezíveis. Somente em 2003 é que o álcool voltou a ser um combustível importante, com o lançamento dos carros bicombustíveis, chamados *flex fuel*. O crescimento da produção foi tão expressivo que, em 2006, diversas fábricas passaram a produzir seus automóveis exclusivamente nessa categoria. A aprovação se deve à segurança dada ao usuário em poder usar qualquer um dos dois tipos de combustível, ou ambos, em quaisquer proporções, de acordo com a sua conveniência, já que os combustíveis passaram a ser bens substitutos perfeitos.

A produção de álcool diminuiu no final de década de 1990 devido à queda dos preços do petróleo e na consequente redução nas vendas do carro a álcool. Com a nova alta de preços do petróleo e o lançamento do automóvel bicombustível, em 2003, pela indústria nacional, a produção de álcool voltou a crescer.



Fonte: Brasil, 2009a.

Figura 7 - Produção brasileira de álcool anidro e hidratado, em milhões de m<sup>3</sup> – safra 1979/80 à safra 2008/09.

O álcool é o principal produto da destilação do caldo de cana fermentado. Basicamente, é classificado em três tipos: neutro, usado na elaboração de bebidas em geral: cosméticos e produtos farmacêuticos; hidratado carburante (AEHC: álcool etílico hidratado carburante, constituído por 96% de álcool e 4% de água - 96 °GL), usado para consumo direto nos automóveis e na indústria química; e anidro (99,5 °GL), que é adicionado à gasolina. O governo federal controla a porcentagem de álcool anidro na gasolina, entre 20% e 25%, para estabilizar seus preços e estoques. Como derivados do álcool, existem os produtos da alcoolquímica, notadamente de dois grupos: os desidratados (etilenos) e os desidrogenados (acetaldeídos).

O Brasil e os EUA responderam por 72% da produção mundial de 50 bilhões de litros de álcool em 2006, com cerca de 17,5 bilhões de litros cada (CARVALHO; JANK, 2007). Aqui o álcool é tradicionalmente produzido por via fermentativa a partir da cana-de-açúcar, enquanto os EUA, o produziam por via petroquímica, a partir do eteno. Recentemente, o fazem por via fermentativa, a partir do milho.

As perspectivas de crescimento do mercado mundial de álcool são ainda mais promissoras que para o açúcar, devido à recente decisão das principais potências mundiais de acrescentar até 10% do combustível à gasolina por questões ambientais e como forma de economizar petróleo, sinalizado pelo iminente alcance do Pico de Hubbert<sup>1</sup> (ROSA; GOMES, 2004). As exportações brasileiras de álcool cresceram de 118 milhões de litros em 1998 para 2,408 bilhões de litros em 2004 (UNICA, 2006) e, em 2006, foi superior a 3 bilhões de litros (CARVALHO; JANK, 2007). A participação do Brasil no mercado mundial foi de 60% naquele ano e estima-se que o comércio internacional de álcool atinja 14 bilhões de litros em 2010 (TORQUATO; PEREZ, 2006).

---

<sup>1</sup> O pico de Hubbert representa o momento em que a produção mundial de petróleo chegará ao ponto máximo, a partir do qual o declínio da produção e a consequente explosão dos preços se tornariam irreversíveis. O termo foi criado pelo renomado geólogo americano Marion King Hubbert, em 1956, quando previu que a produção de petróleo dos Estados Unidos chegaria ao pico em torno de 1970, seguindo-se um longo período de declínio. A previsão revelou-se correta (o pico foi atingido em 1969) e pode ser considerada como a origem remota dos estudos a respeito da exaustão do petróleo.

Além do açúcar e do álcool, a indústria sucroalcooleira aproveita seus subprodutos de fabricação: o bagaço, a vinhaça e a levedura. O bagaço, resíduo fibroso resultante da moagem da cana, é utilizado como combustível nas unidades geradoras de vapor (caldeiras) para movimentar turbinas e gerar energia utilizada na moagem e para eventual retorno à rede pública de distribuição (cogeração). A vinhaça, resíduo resultante da destilação do mosto fermentado, é usada como fertilizante na irrigação da lavoura. Como é rica em matéria orgânica, pode também ser usada em biodigestores para produção de gás para caldeiras ou motores. A levedura excedente do processo de fermentação é utilizada como insumo na indústria de alimentos e na indústria de ração animal. É o suplemento protéico mais barato até hoje encontrado.

Para manter sua posição de destaque na produção e exportação de açúcar e álcool, o Brasil está estendendo seus canaviais para todo o país, especialmente para o oeste paulista e para o cerrado, nos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás. São 90 projetos em andamento que deverão levar o país a superar os 900 milhões de toneladas de cana em 12,2 milhões de hectares na safra 2015/16, quantidade suficiente para produzir cerca de 36 bilhões de litros de álcool (TORQUATO, 2006).

O potencial biológico da cana-de-açúcar é de 350 toneladas de colmo por hectare-ano. Considerando uma produtividade média de 100 toneladas de colmo por hectare-ano, apenas 28% desse potencial é alcançado. Entretanto, nos últimos 10 anos, os programas de melhoramento genético geraram mais de 50 novas variedades cujas siglas são: RB, SP, IAC e IACSP (LANDELL, 2005). Duas instituições, Ridesa<sup>2</sup> e CTC<sup>3</sup>, são responsáveis pela maior parte das novas variedades desenvolvidas no Brasil, em proporções iguais. A Ridesa desenvolve as variedades RB, lançadas, inicialmente, pelo extinto Planalsucar<sup>4</sup>. Ela mantém a mesma sigla, RB que agora significa Ridesa Brasil. As variedades SP são produzidas pelo CTC. Outras duas instituições que possuem programa de

---

<sup>2</sup> Ridesa – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento Sucroalcooleiro, formada pelas áreas de melhoramento de sete Universidades Federais.

<sup>3</sup> CTC - Centro de Tecnologia da Cana, antigo Centro de Tecnologia da Copersucar, uma instituição privada mantida por usinas e associações.

<sup>4</sup> Planalsucar - Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar - do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA).

melhoramento genético da cana são o IAC<sup>5</sup>, com as variedades IAC e a empresa Canavialis, do grupo Votorantim (BURNQUIST, 2005; DAROS, 2005; FERRO, 2005; MATSUOKA; ARIZONO, 2006).

O programa nacional de melhoramento genético da cana-de-açúcar foi impulsionado pela implantação do sistema de pagamento de cana pela qualidade a partir de 1978, em Alagoas, e nos Estados do Centro-Sul: São Paulo, em 1983; Rio de Janeiro, 1984; e Espírito Santo, em 1985. As variedades de cana com maior conteúdo fibroso foram substituídas por novas variedades mais ricas em sacarose e com menores teores de fibra (COSTA, 2001). Novas práticas agrícolas foram adotadas com vista a melhorar a remuneração da matéria-prima, como o Programa Cana Limpa, em São Paulo, que busca minimizar as perdas relacionadas ao corte de base e desponte da cana e a redução do teor de impurezas minerais e vegetais (ANSELMINI, 2006). No outro lado da balança, o setor industrial aprimorou o sistema de recebimento da cana com a eliminação do estoque nos depósitos, o processamento da cana lavada a seco, o aumento da extração, a flotação do caldo clarificado e o uso de caldeiras de alta pressão, possibilitando redução do consumo de bagaço para utilizá-lo em cogeração.

Apesar de todas as potencialidades do setor sucroalcooleiro nacional, o Estado do Rio de Janeiro, que historicamente mantinha-se entre os maiores produtores de cana-de-açúcar do País, desde o período colonial até meados da década de 1980, vem perdendo posições no *ranking* nacional. Em 1975, ano em que se implantou o Proálcool, o Rio de Janeiro era o quarto Estado do Brasil em área cultivada com cana-de-açúcar, perdendo apenas para São Paulo, Pernambuco e Alagoas. A partir desse período, a produção de cana-de-açúcar aumentou significativamente nos Estados de Minas Gerais, Paraná, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, deixando o Estado do Rio de Janeiro no décimo primeiro lugar. Mesmo assim, a cana continua sendo a cultura de maior importância econômica, ocupando a maior área colhida com maior valor de produção dentre os diversos produtos agrícolas cultivados no Estado. Apesar de possuir um grande mercado consumidor, sendo importador de açúcar e de álcool,

---

<sup>5</sup> IAC – Instituto Agrônomo de Campinas.

a produção de cana-de-açúcar no Estado representa menos de 2% do contexto nacional nesse início de milênio.

A produtividade agrícola média no Estado do Rio de Janeiro é de 58 toneladas de cana por hectare (t/ha), enquanto, nos Estados de São Paulo e Paraná, a média é de 80 t/ha (VEIGA et al., 2006). Segundo Landell (2005), em diversas empresas paulistas, a produtividade média no sexto corte pode atingir até 100 t/ha. No País, a produtividade média ultrapassa 76 t/ha (DIEESE, 2007). A baixa produtividade agrícola na Região Norte Fluminense deve-se principalmente ao déficit hídrico. A pluviosidade média anual em Campos dos Goytacazes nos últimos 20 anos não chega a 900 mm, bem abaixo dos 1.200 mm considerados satisfatórios para suprir a necessidade de água para a planta. Além disso, a pluviosidade é irregular, distinguindo-se um período chuvoso entre outubro e março, especialmente no trimestre novembro a janeiro, e um outro período de baixa pluviosidade, de abril a setembro, sendo o trimestre junho, julho e agosto o mais seco. Entretanto, é esse período de estiagem, associado ao inverno, que propicia a maturação da cana (UFRRJ, 1999).

A agroindústria açucareira, que é a atividade econômica mais antiga do Estado do Rio de Janeiro e possuía 18 indústrias em funcionamento no início da década de 1980, teve seu parque industrial reduzido a apenas oito na safra 2005/2006. Essa situação provocou mudança na economia regional, sobretudo no setor agroindustrial açucareiro (VEIGA et al., 2006).

Se há, de um lado, a baixa produtividade agrícola e a perda de competitividade da indústria sucroalcooleira, em contra-partida, a proximidade ao grande centro consumidor e aos portos são fatores favoráveis ao recrudescimento do setor. O açúcar, além de *commodity*, é matéria-prima para outros fins, como para a única indústria de ácido láctico da América Latina e a recente indústria fermentativa para produção de butanol e acetona, ambas situadas no Município de Campos dos Goytacazes. Segundo Veiga et al. (2006), apesar do fechamento de mais da metade das indústrias a partir da década de 1970, ainda existe ociosidade no setor com o potencial de produção instalada. Portanto, o parque industrial é capaz de absorver um aumento na produção da cana-de-açúcar sem necessidade de investimento na sua ampliação.

## 2.2. Comercialização de cana

Uma das consequências da rápida expansão das agroindústrias processadoras de cana é que, devido ao custo da terra, não se conseguiu manter a integração vertical, isto significa que a indústria produz e controla sua própria matéria-prima. Por isso, as agroindústrias estabelecem vínculos mais diretos com produtores ou com seus representantes legais, cooperativa ou associação para o fornecimento de matéria-prima. Segundo Alves, apud Dieese (2007): “Da lógica de acumulação extensiva, que visava ao aumento da produção e da área plantada, as empresas passaram para uma lógica de acumulação intensiva, em que se busca o aumento de produtividade na quantidade de sacarose obtida”. Essa mudança na lógica da acumulação levou à drástica redução do número de trabalhadores sem qualificação e a um maior rigor no critério de seleção da área ocupada com cana. Como a mecanização exige terrenos planos, mais regulares e próximos às usinas, ocorreu a exclusão de uma parcela de fornecedores de cana.

O fornecimento de cana é estabelecido por uma relação conflituosa de interesses. Os quadros 1 e 2 resumem a problemática envolvida nessa relação, mostrando as principais vantagens e desvantagens do processo de integração entre os agentes econômicos: produtor rural e agroindústria.

Quadro1 - Vantagens e desvantagens para o produtor de cana-de-açúcar

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mercado cativo para o produto;</li> <li>✓ Assistência técnica, que permite elevar o padrão de produtividade;</li> <li>✓ Incorporação de novas tecnologias de produção;</li> <li>✓ Incorporação de produtos de maior valor comercial;</li> <li>✓ Maior aproveitamento da mão-de-obra familiar;</li> <li>✓ Maior estabilidade de renda e menores riscos inerentes ao mercado;</li> <li>✓ Menores incertezas na aplicação e aquisição de insumos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A manipulação dos padrões de qualidade para regular preços e entregas;</li> <li>✓ A recepção tardia para reduzir o preço;</li> <li>✓ A indução da monocultura com a dependência e vulnerabilidade dela advinda;</li> <li>✓ Não havendo correção monetária, os preços podem ficar defasados;</li> <li>✓ O agricultor fica sob pressão tecnológica devido à exigência do mercado.</li> </ul>

Fonte: Lopes, 1992 apud Souza, 2001.

Quadro 2 - Vantagens e desvantagens para a agroindústria da cana-de-açúcar

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Transferir a terceiros os riscos inerentes da produção agrícola;</li> <li>✓ Diminuir os problemas trabalhistas;</li> <li>✓ Reduzir custos de produção, pelo fato de sua falta de especialização;</li> <li>✓ Evitar a imobilização de capital em terras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A incorporação de novos custos como: transporte, assistência técnica, controle de qualidade, administração, etc.;</li> <li>✓ A perda da qualidade da matéria-prima, quando os produtores negligenciam os padrões produtivos determinados;</li> <li>✓ O risco de redução da matéria-prima, no caso de desrespeito do contrato pelos produtores, quando atraídos por melhores preços de mercado.</li> </ul>

Fonte: Lopes, 1992 apud Souza, 2001.

Segundo Veiga et al. (2006), a cadeia produtiva da cana-de-açúcar no Estado do Rio de Janeiro apresenta duas particularidades regionais quanto ao fornecimento de cana. A primeira é o elevado número de fornecedores, cerca de dez mil, com grande contingência de produtores com médias anuais inferiores a 300 t e representando apenas 20% da produção anual de cana entregue às usinas.

Morgado (1991) observou que mais da metade dos fornecedores cadastrados na associação local são considerados microfornecedores, com produção inferior a 100 t, cujo montante atinge 6% da produção total. Por considerá-los com pouca possibilidade de se dedicarem à cultura como atividade economicamente viável, esses fornecedores foram excluídos da sua estratificação, elaborada conforme a quantidade total de cana entregue: pequenos, de 101 a 500 t; médios, de 501 a 2.000 t; e grandes, acima de 2.000 t.

A segunda particularidade marcante na Região Norte Fluminense é a presença de um novo agente nas negociações da cana: o comprador de cana, que se encarrega da sua colheita e da entrega à usina. A consequência nefasta para os agentes econômicos, produtor rural e agroindústria, é que ambos são prejudicados pela queda na qualidade dessa matéria-prima fornecida.

A sistemática de pagamento de cana pela qualidade é bastante complexa, de difícil entendimento para os agricultores, pois leva em conta uma série de

parâmetros tecnológicos industriais. O processo de desregulamentação do setor culminou com a liberalização dos preços da cana em 1999, ano em que houve a mudança mais significativa na forma de pagamento da cana, passando a ser paga pelo teor de ATR – Açúcares Totais Recuperáveis. Criada em São Paulo, essa sistemática foi se difundindo pelo restante do país, respeitando as características regionais (CONSECANA, 2006; SACHS, 2007). Conforme descrito por Costa (2001), essa mudança de critério de pagamento de cana foi prejudicial aos fornecedores de cana do Estado do Rio de Janeiro, especialmente por considerar um elevado valor de perdas industriais para determinação do ATR da cana.

Mesmo mediante boa remuneração, ou seja, mesmo aplicando-se os preços praticados em São Paulo, a arrecadação final é pequena devido à escala de produção. Isso porque a cana possui pouco valor agregado. Em pequenas propriedades, com menos de 10 ha, o produtor não consegue se manter no negócio.

Uma das consequências dos conflitos envolvendo produtores de cana e industriais foi a iniciativa de a cooperativa local de fornecedores industrializar a cana em uma massa falida arrendada. Nessa unidade, o açúcar é moeda de troca pela cana fornecida.

### 2.3. Irrigação por gotejamento

A irrigação justifica-se como recurso tecnológico indispensável ao aumento da produtividade das culturas em regiões onde a insuficiência ou má distribuição das chuvas inviabiliza a exploração agrícola, como ocorre nos Estados do Nordeste e nos Estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, no Sudeste. No Estado de São Paulo, o maior produtor nacional de cana-de-açúcar, praticamente todo o cultivo é conduzido em condições de sequeiro, sob o paradigma de que irrigá-la é economicamente inviável nas condições edafoclimáticas daquele Estado (FRIZZONE et al., 2001; MARQUES et al., 2006).

A agricultura irrigada exige alto investimento em obras e aquisição de equipamentos, transporte, controle e distribuição de água, além de custos adicionais com energia e mão-de-obra para operação do sistema. Tais despesas devem ser pagas pelo incremento de produtividade proporcionado pelo fornecimento de água às plantas (CLARK et al., 1993).

Blanco et al. (2004), estudando a viabilidade econômica da irrigação da manga para o Estado de São Paulo, concluíram que o custo da aquisição do equipamento associado à sua vida útil foi o fator de maior sensibilidade na análise de viabilidade e que a cobrança pela utilização da água não inviabilizou a implantação do sistema de irrigação. O autor considera que a instalação de um sistema de irrigação só será vantajosa se o aumento de produção obtido com a irrigação, ou seja, a diferença entre a produção obtida sob condições irrigadas e de sequeiro, for suficiente para gerar uma receita líquida maior que os custos fixos e variáveis do sistema a ser adquirido. Assim, a metodologia daquele trabalho baseia-se na determinação do incremento de produção necessário, sendo que a possibilidade de obtenção de tais incrementos dependerá de diversos fatores como: produtividade de sequeiro, manejo da cultura e potencial produtivo da variedade utilizada, dentre outros.

A irrigação por gotejamento, por se tratar de sistema fixo, apresenta um custo de instalação maior que os demais sistemas de irrigação, a despeito do menor custo variável com mão-de-obra decorrente do maior nível de automação. As principais vantagens da irrigação localizada são a maior eficiência no uso da água, na adubação e no controle sanitário; aumento de produtividade; economia de mão-de-obra; possibilidade de uso em diferentes tipos de solos e topografia e aplicação de água salina ou em solos salinos (BERNARDO, 2006). As desvantagens ou limitações da irrigação localizada, relacionadas aos entupimentos e a distribuição do sistema radicular, têm sido reduzidas pelas novas técnicas disponíveis, de forma que culturas de menor valor comercial, como a cana, estão sendo cultivadas em escala comercial por meio dessa técnica.

Marques et al. (2006) verificaram que a cultura da cana-de-açúcar irrigada na região de Piracicaba apresentou valores médios da relação benefício/custo inferiores a 1,0 para os diversos sistemas testados, ou seja, todas as análises realizadas mostraram-se economicamente inviáveis. A produtividade esperada sem irrigação foi bem elevada, com média de 110,2 t/ha. A produtividade com irrigação foi fixada em 174 t/ha, correspondente a um aumento de 58%.

Santos (2005) aplicou um modelo de análise de decisão para analisar a economicidade da irrigação suplementar, no primeiro estágio de desenvolvimento

(estabelecimento + vegetativo), da cana-de-açúcar na microrregião de Coruripe - AL. Para as condições analisadas, quando se empregou a técnica de irrigação por aspersão, concluiu-se que existe um grande potencial de viabilidade técnica e econômica para irrigação do início de ano (janeiro).

Souza (1998) relata que, em dois experimentos conduzidos na Região Norte Fluminense, um em baixada e outro em tabuleiro, os acréscimos na produção de cana decorrentes da irrigação foram em torno de 80%. A produtividade média de 11 cortes das canas irrigadas por aspersão superou 90 t/ha, contra uma média em torno de 50 t/ha nas áreas não irrigadas.

A Agrovale<sup>6</sup> possui uma produtividade média de cana-de-açúcar superior a 100 t/ha, com base no cultivo com longevidade do canavial de sete a nove anos. O sistema de irrigação é distribuído em 1.029 ha irrigados por aspersão, 13.869 ha irrigados por sulcos e 50 ha irrigados por gotejamento numa área piloto. Na área irrigada por gotejamento, a produtividade é de 116 t/ha (SOARES et al., 2003).

As primeiras experiências com a irrigação por gotejamento em cana-de-açúcar ocorreram em 1959 no Havaí. Em 1976, já havia 8.900 ha irrigados naquele Estado, onde a colheita é feita a cada 24 meses, obtendo-se rendimentos agrícolas superiores a 200 t/ha (DEREMER, 1979).

No Brasil, experimentos com gotejamento foram conduzidos em diversas regiões produtoras do Centro Sul e Nordeste. Um dos primeiros relatos foi sobre um experimento conduzido em Araras - SP, em 1975, com produtividade de 137 t/ha (SCARDUA; SOUSA, 1976).

Em 1981, Tuler et al. (1981), em experimento de irrigação por gotejamento de cana, no ciclo de primeira soca, conduzido nos solos de baixada da Região do Norte Fluminense, obtiveram acréscimo máximo de 37,0 t/ha de cana no tratamento com maior produtividade, que produziu 144,4 t/ha.

Em 1983, Vieira et al. (1983) conduziram um experimento com cana-planta em Piracicaba - SP, obtendo produtividade de 156 t/ha nos tratamentos

---

<sup>6</sup> Agrovale - Agroindústrias do Vale do São Francisco, localizada no Município de Juazeiro - BA.

irrigados por gotejamento e por sulco, contra 139 t/ha no tratamento não irrigado. A precipitação acumulada nos 537 dias do ensaio foi de 2.136 mm.

A partir da última década do século passado, diversas usinas brasileiras implantaram projetos-piloto de irrigação por gotejamento, especialmente os contratados pela Netafim<sup>7</sup>. A Netafim é uma empresa israelense que iniciou a tecnologia de irrigação por gotejamento na década de 1960, tornando-se líder no setor de irrigação e pioneira em sistemas de irrigação localizada. A empresa, que conta com o aval de 6,5 milhões de hectares irrigados por esse sistema em 126 países, possui 13 fábricas em funcionamento no mundo - quatro em Israel, duas na China, além de unidades na Austrália, Índia, África do Sul, Chile, Estados Unidos, França e Brasil (Ribeirão Preto, SP), onde comercializa sistemas de irrigação desde 1994 (ANSEMI, 2007).

Segundo Pedroso (2009), além das usinas, diversos produtores de cana implantaram, no Estado de São Paulo, o sistema irrigado por gotejamento adquirido da Netafim. Dentre eles, constam: Luiz Feltre, em área de 35 ha, com produtividade de 150 t/ha no primeiro corte e 120 t/ha no segundo corte; Maria Ângela Ribas, em área experimental de 10 ha, com produtividade de 160 t/ha no primeiro corte, 155 t/ha no segundo corte e 150 t/ha no terceiro corte; Ricardo Azevedo, em área de 76 ha, na Usina Mandu, com produtividade de 172 t/ha no primeiro corte e 140 t/ha no segundo corte. A família Saad, proprietária da Fazenda Natal, no Município de Igarçu do Tietê, possui 350 ha irrigados por gotejamento, com produtividade de 178 t/ha no primeiro corte, 117 t/ha no segundo corte e 147 t/ha no terceiro corte. A meta é de se estender a irrigação para toda área de 762 ha. Segundo Ripoli (2006), na área colhida na primeira etapa, as quatro variedades cultivadas apresentaram elevados teores de açúcares totais recuperáveis (ATR): RB85-5453 (167,95 kg/t); SP89-1115 (157,60 kg/t); RB85-5156 (168,05 kg/t) e SP80-3280 (158,27 kg/t).

Dentre as usinas da Região Centro Sul, Pedroso (2009) destaca a Usina Catanduva, no Município de Catanduva, SP, que possui área experimental de 5 ha, com produtividade de 182,6 t/ha no primeiro corte e, para cada um dos demais cortes, até o sétimo corte, as seguintes produtividades: 196,7; 171,5;

---

<sup>7</sup> Site: <[www.netafim.com.br](http://www.netafim.com.br)>.

153,7; 147,8; 107,3 e 134,7 t/ha. A Usina Iturama, no Município de Iturama, na região do Triângulo Mineiro, Oeste do Estado de Minas Gerais, com área de 450 ha e produtividade de 150 t/ha no primeiro corte e 140 t/ha nos dois cortes seguintes. A Usina Sada, no Município de Jaíba, no norte de Minas, com área 180 ha e produtividade de 250 t/ha no primeiro corte.

No Nordeste, segundo Pedroso (2009), a Netafim implantou o sistema de gotejamento em diversas usinas. A Usina Agrovale, no Município de Juazeiro, no sertão da Bahia, possui 130 ha, onde as duas variedades cultivadas, SP 801816 e SP813250, obtiveram produtividade média de sete cortes, variando entre 115 e 175 t/ha. A usina está implantando mais 850 ha. A Usina Santa Clotilde, no Município de Rio Largo, Alagoas, possui 420 ha, com produtividade de 150 t/ha no primeiro corte, 135 t/ha no segundo corte e 130 t/ha no terceiro corte. A Usina Porto Rico, no Município de Campo Alegre – AL, com área experimental de 62 ha, e a Usina Japungu, no Município de Santa Rita, PB, com área de 50 ha, esperam pela primeira colheita. A Usina Itajubara, no Município de Coelho Neto, MA, possui 420 ha, com produtividade de 150 t/ha no primeiro corte, 135 t/ha no segundo corte e 130 t/ha no terceiro corte. A Usina Seresta, no Município de Teotônio Vilela, Alagoas, implantou, em 1997, na Fazenda Danielle, uma área de 17 ha, com produtividade média de 105 t/ha, em 10 cortes, contra a média de 53 t/ha da área de sequeiro. De posse dos resultados promissores, a Usina Seresta decidiu implantar 1.500 ha de irrigação por gotejamento, no período de dezembro de 2007 a abril de 2008 (ANSELM, 2008). Segundo Pedroso (2009), a produtividade do primeiro corte foi 110 t/ha.

Em palestra apresentada pela Usina Coruripe, Alagoas, durante o 9º Congresso Nacional da STAB, em novembro de 2008, a empresa informou que já implantou 1.195 ha de irrigação por gotejamento, com rendimento médio superior a 100 t/ha, ao longo de 10 anos.

Em Campos dos Goytacazes, no início dos anos 2000, a Usina Santa Cruz e a então Usina São José, hoje Coagro, implantaram áreas-piloto com 5,0 ha de cana irrigada por gotejamento. Segundo técnicos que acompanharam os projetos, na Usina Santa Cruz, as produtividades variaram de 155 t/ha, na cana planta, a 125 t/ha, na segunda soca. Na Usina São José, a produtividade da cana planta foi de 166 t/ha e a média de três cortes foi de 145 t/ha.

Em novembro de 2007, foram contemplados pelo edital de Apoio à Inovação Tecnológica, da Faperj, dois projetos envolvendo o desenvolvimento de um sistema de produção de cana-de-açúcar irrigada por gotejamento na Região Norte Fluminense. Um dos projetos, coordenado por pesquisadores da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Campus Dr. Leonel Miranda, foi implantado em área contínua de 35 ha. No outro, coordenado pela Cooperativa Mista dos Produtores Rurais Fluminense (Cooplanta), foi implantado em três áreas de 10 ha. Em ambos os projetos, a previsão de colheita é a partir de setembro de 2010.

Em maior escala, um projeto de irrigação de cana por gotejamento foi implantado na Fazenda Partido, em Campos dos Goytacazes, pelo grupo Itamarati, que, posteriormente, vendeu a propriedade ao grupo Feliz Terra Agrícola. Instalado numa área de 103 ha, com previsão de expansão para 800 ha, a área total da propriedade é de 2.000 ha. Segundo Lopes (2009), o plantio foi feito no mês de junho de 2008 e a colheita nos meses de julho e agosto de 2009. As variedades cultivadas foram SP 80-3280, SP 80-1816, RB 867515 e RB 855536. A produtividade média foi de 134,0 t/ha e a quantidade de ATR foi de 120,27 kg/t. Aplicou-se maturador Ethrel (0,6 L/ha), com 20 dias de antecedência ao início da colheita. A irrigação foi cortada com 3 meses de antecedência e, nesse período, a pluviosidade foi de 412 mm. Ao longo de todo o cultivo, a pluviosidade foi de 1.580 mm e a lâmina de irrigação foi de 800 mm. A produtividade da cana de sequeiro, cultivada na proximidade do projeto, foi de 115 t/ha.

### 2.3.1 Fertirrigação

Uma das vantagens da irrigação por gotejamento é facilitar a aplicação dos efluentes líquidos formados no processamento da cana, mais especificamente, a vinhaça, gerada na produção de álcool e água de lavagem de cana das usinas que ainda a praticam. Ao enviar esses efluentes por tubulações, a indústria dispensa o uso de veículos adaptados especialmente para esse tipo de transporte.

Uma usina típica, que destina entre 45% e 55% das canas para cada um dos produtos, açúcar e álcool, e que processa 1.200.000 t de cana por safra,

produz cerca de 1.200.000 sacos de 50 kg açúcar e 40.000 m<sup>3</sup> de álcool. A área requerida para suprir toda a demanda de cana é de 12.500 ha, considerando uma produtividade média de 80 t/ha. A área diminui para 10.000 ha, se a produtividade média passar para 100 t/ha, e aumenta para 16.667 ha, caso a produtividade média caia para 60 t/ha.

O volume de vinhaça gerado na produção de álcool é, em média, de 13 litros por litro de álcool. Para a produção considerada de 40.000 m<sup>3</sup> de álcool, a relação entre vinhaça e área é de 42 m<sup>3</sup> de vinhaça por hectare, ou 4,2 mm de lâmina de irrigação na área considerada de 12.500 ha. Uma usina que usa água de lavagem em circuito aberto consome em média 3,5 m<sup>3</sup> de água por tonelada de cana, fornecendo uma lâmina de 28 mm para a irrigação dessa área.

O volume produzido dos efluentes água de lavagem e vinhaça, numa safra, é suficiente para fornecer uma lâmina de pouco mais de 32 mm de irrigação, sendo pouco expressivo para atendimento às necessidades hídricas da cultura, que varia entre 450 e 750 mm.

### 2.3.2 Fixação biológica de nitrogênio

Uma das principais vantagens do uso da irrigação localizada é o aumento da eficiência no uso da água e da adubação, daí o uso corrente do termo fertirrigação localizada. Dentre os macronutrientes usados na fertirrigação, o nitrogênio foi tratado com ênfase neste trabalho, devido à expressiva variabilidade de dosagens empregadas no cultivo da cana planta, sendo normalmente o fertilizante que provoca o maior impacto numa análise de sensibilidade. Segundo Boddey et al. (1999), com exceção da água, o nitrogênio é o nutriente quantitativamente mais importante e o que mais frequentemente limita o crescimento vegetal. Apesar de ser o elemento mais abundante da atmosfera, as plantas não são capazes de utilizá-lo sob a forma gasosa, podendo apenas absorvê-lo do solo na forma de compostos solúveis, como nitrato de amônio e ureia.

Para incrementar a produtividade agrícola, o homem empregava, no cultivo, fontes naturais de nitrogênio, como o salitre do Chile e o guano, um excremento de aves marinhas, explorado em abundância na costa do Peru até o início do século XX, como fertilizante orgânico. A forte demanda por compostos

nitrogenados pela agricultura e pela indústria bélica, propiciou naquela época, o desenvolvimento do processo Haber-Bosh para produção de amônia. A síntese da amônia favoreceu o surgimento da revolução verde que, a despeito de prover alimentos com maior abundância, implicou o expressivo aumento de custos financeiros, energéticos e ambientais.

Os organismos pertencentes ao grupo dos eucariotos (plantas e animais) não conseguem utilizar diretamente o  $N_2$  na atmosfera terrestre. Entretanto, no final do século passado, descobriu-se que várias espécies de leguminosas, como soja e feijão, possuíam nódulos nas raízes contendo bactérias que transformavam o nitrogênio gasoso do ar em amônia. Estes organismos, pertencentes ao grupo dos procariotos, são denominados diazotróficos e o mecanismo responsável pela incorporação de nitrogênio à biomassa é chamado de fixação biológica de nitrogênio – FBN (BODDEY et al., 1999; MARIN et al., 1999).

Dentre as leguminosas produzidas em larga escala, a soja, introduzida no Brasil na década de 1960, é cultivada sem nenhuma aplicação de adubos nitrogenados. Isso graças à seleção e adaptação das variedades aos solos locais para promover a fixação biológica de nitrogênio. A economia anual com a FBN é estimada em cerca de dois bilhões de dólares (MARIN et al., 1999). Enquanto alguns países, grandes produtores como os EUA, aplicam nitrogênio, mesmo em doses relativamente baixas, a FBN contribuiu significativamente para que o Brasil se tornasse o segundo produtor mundial de soja.

A extensão das pesquisas em FBN para plantas não leguminosas, como as gramíneas, deveu-se principalmente ao pioneirismo das pesquisas realizadas no Brasil por Joana Döbereiner, a partir do final da década de 1950. Döbereiner inicialmente isolou e identificou bactérias fixadoras de nitrogênio encontradas na região da rizosfera da cana. Posteriormente, foram isoladas as bactérias endofíticas obrigatórias, que não são encontradas em vida livre no solo, mas somente em raízes, colmos e folhas de cana. Essas bactérias possuem as características responsáveis pelas altas taxas de FBN associadas à cultura de cana-de-açúcar (XAVIER, 2006).

Segundo Urquiaga et al. (2003), as quantidades de nitrogênio adicionadas anualmente nas socarias raramente ultrapassam 80 kg/ha e, na cana planta, a aplicação normalmente não excede 30 kg/ha. Por outro lado, o acúmulo de

nitrogênio é muito superior ao adicionado. Enquanto a cana planta acumula entre 150 e 200 kg/ha de N, o acúmulo na cana soca varia entre 120 e 160 kg/ha de N. A reposição desse nitrogênio extraído pela cana é atribuída à FBN.

### 3. TRABALHOS

## AVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE DO SISTEMA AGROINDUSTRIAL DA CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE

### RESUMO

A agroindústria açucareira na Região Norte Fluminense, a atividade econômica mais antiga do Estado do Rio de Janeiro, perdeu significativa parcela do mercado brasileiro a partir do final da década de 1980, com o fechamento de mais da metade de seu parque industrial, que permanece ocioso. Nesse período, em contrapartida, o Brasil ampliou sua participação no mercado mundial de açúcar em mais de 10%. Este trabalho teve como objetivo analisar a competitividade do SAG da cana na Região Norte Fluminense, tomando-se por base os principais indicadores de competitividade. A localização e a topografia foram apontadas como subfatores que contribuem positivamente para o aumento da competitividade, enquanto a falta de cana foi considerada um dos principais entraves para o soerguimento do setor sucroalcooleiro no Estado do Rio de Janeiro.

### ABSTRACT

The sugarcane agribusiness in the North Region of Rio de Janeiro, the most ancient economic activity of Rio de Janeiro state, lost significant parcel of the Brazilian market from the end of 1980's, by closing the majority of its industrial park, which is still useless. Conversely, in the same period, the Brazilian market share in the world sugar market raised by 10%. The objective of the current study was to evaluate the agribusiness system competitiveness of sugarcane in the North Region of Rio de Janeiro, based on the main competitiveness indicators. The localization and topography were the sub-factors that contributed positively to raise the competitiveness, while the lack of sugar cane was considered one of the main barriers for recovering the sugar-alcohol sector of Rio de Janeiro state.

## INTRODUÇÃO

O sistema agroindustrial (SAG) da cana-de-açúcar é um dos mais antigos e está ligado aos principais eventos históricos do Brasil. O ciclo do açúcar, a escravidão, a cachaça e o carro a álcool têm em comum a origem naquela gramínea. Se, no Brasil Colônia, a cana era matéria-prima para o açúcar se consolidar como um dos principais produtos de exportação, nesta primeira década do século XXI, ela permite que o país se mantenha como o maior produtor e exportador mundial de açúcar e de álcool.

O SAG da cana no Brasil é constituído por dois subsistemas regionais; um no Centro/Sul (C/S) e outro no Norte/Nordeste (N/Ne). O primeiro, mais competitivo e dinâmico, representa 85% da produção brasileira de cana-de-açúcar. Ambos, no entanto, são citados como os dois primeiros em competitividade no mundo.

As vantagens do subsistema produtor de cana do C/S são a de se localizar na região de melhores características edafoclimáticas existentes no mundo, parque industrial forte, base para pesquisa agropecuária tradicional e tradição. As vantagens do N/Ne são: a localização para atender ao mercado local de açúcar e álcool, e o acesso às cotas especiais de exportação, principalmente para o mercado norte-americano.

Na tabela 1, verifica-se que, no período de 15 anos, a produção nacional de cana teve um aumento de 74%. A maior parte desse contingente de cana foi destinada à produção de açúcar, cujo aumento nesse período foi superior a 250%, enquanto a produção de álcool aumentou pouco mais de 38%.

Tabela 1 - Produção de cana, açúcar e álcool no Brasil – 1990-2005.

Produção	1990	1995	2000	2005
Cana (10 <sup>3</sup> t)	222.429	251.827	257.622	386.584
Açúcar (10 <sup>3</sup> t)	7.365	12.653	16.249	25.834
Álcool (m <sup>3</sup> )	11.515	12.590	10.593	15.936

Fonte: Unica, 2006

O expressivo aumento da produção de açúcar se deve à evolução tecnológica do setor sucroalcooleiro nacional que, ganhando em competitividade, ampliou sua participação de 17,3% para 28,8% do total mundial, em detrimento

da participação da Austrália (queda de 15,8% para 9,2%), de Cuba (queda de 13,9% para 10,9%) e Tailândia (queda de 11,4% para 9,1%) no valor total exportado entre 1996 e 2003 (PEREZ; TORQUATO, 2006).

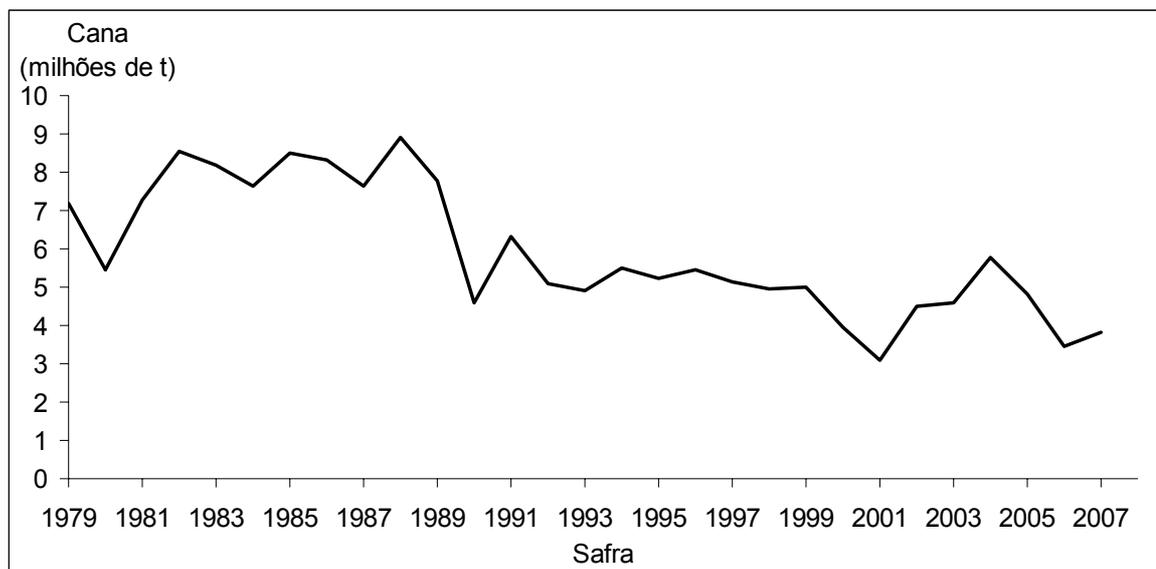
Para manter sua posição de destaque na produção e exportação de açúcar e álcool, o Brasil está estendendo seus canaviais para todo o país, especialmente para o oeste paulista e para o cerrado, nos Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás. São 90 projetos em andamento que deverão levar o país a superar os 900 milhões de toneladas de cana em 12,2 milhões de hectares na safra 2015/16, quantidade suficiente para produzir cerca de 36 bilhões de litros de álcool (TORQUATO, 2006).

Apesar das potencialidades do setor sucroalcooleiro nacional, o Estado do Rio de Janeiro, que historicamente mantinha-se entre os maiores produtores de cana do país, desde o período colonial até meados da década de 1980, vem perdendo posições no *ranking* nacional. Em 1975, ano em que se implantou o Proálcool, o Rio de Janeiro era o quarto Estado do Brasil em área cultivada com cana-de-açúcar, perdendo apenas para São Paulo, Pernambuco e Alagoas. A partir desse período, a produção de cana-de-açúcar aumentou significativamente em diversos Estados, como Minas Gerais, Paraná, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, deixando o Estado do Rio de Janeiro no décimo primeiro lugar. Mesmo assim, a cana continua sendo a cultura de maior importância econômica, ocupando a maior área colhida e valor de produção dentre os diversos produtos agrícolas cultivados no Estado. Apesar de possuir um grande mercado consumidor, sendo importador de açúcar e de álcool, a produção de cana-de-açúcar no Estado representa menos de 1% do contexto nacional nesse início de milênio.

A agroindústria açucareira, a atividade econômica mais antiga do Estado do Rio de Janeiro, com 18 indústrias em funcionamento no início da década de 1980, teve seu parque industrial reduzido a apenas oito na safra 2005/2006. Essa situação provocou mudança na economia regional, sobretudo no setor agroindustrial açucareiro (VEIGA et al., 2006).

A produção de cana na Região Norte Fluminense atingiu o pico de produção no meado da década de 1980, superando 8 milhões de toneladas por

safras. A partir da década de 1990, a produção anual tem sido inferior a 5 milhões de toneladas, conforme mostra a figura 1.



Fonte: Asflucan, 2008.

Figura 1 - Produção anual de cana na Região Norte Fluminense, em milhões de toneladas.

O objeto de pesquisa do presente trabalho é a verificação do nível de competitividade do SAG da cana na Região Norte Fluminense. O problema da pesquisa a ser desenvolvida refere-se à seguinte indagação: quais são os principais fatores de competitividade e como eles impactam, positiva ou negativamente, o SAG da cana na Região Norte Fluminense?

Este trabalho tem como objetivo principal formular uma resposta plausível ao questionamento, tomando-se por base os indicadores de competitividade do SAG da cana, descritos na metodologia proposta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O termo competitividade, embora faça parte obrigatória do vocabulário contemporâneo de políticos, empresários, lideranças sindicais e patronais, entre outros, não tem uma definição precisa. Pelo contrário, compreende tantas facetas de um mesmo problema que dificilmente se pode estabelecer uma definição ao mesmo tempo abrangente e útil (SILVA; BATALHA, 1999; FARINA, 1999).

Ferraz, Kupfer e Haguenaer (1996) identificam duas vertentes de entendimento do conceito de competitividade. Na primeira, a competitividade é

vista como "desempenho" de uma empresa ou produto, cujo indicador principal é a participação de um produto ou empresa em um determinado mercado (*market share*). Esse indicador de competitividade é a contribuição mais útil e difundida da economia neoclássica para os estudos de competitividade.

Na segunda vertente, a competitividade é vista como "eficiência" e está relacionada com o paradigma seminal da organização industrial: estrutura – conduta – desempenho. Este paradigma estabelece que o desempenho futuro de uma empresa ou de um setor possui relação direta com as suas opções estratégicas, consideradas suas restrições gerenciais, financeiras, tecnológicas e organizacionais. A partir da relação existente entre opções estratégicas e desempenho futuro, é possível prever o potencial de competitividade que essa empresa ou setor possui. Sob tal ótica, há uma relação causal entre a conduta estratégica da firma e o seu desempenho eficiente (SILVA; BATALHA, 1999).

Ferraz et al. (1996), considerando insuficientes essas duas abordagens, definem competitividade como "a capacidade de a empresa formular e implementar estratégias concorrenciais que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado". A sustentabilidade implica que essa posição seja consistente com a realização de lucros não negativos. Decorre dessa definição a idéia de que a competitividade é uma medida de desempenho das firmas individuais.

No entanto, esse desempenho depende de relações sistêmicas, já que as estratégias empresariais podem ser obstadas por gargalos de coordenação vertical ou de logística. É o caso do agronegócio, em que existe um conjunto de especificidades que resulta na definição de um espaço de análise diferente dos convencionalmente admitidos em estudos de competitividade. Esse espaço é a cadeia de produção agroindustrial. Assim, os estudos de competitividade, dentro da visão do agronegócio, devem efetuar um corte vertical, no sistema econômico, para a definição do campo de análise. Nesses casos, a competitividade desse sistema aberto, definido por uma dada cadeia de produção agroindustrial, é vista de forma sinérgica, e não como a simples soma da competitividade individual de seus agentes (SILVA; BATALHA, 1999).

Para Silva e Batalha (1999), do ponto de vista da análise da competitividade de uma dada cadeia agroindustrial, dois aspectos merecem ser

destacados: sua eficiência e a sua eficácia. A eficácia está relacionada à capacidade de a cadeia agroindustrial fornecer produtos/serviços adaptados às necessidades dos consumidores. Por outro lado, sua eficiência refere-se ao padrão competitivo de seus agentes e à capacidade de coordenação necessária para que os produtos sejam disponibilizados ao consumidor.

Ao desenvolverem um referencial metodológico para analisar a competitividade do agronegócio canadense, Van Duren et al. (1991) admitem que tanto a escola neoclássica de pensamento econômico quanto os paradigmas da organização industrial (OI) e da gestão estratégica fornecem conceitos úteis para a análise de competitividade nas cadeias agroindustriais. Eles consideram que a competitividade pode ser medida pela participação de mercado ocupada pela cadeia e pela sua rentabilidade. Esse mesmo enfoque foi adotado em diversos estudos da competitividade como o de Batalha e Silva (2000), para a cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil; Cardoso (2003), para a cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil; Siqueira (2004), para a cadeia agroindustrial da cana-de-açúcar na região do Triângulo Mineiro e Alto Parnaíba.

Levando-se em conta o caráter sistêmico dos fatores que influenciam a competitividade das cadeias, Van Duren et al. (1991) estabeleceram quatro grupos de fatores que podem contribuir, negativa ou positivamente, para o desempenho competitivo das cadeias agroindustriais: fatores controláveis pelo governo, fatores controláveis pela firma, fatores quase controláveis e fatores não controláveis por nenhum dos agentes. A identificação dos fatores limitantes da competitividade permite delimitar o espaço de ação dos diferentes atores, caso sejam implementadas medidas de intervenção na cadeia.

Os fatores controláveis pelo governo não podem ser modificados por ações específicas dos agentes da cadeia, apesar de as ações governamentais estarem sujeitas à pressão dos agentes do setor. A controlabilidade ocorre por meio das políticas públicas: fiscal, monetária, P&D, educação e industrialização. Os fatores controláveis pela firma podem ser modificados por decisão exclusiva dos agentes da cadeia, por meio de sua estratégia de negócio. Os fatores quase controláveis possuem correspondência aos apresentados por Porter (1990) nos estudos de competitividade. Os preços dos insumos e as condições de demanda

correspondem, respectivamente, ao poder de barganha dos fornecedores e dos clientes.

As ações de coordenação, visando ao aumento da competitividade da cadeia como um todo, estão incluídas, pelos autores no grupo dos fatores controlados pelas firmas e pelo Estado. Essa situação é a que efetivamente encontra-se na prática. Assim, esse modelo reconhece a importância de ações sistêmicas que afetam a competitividade da cadeia como um todo e dos agentes que a integram.

A avaliação dos fatores que impactam a competitividade da cadeia agroindustrial do setor sucroalcooleiro na Região Norte Fluminense foi feita em três etapas. Na primeira, a partir da caracterização do setor, foram selecionados os principais direcionadores de competitividade, a saber: fatores de produção, estrutura e relações de mercado, tecnologia, gestão e ambiente institucional. Cada direcionador foi dividido em subfatores, de acordo com as especificidades do segmento estudado. A seguir, os direcionadores foram classificados conforme seu grau de controlabilidade.

Na segunda etapa do processo metodológico, procurou-se avaliar qualitativamente a intensidade do impacto dos subfatores e sua contribuição para o efeito agregado dos direcionadores. Para tanto, estabeleceu-se uma escala do tipo *likert*, variando de "muito favorável", quando há significativa contribuição positiva do subfator, a "muito desfavorável", no caso da existência de entraves ou mesmo impedimentos, a curto e médio prazos, ao alcance ou sustentação da competitividade. Como valores intermediários, foram estabelecidas as categorias "favorável", "neutro" e "desfavorável". A escala é então transformada em valores que variam progressivamente, em intervalos unitários, de -2, para uma avaliação "muito desfavorável", a +2, para "muito favorável".

A escala *likert* é, essencialmente, uma escala ordinal, não sendo totalmente apropriada ao tratamento quantitativo dos valores atribuídos. Entretanto, segundo Singleton et al., apud Silva e Batalha (1999), é prática usual nas Ciências Sociais, a suposição de que medidas ordinais são aproximações de intervalos iguais de medição, podendo assim ser tratadas quantitativamente.

A combinação quantitativa dos subfatores, de modo a gerar uma avaliação para cada direcionador de competitividade, envolveu ainda uma etapa de atribuição de pesos relativos, dada a existência de diferentes graus de importância para os diversos subfatores. Finalmente, para atribuição de valores aos subfatores, utilizou-se uma variante da metodologia *delphi*, por meio da qual os membros da equipe de execução do estudo realizaram avaliações individuais, sucessivamente discutidas e revistas até que se alcançasse um julgamento consensual (SILVA; BATALHA, 1999).

## 1. Determinantes de competitividade

Os determinantes de competitividade da agroindústria sucroalcooleira foram classificados em fatores de produção, estrutura e relações de mercado, tecnologia, gestão interna e ambiente institucional. Cada um desses determinantes foi subdividido em subfatores como se segue:

### 1.1. Fatores de Produção

Para esse direcionador, foram considerados três subfatores:

a) Disponibilidade de matérias-primas: inclui a cana (própria e de fornecedores) e os demais insumos para a sua produção, como fertilizantes, água e energia elétrica.

b) Disponibilidade de capital: inclui as instalações, os estoques e, principalmente, o efeito da distância da indústria à montante, que produz as máquinas e equipamentos para a agroindústria da cana.

c) Disponibilidade de mão-de-obra: abrange a mão-de-obra agrícola e industrial.

### 1.2. Estrutura e Relações de Mercado

Para esse direcionador, foram considerados seis subfatores:

a) Relacionamento com fornecedores de cana: analisa as relações contratuais entre indústria e fornecedor da matéria-prima.

b) Relacionamento com fornecedores de insumos agrícolas: analisa a integração do setor e a intensidade das relações entre indústria e fornecedor.

c) Relacionamento com o mercado de açúcar: analisa os principais canais de comercialização do açúcar e o nível de exigência desse mercado.

d) Relacionamento com o mercado de álcool: analisa os principais canais de comercialização do álcool e o nível de exigência desse mercado.

e) Concorrência: analisa as influências das demais unidades industriais locais, bem como as de outras regiões do Brasil.

f) Parcerias com clientes ou outras empresas: considera a eficiência das parcerias com clientes e demais organizações.

### 1.3. Tecnologia

Para esse direcionador, foram considerados três subfatores:

a) Automatização industrial: analisa o nível de automatização e o *layout* da planta industrial.

b) Automatização agrícola: analisa o nível de automatização do setor agrícola.

c) Investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento: analisa o nível de investimento em P&D na agroindústria, desde a área agrícola à industrial.

### 1.4. Gestão Interna

Para esse direcionador, foram considerados quatro subfatores:

a) Estratégia mercadológica: analisa as decisões gerenciais que afetam o mercado.

b) Diversificação: analisa o nível de diversificação da empresa como álcoolquímica e cogeração de energia elétrica.

c) Gestão de QSMS: analisa a política de QSMS: Qualidade, Saúde, Meio Ambiente e Segurança adotada pela empresa.

d) Administração financeira: analisa o controle de custos, orçamento e a movimentação de recursos.

### 1.5. Ambiente Institucional

Para esse direcionador, foram considerados três subfatores:

a) Atitudes governamentais: analisa as políticas públicas locais, nos âmbitos municipal, estadual e federal.

b) Localização: analisa as vantagens localizacionais das unidades industriais frente às de outras regiões/estados.

c) Desenvolvimento de novas tecnologias: analisa o nível de desenvolvimento de novas tecnologias para o cultivo de cana na região.

## 2. Fonte de Dados

Os dados secundários foram coletados nas principais fontes nacionais, como IBGE<sup>8</sup>, Unica<sup>9</sup>, Orplana<sup>10</sup>, Agriannual, Ministério da Agricultura, e em consultas diretas, na Asflucan<sup>11</sup> e UFRRJ - Campus Dr. Leonel Miranda<sup>12</sup>.

Os dados primários foram coletados por meio de questionário aplicado em entrevista direta com os diretores/gerentes das cinco unidades industriais<sup>13</sup> consideradas e com três especialistas no setor, sendo um da área agrícola, outro na área industrial e outro na área de gestão da agroindústria sucroalcooleira. Todos os entrevistados são altamente qualificados, com larga experiência no setor. Os pesos de importância para cada subfator foram definidos pela percepção do pesquisador e de seus orientadores, tomando como base o trabalho realizado por Siqueira (2004), referente à cadeia agroindustrial da cana-de-açúcar na região do Triângulo Mineiro e Alto Parnaíba.

## 3. Objeto de pesquisa

A área de estudo é a Região Norte Fluminense no Estado do Rio de Janeiro, formada por nove municípios: Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira, São Fidélis, São Francisco do Itabapoana e São João da Barra, que formam a Microrregião de Campos dos Goytacazes; e Macaé, Carapebus,

---

<sup>8</sup> IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Site: <http://www.ibge.gov.br>.

<sup>9</sup> Unica - União da Indústria de cana-de-açúcar. Site: [www.unica.com.br](http://www.unica.com.br).

<sup>10</sup> Orplana - Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil. Site: [www.orplana.com.br](http://www.orplana.com.br).

<sup>11</sup> Asflucan - Associação Fluminense dos Plantadores de Cana.

<sup>12</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Campus Dr. Leonel Miranda. Site: <http://www.campuslm.ufrj.br>.

<sup>13</sup> Usina Barcelos, Coagro, Usina Paraíso, Usina Santa Cruz e Usina Sapucaia.

Conceição de Macabu e Quissamã, que formam a Microrregião de Macaé. O Município de Campos dos Goytacazes ocupa a maior área do Estado. Seus 4.037,8 km<sup>2</sup> correspondem a 9,2% do Estado do Rio de Janeiro (43.909,7 km<sup>2</sup>). É o principal município da Região Norte Fluminense em arrecadação de ICMS, correspondendo a 65,6% do total da Região Norte Fluminense em 1996.

É na Região Norte Fluminense que se encontra instalado todo o parque sucroalcooleiro do Estado, com exceção da única destilaria autônoma de álcool, que fica localizada na vizinha Região das Baixadas Litorâneas. A produção de cana ocupa o primeiro lugar no setor secundário da economia da Região Norte Fluminense. O setor industrial participa com 31% do PIB Regional, sendo 50% desse valor provenientes do setor sucroalcooleiro, que gera 20 mil empregos diretos e 50 mil indiretos (COSTA, 2001).

#### 4. Indústrias locais

Dentre as sete indústrias sucroalcooleiras em funcionamento no Estado do Rio de Janeiro na safra 2008/2009, duas unidades industriais não foram consideradas no trabalho por questão de escala, especificidade e localização. A Destilaria Agrisa, no Município de Cabo Frio, produz somente álcool e esmagou em média 130 mil toneladas nas safras 2005/06 a 2007/08. A Usina Pureza, no Município de São Fidélis, produz somente açúcar e esmagou em média 80 mil toneladas nessas mesmas três últimas safras (ASFLUCAN, 2008). Dentre as cinco unidades industriais pesquisadas, que respondem por mais de 85% da cana esmagada no Estado do Rio de Janeiro, quatro estão localizadas no Município de Campos dos Goytacazes, e a outra, no Município de São João da Barra.

##### 4.1. Usina Barcelos

A Usina Barcelos pertence ao Grupo Othon, proprietário de duas outras usinas desativadas no Estado do Rio de Janeiro. A Usina Carapebus, localizada no município de mesmo nome, foi desativada no final de 2001. A Usina do Cupim, localizada às margens da cidade de Campos dos Goytacazes, funcionou até a safra 2006/2007 e está em condições de retornar às atividades, caso haja aumento do fornecimento de cana. A Usina Barcelos, no Município de São João da Barra, mas localizada há menos de 20 km da cidade de Campos, opera

próximo à sua capacidade de moagem de 700 mil toneladas de cana por safra, sendo 50% da cana adquirida de fornecedores. A cana própria é cultivada nos 5.000 ha da usina e em outros 5.000 ha da Usina Cupim. Cerca de 65% da cana esmagada é para produção de açúcar e o restante para álcool hidratado, já que a indústria não produz álcool anidro.

#### 4.2. Coagro

A Coagro<sup>14</sup>, antiga Usina São José, assumida pelos produtores de cana em 2003, possui 8.100 cooperados. Foi instituída com base na experiência de oito cooperativas do Estado do Paraná; Cridasa, no Espírito Santo, que foi vendida para um grupo industrial; e Pindorama, em Alagoas, citada como exemplo de sucesso em virtude da diversificação do sistema de produção. A Coagro tem capacidade para moer 900 mil toneladas de cana por ano, mas processará 600 mil toneladas na safra 2008/09, uma ociosidade de 33%. Do total, a Coagro produzirá 850 mil sacas de 50 kg de açúcar e 20 milhões de litros de álcool hidratado. Possui versatilidade para destinar até 60% de cana para álcool e até 70% para açúcar. Atualmente, destina 55% para açúcar e 45% para álcool hidratado.

#### 4.3. Usina Paraíso

A Usina Paraíso tem capacidade para moer um milhão de toneladas de cana por safra, mas processa em média 600 mil toneladas, sendo 60% da cana adquirida de fornecedores e o restante cultivado em 3.000 ha próprios e mais 1.200 ha arrendados. Cerca de 65% da cana esmagada é para produção de açúcar e o restante para álcool hidratado, já que a indústria não produz álcool anidro.

#### 4.4. Usina Santa Cruz

A Usina Santa Cruz processa em média 800 mil toneladas de cana, sendo apenas 5% da cana adquirida de fornecedores e os 95% de cana própria cultivados em áreas arrendadas que somam 13.000 ha. São 5.500 ha no entorno da usina, arrendados do seu antigo proprietário, e grande parte arrendada de

---

<sup>14</sup> Coagro - Cooperativa Agroindustrial do Estado do Rio de Janeiro.

duas massas falidas, a Usina Cambaíba, próxima à Santa Cruz, e a Usina Quissamã, no município de mesmo nome, cujas terras distam em média 70 km e de onde vêm em média 250 mil toneladas de cana por safra. A Usina Santa Cruz, com capacidade de moagem de 1,5 milhão de toneladas de cana, desde 2002 pertence ao Grupo José Pessoa, que possui mais quatro usinas, duas em Mato Grosso, uma em São Paulo e outra em Sergipe. O *mix* de produção entre açúcar e álcool varia de 40 a 60%, mas a maior parte do álcool produzido é hidratado.

#### 4.5. Usina Sapucaia

A Usina Sapucaia processa em média 1,3 milhão de toneladas de cana, sendo 50% da cana adquirida de fornecedores e o restante de cana própria cultivada em 11.700 ha, considerando uma área arrendada da massa falida da Usina Outeiro. A usina tem capacidade de moagem de 2 milhões de toneladas de cana e tem interesse em arrendar terras. Cerca de 53% da cana esmagada é para produção de açúcar; 40% para álcool anidro e 7% para álcool hidratado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5. Fatores de produção

A falta de cana é apontada como um dos maiores problemas do setor na Região Norte Fluminense e responsável pela ociosidade de até 50% em algumas usinas. A estimativa apontada é que a região tem capacidade para processamento de 8 milhões de toneladas de cana, mas esmaga anualmente a metade desse contingente.

A tabela 2 apresenta a capacidade potencial de esmagamento de cana, segundo a visão de um dos entrevistados. Nas regiões de Quissamã e São Francisco, não há unidade industrial em funcionamento. Na primeira, com distância média de 70 km, a cana produzida é transportada para ser processada em Campos, na Usina Santa Cruz. Parte das canas da Região de São Francisco vai para Campos e parte para o Espírito Santo. As usinas Coagro e Paraíso dividem o recebimento das canas oriundas da região da Baixada Campista, onde estão localizadas.

Tabela 2 - Capacidade potencial de processamento de cana na Região Norte Fluminense, em toneladas.

Região	Capacidade (t)
Quissamã	1.000.000
Baixada (Coagro/Paraíso)	2.000.000
São Francisco	1.500.000
Cupim/Santa Cruz	1.500.000
Sapucaia	2.000.000
<b>Total</b>	<b>8.000.000</b>

Fonte: pesquisa do autor

As causas apontadas para o principal problema regional, a falta de cana, são de natureza estrutural e conjuntural. A causa estrutural é devido ao clima, caracterizado pela escassez e má distribuição das chuvas e incidência de ventos fortes. As causas conjunturais são: a estrutura fundiária, com elevado número de microprodutores, decorrente da longa divisão hereditária das terras; e a gestão do modelo de exploração agrícola, fortemente arraigada na cultura local. A resultante da associação desses dois fatores é a baixa produtividade agrícola, constatada especialmente nas pequenas propriedades.

A produtividade, em quilogramas de ATR por hectare, em São Paulo, é 40% maior que a do Rio de Janeiro, conforme dados fornecidos e constantes na tabela 3.

Tabela 3 - Produtividade média de cana e ATR nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro.

Produtividade	SP	RJ
Cana (t/ha)	80	55
kg ATR/kg cana	140	125
kg ATR/ha	11.200	6.875

Fonte: pesquisa do autor

O efeito perverso do clima torna-se mais acentuado nos cambissolos e, associado à elevada evapotranspiração, atingindo até 10 mm/d nos meses de janeiro, potencializa as perdas de produtividade com a alternância das cheias e das estiagens. Os aspectos positivos apurados para as causas estruturais são o relevo plano e a disponibilidade hídrica, incluindo os rios, lagos e canais. Foi

lembrado que a região possui o segundo maior canal em extensão do mundo, só perdendo para o Canal de Suez (SOFFIATI, 2007). Um dos entrevistados salientou que a associação estiagem/frio resulta numa brotação mais lenta da cana. Ele aplica torta de filtro, um subproduto da produção de açúcar, nos sulcos de plantio para elevar a temperatura devido à fermentação. Por experiência própria, a questão da estiagem pode ser corrigida com irrigação, mas o principal problema que enfrenta é com a drenagem.

Quanto à estrutura fundiária, com produção em pequena escala, há dificuldade de se operacionalizar as técnicas preconizadas, como colheita mecanizada ou aplicação de maturador, podendo ocorrer conflito com outras culturas próximas.

Quanto à gestão do modelo de exploração agrícola, foram ressaltadas diversas técnicas inadequadas de cultivo, como uso de variedades não apropriadas, falta de análise de solo para recomendação adequada de adubação e manejo inadequado, apesar da proximidade das instituições de pesquisa e extensão rural. A falta de controle de ervas daninhas é um dos grandes fatores que acarretam a baixa produtividade. Ainda é comum o incêndio nos canaviais provocado pelo fogo ateado às moitas de capim para a caça de preá.

A solução apontada pela maioria dos entrevistados é a aplicação das técnicas agrícolas recomendadas para o ambiente produtivo. Estas englobam o preparo do solo, incluindo adubação mediante análise prévia, escolha apropriada do plantel de variedades, tratamentos culturais para combate às ervas daninhas, pragas e doenças e devidos cuidados na colheita, como preconizados no projeto Cana Limpa. O modelo do sistema de produção deve ainda levar em consideração o uso da irrigação, a drenagem das áreas passíveis de inundação e a criação de um consórcio de produção de cana que permita o aumento da escala de produção, com vistas à colheita mecanizada de cana crua.

A remuneração da cana no Estado do Rio de Janeiro, como nas demais regiões produtoras, é feita com base na qualidade apresentada no momento de seu recebimento. A partir do final da década de 1990, com a desregulamentação do setor, foi criado em São Paulo o sistema de pagamento pelos açúcares totais recuperáveis (ATR), tendo como base, para avaliação da qualidade da cana, o então sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose (PCTS). No sistema

ATR, o preço final da matéria-prima depende dos preços de venda dos produtos comercializados, enquanto, no sistema PCTS, os preços da cana e dos produtos eram tabelados pelo governo federal (BURNQUIST, 1999; COSTA, 2001; CONSECANA, 2006; SACHS, 2007).

O valor da tonelada de cana (VTC), pelo sistema ATR, é obtido pelo produto do valor (em reais) de um quilograma de ATR (VATR) pela quantidade média ponderada de ATR apurada na quinzena (QATR).

$$VTC = VATR \times QATR \quad (1)$$

Onde:

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

VATR = preço médio ponderado de um quilograma de ATR, em real;

QATR = Quantidade média quinzenal ponderada de ATR, apurada na cana fornecida, em kg/t.

O preço do ATR (R\$/kg) é determinado pela FAPUR<sup>15</sup>, com base nos preços dos produtos<sup>16</sup> e do *mix* de produção das indústrias locais, ponderados nas três quinzenas, a que antecede, a em vigor e a posterior à que se refere o fornecimento de cana.

O valor atual de uma tonelada de cana, considerada padrão, ou seja, com 111,74 kg de ATR, é de R\$28,50, e corresponde ao preço do ATR (R\$/kg) igual R\$0,255. Por outro lado, o custo de produção da tonelada de cana é de R\$50,00, bem superior ao de comercialização, informou um dos entrevistados, lembrando que, historicamente, uma tonelada de cana equivale a uma arroba de boi na região e, hoje, encontra-se bem aquém dessa referência. Acrescentou ainda que o preço baixo da cana é decorrente da implantação dos novos projetos e da ampliação das indústrias existentes; de novos entrantes, grupos de fora do setor, nacionais e estrangeiros e da superprodução de açúcar na Índia. A conjunção desses fatores foi a causa apresentada para o exemplo contrastante dos preços

---

<sup>15</sup> FAPUR - Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ.

<sup>16</sup> Açúcar destinado aos mercados interno e externo e os tipos de álcool, anidro e hidratado.

entre açúcar e feijão: um pacote de 5 kg de açúcar custa R\$3,90 contra R\$6,00 de 1 kg de feijão. A indústria, onde este entrevistado trabalha, deixa de ganhar R\$10,00 por saco de açúcar, vendido a preços de 2001 (R\$27,00). A perda na safra para a indústria é de R\$15 milhões.

Alternativamente ao sistema de pagamento de cana pelo ATR, as indústrias locais remuneram a matéria-prima com base na moeda-produto, oferecendo, em média, 55 kg açúcar por tonelada de cana. Fica facultado ao fornecedor vender seu estoque de açúcar para o mercado ou para própria indústria, que garante, por meio de contrato, a compra por um preço mínimo. Para a indústria, a entrada de novos agentes, na comercialização do açúcar, é uma prática desfavorável, pois os fornecedores não possuem poder de barganha e experiência em comércio, o que aumenta a concorrência local e provoca queda nos preços.

A pouca disponibilidade local de indústrias à montante da indústria de processamento da cana não é fato relevante para medida de competitividade. A deficiência de concessionárias de veículos é minimizada pela proximidade com a cidade do Rio de Janeiro.

### 5.1. Estrutura e Relações de Mercado

Uma das características mais acentuadas do setor sucroalcooleiro norte fluminense, especialmente na região da Baixada Campista, é o fracionamento da estrutura fundiária, com elevado número de microprodutores, em função da longa divisão hereditária das terras.

Na tabela 4, verifica-se que, dentre os 10.096 fornecedores cadastrados na Asflucan<sup>17</sup>, a expressiva parcela de 86,5% produziu apenas 19,6% do contingente de cana durante a safra 2004/2005 (VEIGA et al., 2006).

---

<sup>17</sup> Asflucan - Associação Fluminense dos Plantadores de Cana.

Tabela 4 - Número de fornecedores e produção de cana-de-açúcar, por estrato – Rio de Janeiro – safra 2004/2005.

Estrato	Fornecedores		Cana-de-açúcar	
	número	%	tonelada	%
Até 300 t	8.738	86,5	502.249	19,6
> 300 - 1.000 t	896	8,9	480.039	18,7
> 1.000 - 5.000 t	390	3,9	821.273	32,1
> 5.000 t	72	0,7	758.284	29,6
Total	10.096	100,0	2.561.845	100,0

Fonte: Veiga et al., 2006, adaptado pelo autor.

Pelo perfil dos produtores, traçado por Veiga et al. (2006), constata-se que a cana-de-açúcar é uma cultura tradicional na região, cujos produtores possuem média de idade acima de 58 anos e mais de 25 anos dedicados à atividade canavieira.

Segundo os entrevistados, cerca de 50% dos fornecedores de cana mantem fidelidade na entrega de cana. Os mais jovens são menos fiéis, não aceitam manter vínculo com uma única indústria para não perderem o poder de barganha com ajudas indiretas, relativas ao corte, embarque e transporte.

Para estimular o vínculo no fornecimento de cana, uma das indústrias relatou a experiência de parceria, firmada em contrato de fidelidade, em que o produtor entrava com a terra e a mão-de-obra. A indústria forneceu, como adiantamento, os recursos para aquisição de cana, insumos e gastos com os tratos culturais. Infelizmente, faltaram recursos para a indústria cobrir os custos com os tratos culturais, e a parceria não se consolidou.

Um exemplo de parceria bem sucedida, citada por um dos entrevistados, ocorreu na Usina Alcídia, no Pontal de Parapanema - SP. A usina fez parceria com MST, incluindo outras instituições: Itesp (acompanhamento); Banespa (dinheiro); Usina (integradora) e MST (produção). O especialista acredita na possibilidade de se implantar, em Campos dos Goytacazes, uma parceria com assentamentos, como o Zumbi dos Palmares, nesses mesmos moldes.

Outro exemplo bem sucedido de relação usina-fornecedor ocorreu no Município de Campo Florido – MG, com a implantação de uma usina do Grupo Tércio Wanderley, com 100% de cana de fornecedores. A indústria estabeleceu

uma relação formal e de confiança com cerca de 30 produtores locais para cultivar cana em suas terras, com garantias dadas pela solidez do grupo. Na safra inicial, esmagou 700 mil toneladas de cana para produção exclusiva de álcool e, atualmente, a indústria produz açúcar e álcool, esmagando mais de 3 milhões de toneladas de cana por safra.

Alternativamente aos contratos de parceria, existem os arrendamentos, em que se paga em média 20% da cana produzida, ou seja, entre 8 e 14 t/ha, tomando-se como base uma produtividade média de 60 t/ha.

O açúcar produzido nas usinas da Região Norte Fluminense tem mercado diversificado. A Usina Santa Cruz, com controle da gestão centralizada no escritório central do grupo em São Paulo, não vende para pequenos comerciantes, mas direciona suas vendas aos grandes consumidores no mercado interno, como refinarias e demais indústrias à jusante. A Usina Sapucaia destina cerca de 50% da produção à exportação e a outra metade ao mercado interno, empacotado para o varejo, em que os riscos nos preços são menores.

De forma geral, o comércio de açúcar é visto como de boa atratividade, dada à proximidade dos centros consumidores e aos canais de exportação, como também à capacidade de as unidades industriais atenderem às exigências do mercado.

O mercado de álcool é destinado basicamente às grandes distribuidoras e é bem mais atrativo que o de açúcar. Segundo um dos entrevistados, o Estado do Rio de Janeiro possui uma característica peculiar, pois os preços finais do álcool anidro e hidratado são bem próximos, daí a pequena produção de álcool anidro na região, pois os custos para desidratação não compensam.

O expressivo incremento no consumo interno de álcool a partir do lançamento dos veículos *flex*, em 2003, bem como o crescimento da demanda mundial pelo biocombustível, protagonizada pelo aumento nos preços do petróleo, asseguram, às indústrias locais, condição muito favorável em termos de competitividade.

O Estado do Rio de Janeiro importa cerca de 90% do álcool e 50% do açúcar que consome. O mercado de açúcar na capital fluminense está sujeito à maior concorrência com as indústrias dos Estados do Nordeste, Minas Gerais,

Goiás e, especialmente, São Paulo, localizado na mesma distância econômica da Região Norte Fluminense. A concorrência é sazonal e, para distâncias maiores, como Mato Grosso, a diferença de custo no frete alcança entre R\$5,00 e R\$6,00 por saco de açúcar em favor da indústria local. Para o mercado de álcool, as vantagens comparativas são ainda maiores.

A Coagro, por se tratar de cooperativa, é beneficiada por isenções ou reduções de tributos como PIS, Cofins e imposto de renda.

O número de parcerias com clientes ou outras empresas, para minimizar custos nas relações comerciais, é restrito. Uma das usinas firmou parceria com a Petrobras e a Universidade Rural (UFRRJ) para recuperação de 10 ha da mata ciliar no trecho do rio Ururaí que corta a área de cultivo da usina.

## 5.2. Tecnologia

As usinas da Região Norte Fluminense possuem *layout* antigo, da década de 1950. Algumas não possuem espaço para expansão da área industrial em decorrência do processo de urbanização em seu entorno ou pela proximidade de rodovias e ambientes naturais como rios.

A despeito dos investimentos em automação do processo fabril, há consenso sobre a necessidade de incrementá-lo. Os novos projetos em implantação no país contemplam amplas modificações no processo, que são economicamente inviáveis nas usinas mais antigas. As inovações incluem a substituição do tandem de moendas pelos difusores para a extração do caldo, instalação de caldeiras com pressão elevada, entre 60 e 100 bar, contra as de 22 bar existentes, aumentando a eficiência térmica do processo para implantar a cogeração. Na destilaria, a operação de desidratação do álcool com peneira molecular tem substituído a destilação azeotrópica. As novas plantas ganham também em escala, acima de um milhão de toneladas de cana.

A obsolescência dos equipamentos, do *layout* das fábricas e a falta de automação industrial foram, em parte, justificadas pelos entrevistados como decorrente da ociosidade das usinas, chegando a 50%.

A Região Norte Fluminense possui 200.000 ha mecanizáveis ao cultivo da cana, dentre os quais 130.000 ha são também mecanizáveis para a colheita. A

tecnificação mais intensiva de toda essa área possibilitaria a produção anual de doze milhões de toneladas de cana. Apesar da vantagem competitiva propiciada pelo relevo plano, a colheita mecanizada de cana crua é incipiente na região. Em uma das usinas com maior grau de mecanização, as cinco colhedoras permitirão ampliar o corte mecanizado de 28% para 45%. Na área de morro, onde não é possível mecanizar a colheita, esta usina adota espaçamento de 1,0 m entre linhas para diminuir os custos no controle de ervas daninhas. Nas áreas planas, está padronizando o espaçamento para 1,5 m para se adequar à colheita mecanizada.

A região de tabuleiro possui áreas maiores, com maior grau de tecnologia, enquanto a região de baixada, caracterizada pelas micropropriedades, requer ajuste do canavial e uso de máquinas apropriadas ao pequeno tamanho das propriedades.

O sistema de transporte varia desde 100% terceirizado a 85% próprio. Há, porém, um problema de logística para as usinas que têm considerável parcela de cana de fornecedores. É que com o plantel restrito de variedades, os produtores forçam a entrega de cana no período de maior maturação, entre julho e setembro. A não linearização no fornecimento de cana impõe um custo de produção maior às usinas, especialmente com mão-de-obra e colheita.

Sabe-se que o maior investimento em P&D no Brasil é de origem estatal. Segundo a OEA (2005), os gastos em pesquisa e desenvolvimento no Brasil no ano de 2000 corresponderam a 1,05% do produto interno bruto (PIB). O governo participou com 60,2% da origem das despesas, contra 38,2% das empresas e 1,6% de outras origens.

As atividades de pesquisas específicas para o setor sucroalcooleiro, provenientes de receitas federais, eram desenvolvidas pelo Planalsucar<sup>18</sup>, pertencente ao IAA<sup>19</sup>, extinto em 1990. A parte remanescente desse programa foi transferida para as universidades federais, que constituíram a Ridesa<sup>20</sup>, com o propósito de dar continuidade às atividades de pesquisa para o setor. A Ridesa,

---

<sup>18</sup> Planalsucar - Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar.

<sup>19</sup> IAA - Instituto do Açúcar e do Alcool.

<sup>20</sup> Ridesa - Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro.

por meio do Campus Dr. Leonel Brizola, da UFRRJ, é a instituição que firma o maior número de parcerias com as indústrias locais, especialmente para experimentos com as variedades de cana desenvolvidas para a região.

### 5.3. Gestão Interna

As indústrias sucroalcooleiras da Região Norte Fluminense adotam como estratégia mercadológica a vantagem comparativa, concentrando seus esforços nas vendas de açúcar em embalagens pouco customizadas, como sacos *bag* ou mesmo a granel.

As vendas de álcool também se restringem ao mercado de combustíveis e são dirigidas principalmente aos grandes distribuidores, comercializados como *commodities*, com baixo grau de diferenciação.

A diversificação de produtos é pouco expressiva pelas indústrias locais. A Usina Paraíso se destaca pela iniciativa da implantação de uma planta de fermentação para produção dos solventes acetona-butanol. O país é importador desses solventes e a empresa pretende diversificar-se no setor de alcoolquímica.

A diversificação mais premente para a região é a cogeração, que depende do uso de caldeiras apropriadas. Se de um lado a cogeração tem sido adotada pelos novos projetos, bem mais distantes dos grandes centros consumidores, a contrapartida é a necessidade de a usina ser obrigada a bancar os custos com a linha de distribuição, cerca de R\$300.000,00/km. Tais custos são mínimos para as indústrias da região, localizadas próximas às redes de distribuição.

A empresa que adota uma política de QSMS: Qualidade, Saúde, Meio Ambiente e Segurança, assume o compromisso de atender às necessidades de seus clientes e acionistas, buscando a melhoria contínua dos processos, serviços e parcerias com fornecedores. Esta estabelece ações de prevenção e controle de suas atividades relacionadas aos aspectos ambientais, ocupacionais e de qualidade. Um sistema de gestão integrada – SGI, visa à aplicação conjunta dos requisitos da qualidade, norma NBR ISO 9001; de meio ambiente, NBR ISO 14001; e de segurança e saúde, norma OHSAS 18001.

No Estado do Espírito Santo, existe um programa denominado Prodfor<sup>21</sup> criado para promover o desenvolvimento e a qualificação dos fornecedores das grandes empresas mantenedoras, entre elas, a Aracruz Celulose, Arcelor Mittal Tubarão, Vale e Chocolates Garoto. A empresa fornecedora, indicada por uma das mantenedoras, participa de um conjunto de atividades para organização de seu Sistema de Gestão da Qualidade em Fornecimento (SGQF), com os mesmos requisitos da norma ISO 9001 versão 2000, acrescidos dos itens Meio Ambiente e Segurança no Trabalho. Dentre as mais de 350 empresas certificadas pelo Prodfor, a Usina Paineiras, localizada no sul do Estado, e que obteve sua recertificação em 2008, pode competir com as indústrias locais na Região Norte Fluminense na venda dos seus produtos. Por outro lado, as indústrias locais, por não possuírem a certificação, não podem fornecer seus produtos para as empresas capixabas, como a Chocolates Garoto.

Nenhuma usina na Região Norte Fluminense possui certificação para os requisitos de QSMS. Entretanto, o mercado de *commodities* não tem esse nível de exigência e as indústrias locais têm procurado se adequar às constantes mudanças nas leis ambientais e trabalhistas.

No que tange às questões ambientais, o setor sucroalcooleiro, de forma geral, não tem tido problemas com o descarte de efluentes sólidos e líquidos. O principal efluente líquido, a vinhaça ou vinhoto, resíduo da destilação no processo de fabricação de álcool, tem como destino final a lavoura de cana, sendo usada para fertirrigação. A aplicação da vinhaça na lavoura de cana é, portanto, uma contingência financeira.

Segundo Pinto (1981), até o início da década de 1980, a vinhaça produzida na Região Norte Fluminense era lançada nos rios Paraíba, Muriaé, Ururá, Macabu e nos canais de drenagem que deságuam na Lagoa Feia. Este apresenta a sua conclusão sobre o problema da poluição pelos efluentes das destilarias de álcool no Estado do Rio de Janeiro, na safra 1978/79:

“Não vemos condições para resolver, a curto prazo, o problema da poluição causada pelas águas de lavagem e pelo vinhoto, em consequência de seu enorme volume.

---

<sup>21</sup> Prodfor - Programa Integrado de Desenvolvimento e Qualificação de Fornecedores. Site: [www.prodfor.com.br](http://www.prodfor.com.br).

Deve-se porém reconhecer que tem sido feito apreciável esforço para atenuar os seus efeitos”.

A queima da cana é uma outra questão ambiental, de contingência financeira, passível de ser solucionada pela mecanização da colheita de cana crua. A lei 2.049, de 22 de dezembro de 1992, de autoria do atual ministro do meio ambiente Carlos Minc, dispõe sobre a proibição de queimadas da vegetação no Estado do Rio de Janeiro e restringe a um período de quatro anos para adaptação gradativa de eliminação da prática da queima da cana. A tolerância à execução plena da lei, que proíbe a queima, é decorrente da própria estrutura fundiária da Região Norte Fluminense. A alternativa apresentada em consenso pelos entrevistados é o uso de máquinas colhedoras de pequeno porte, apropriadas às pequenas propriedades.

Se a mecanização da colheita de cana é vista como solução para a mitigação da poluição atmosférica provocada pelas queimadas, por outro lado, ela recrudescer as discussões sobre a exclusão social da mão-de-obra menos favorecida. O corte manual da cana é um trabalho muito árduo e constrangedor. O Estado do Rio de Janeiro é importador dessa mão-de-obra, cuja tendência é o aumento da competição por mão-de-obra qualificada com a instalação do parque siderúrgico na baixada campista. Uma das indústrias visitadas contrata anualmente 450 cortadores vindos de Minas Gerais e de Alagoas. Eles cortam entre sete e oito toneladas de cana por dia contra a média entre quatro e cinco de um cortador local.

O trabalho é 100% formal. A parcela de pequenos produtores que mantinham contratos informais vem diminuindo a clandestinidade, especialmente a partir de 2003, com a maior investida do Ministério do Trabalho e, principalmente pela atual legislação, que permite que pessoa física (fornecedor) estabeleça contrato de trabalho temporário.

#### 5.4. Ambiente Institucional

Para a maioria dos entrevistados, as atitudes governamentais foram consideradas incipientes, apesar de disponibilidade de recursos (*royalties*) que poderiam ser investidos no setor, em infraestrutura (limpeza dos canais), etc.

No âmbito municipal, foi citado o Fundecam<sup>22</sup>, que financiou projetos voltados ao setor sucroalcooleiro, como o da criação da Coagro na antiga Usina São José; a implantação da HC Sucroquímica na Usina Paraíso, para produção de solventes n-butanol e acetona, e dois projetos ainda em fase de implantação, a Alcoolquímica Cana Brava, para produção de etanol, e a Policam, para produção de goma xantana. O Fundecam possui um braço agrícola, o Fundecana<sup>23</sup>, que disponibiliza linha especial de recursos para pequenos e médios produtores rurais, com o objetivo de formação de canaviais.

No âmbito federal e no estadual, as políticas públicas são as menos expressivas. A Região Centro-Oeste, cujo setor encontra-se em franca expansão, é beneficiada pelo FCO - Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste, um fundo de crédito criado pela Constituição Federal de 1988, voltado para o desenvolvimento econômico e social da Região Centro-Oeste.

Dentre as políticas públicas pleiteadas para o setor, constam a inclusão do Estado do Rio de Janeiro, caso seja operacionalizado o PEPRO<sup>24</sup>, para a cana-de-açúcar, e a inclusão da cultura canavieira na Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM). A vantagem localizacional é um dos mais importantes fatores de competitividade que a Região Norte Fluminense apresenta. A proximidade aos centros consumidores e ao litoral diminui os custos com frete para o escoamento da produção.

O quadro 1 apresenta os resultados apurados para a avaliação dos direcionadores de competitividade do setor sucroalcooleiro da Região Norte Fluminense. A avaliação foi feita usando a média ponderada da pontuação com os pesos atribuídos a cada subfator.

---

<sup>22</sup> Fundecam - Fundo de Desenvolvimento de Campos. Site: <http://www.fundecam.campos.rj.gov.br/>.

<sup>23</sup> Fundecana - Fundo de Desenvolvimento da Cana.

<sup>24</sup> PEPRO - Prêmio Equalizador Pago ao Produtor.

Quadro 1 – Avaliação de direcionadores de competitividade do setor sucroalcooleiro da Região Norte Fluminense.

Direcionador e Subfator	Controlab. <sup>25</sup>				Avaliação			
<b>I – Fatores de produção</b>	CF	CG	QC	I	Ind. <sup>26</sup>	Peso	Ponto	Soma
Disponibilidade de matéria-prima			X	X	MD	0,50	-2	-1,00
Disponibilidade de capital			X		N	0,20	0	0,00
Disponibilidade de mão-de-obra			X		D	0,30	-1	-0,30
Soma						1,00		-1,30
<b>II - Estrutura e Relação de Mercado</b>								
Relacionamento fornecedor cana			X		D	0,25	-1	-0,25
Relacionamento fornecedor insumo agrícola			X		N	0,05	0	0,00
Relacionamento com o mercado de açúcar			X		F	0,25	1	0,25
Relacionamento com o mercado de álcool			X		MF	0,25	2	0,50
Concorrência			X		F	0,10	1	0,10
Parcerias com clientes ou outras empresas	X				N	0,10	0	0,00
Soma						1,00		0,60
<b>III – Tecnologia</b>								
Automatização industrial	X				D	0,40	-1	-0,40
Automatização agrícola	X				D	0,30	-1	-0,30
Investimento em P&D	X				N	0,30	0	0,00
Soma						1,00		-0,70
<b>IV - Gestão Interna</b>								
Estratégia mercadológica	X				N	0,25	0	0,00
Diversificação	X				N	0,25	0	0,00
Gestão de QSMS	X				D	0,10	-1	-0,10
Administração financeira	X				F	0,40	1	0,40
Soma						1,00		0,30
<b>V – Ambiente Institucional</b>								
Atitudes governamentais		X			D	0,40	-1	-0,40
Localização				X	MF	0,40	2	0,80
Desenvolvimento de novas tecnologias			X		N	0,20	0	0,00
Soma						1,00		0,40

Fonte: Pesquisa do autor

Verifica-se que os fatores de produção e a tecnologia são os determinantes de competitividade que apresentaram os piores desempenhos,

<sup>25</sup> Controlabilidade: CF: controlável pela firma; CG: controlável pelo governo; QC: quase controlável; I: incontrolável.

<sup>26</sup> Indicador: MF: muito favorável; F: favorável; N: neutro; D: desfavorável; MD: muito desfavorável.

com valores negativos. Dentre os determinantes com desempenho positivo, o direcionador que apresentou o maior valor foi estrutura e relações de mercado.

## RESUMO E CONCLUSÕES

A Região Norte Fluminense perdeu significativa parcela do mercado sucroalcooleiro brasileiro desde o final da década de 1980. Mesmo com o fechamento de mais da metade das indústrias, ainda existe ociosidade no setor, considerando o potencial de produção instalado.

A falta de cana é apontada como um dos principais entraves para o soerguimento do setor sucroalcooleiro no Estado do Rio de Janeiro. Esta decorre principalmente da baixa produtividade agrícola que, por sua vez, se deve ao déficit hídrico e às irregularidades pluviométricas. Uma outra causa apontada para a falta de cana provém das relações contratuais para o fornecimento da matéria-prima. Atualmente, seu preço final não cobre os custos de produção, e o produtor de cana não se arrisca em adotar as tecnologias recomendadas para o cultivo.

A contrapartida para o recrudescimento do setor é a topografia plana e a disponibilidade hídrica local que permitem, respectivamente, implementar a mecanização e a irrigação das lavouras de cana.

A proximidade da região a dois centros consumidores e exportadores (Rio de Janeiro e Vitória, capitais portuárias equidistantes, a cerca de 250 km de Campos dos Goytacazes) é uma vantagem localizacional que se traduz em fator favorável e irreversível ao aumento de competitividade do setor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASFLUCAN – ASSOCIAÇÃO FLUMINENSE DOS PLANTADORES DE CANA. **Relatório de acompanhamento: safras 2005/06; 2006/07 e 2007/08**. Campos dos Goytacazes, RJ: 2007. (publicação interna)

AZEVEDO, H.J. Uma análise da cadeia produtiva da cana-de-açúcar na Região Norte Fluminense. In: PESSANHA, R.M.; SILVA NETO, R., org. **Economia e desenvolvimento no Norte Fluminense: da cana-de-açúcar aos royalties do petróleo**. Campos dos Goytacazes, RJ: WTC Ed., 2004. 364 p.

BATALHA, M.O.; SILVA, C.A.B. org. **Estudo sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil**. 1. ed. Brasília: IEL/CNA/SEBRAE, 2000. 398p.

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

CARDOSO, C.E.L. **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil**. Piracicaba, 2003. 188p. Tese (Doutorado) ESALQ/USP.

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

COSTA, J.A.B. **Avaliação dos sistemas de pagamento de cana-de-açúcar: PCTS x ATR**. Campos dos Goytacazes, RJ: 2001. 125p. Tese (Mestrado) UENF.

FARINA, E.M.M.Q. Competitividade e coordenação de sistemas agroindustriais: um ensaio conceitual. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, SP, v.6, n.3, p.147-161, dez. 1999.

FERRAZ, J.C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil**: desafios competitivos para a indústria. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

OEA - Organização dos Estados Americanos. **Ciência, tecnologia, engenharia e inovação para o Desenvolvimento**: Uma visão para as Américas no Século XXI. nov. 2005. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0009/9186.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0009/9186.pdf)>. Acesso em jun/2008.

PEREZ, L.H.; TORQUATO, S.A. Evolução das exportações brasileiras de açúcar, 1996 a 2004. **Informações Econômicas**. São Paulo, v. 36, n.1, jan. 2006. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/trabalhos.php?codAutor=507&busca=1>>.

PINTO, R.T.S. **Alguns aspectos da lavoura canavieira e da indústria açucareira e alcooleira do Estado do Rio de Janeiro**. Campos dos Goytacazes, RJ: Instituto Profissional São José, 1981.

PORTER, M.E. **The competitive advantage of nations**. New York: Free Press, 1990. 855p.

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

SILVA, C.A.B.; BATALHA, M.O. **Competitividade em sistemas agroindustriais: metodologia e estudo de caso**. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DE SISTEMAS AGROALIMENTARES, 2, Ribeirão Preto, SP, 1999. Ribeirão Preto, SP: PENSA/FEA/USP, 1999. p. 9-20.

SIQUEIRA, P.H.L. **Determinantes da competitividade da agroindústria processadora de cana-de-açúcar da região do Triângulo e Alto Parnaíba – Minas Gerais**. Viçosa: 2004. 97p. Dissertação (Mestrado) UFV.

SOFFIATI, A. Os canais de navegação do século XIX no Norte Fluminense. In: Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego nº 2 (Edição Especial). Campos dos Goytacazes: CEFET Campos, jul/dez 2007.

TORQUATO, S.A. Cana-de-açúcar para indústria: o quanto vai precisar crescer. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 1, n. 10, out. 2006.

Disponível em  
<<http://www.iea.sp.gov.br/out/trabalhos.php?codAutor=507&busca=1>>.

UNICA. Disponível em:  
<<http://www.portalunica.com.br/portalunica/?Secao=referencia>>. 2006.

VAN DUREN, E.; MARTIN, L.; WESTGREN; R. Assessing the competitiveness of Canada's Agrifood Industry. **Canadian Journal of Agricultural Economics**, v. 39, p. 727-738, 1991.

VEIGA, C.F.M.; VIEIRA, J.R.; MORGADO, I.F. **Diagnóstico da cadeia produtiva da cana-de-açúcar do Estado do Rio de Janeiro**: relatório de pesquisa. Rio de Janeiro: FAERJ: SEBRAE/RJ, 2006.

## 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

### 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.

### ABSTRACT

The objective of this study was to compare the method to evaluate the quality 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.

### 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 este parâmetro 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<sup>1</sup>, um conselho formado por representantes de fornecedores de cana e de industriais para desenvolver uma nova sistemática de pagamento de cana (CONSECANA, 1999). Criou-se então, em 1998, o pagamento de cana pelos açúcares totais recuperáveis – ATR<sup>2</sup> (VIAN; QUINTINO, 2007). Nesse novo sistema, em que 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).

No Brasil, nesses 30 anos de implantação do pagamento de cana pela qualidade, 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

---

<sup>1</sup> Consecana - Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Alcool do Estado de São Paulo.

<sup>2</sup> 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 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.

tonelada de cana a partir dos resultados analíticos efetuados no momento da recepção das cargas.

O objetivo deste 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.

## MATERIAL 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 a 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.

### 1. Determinação da qualidade da cana

Desde 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 três vãos consecutivos na diagonal, sorteados aleatoriamente. Em cada perfuração, o cilindro da sonda, que possui uma coroa dentada 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 três subamostras, é transferida para um desfibrador tipo forrageira. A cana desintegrada é homogeneizada manualmente ou mecanicamente, em betoneira 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 às 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 é submetida a uma pressão constante de 250 kgf/cm<sup>2</sup> (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 brix<sup>3</sup> e da pol do caldo<sup>4</sup>. Os três resultados obtidos no laboratório, PBU, brix e pol, servem de base para a apuração da qualidade da cana para fins de pagamento (CONSECANA, 2006; CPC-UPA/COAFOCANA, 2007).

Cumprе 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. 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).

---

<sup>3</sup> Brix é a porcentagem em massa dos sólidos totais dissolvidos 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.

<sup>4</sup> Pol é a porcentagem em massa de sacarose aparente numa solução. A pol é obtida a partir da leitura sacarimétrica (LPb) do caldo previamente clarificado com subacetato de chumbo. Um sacarímetro é um polarímetro calibrado para fornecer a leitura de 100 °Z (Zucker) para uma solução contendo 26 g 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 (d), que pode ser obtida a partir do valor do brix: 
$$\text{pol} = \frac{\text{LPb} \times 0,26}{d}$$

$$VTC = VATR \times QATR \quad (1)$$

Onde:

VTC = valor, em real, de uma tonelada de cana posta na esteira da unidade industrial (R\$/t);

VATR = preço médio ponderado, em real, de um quilograma de ATR determinado para todo o Estado (R\$/kg);

QATR = Quantidade média quinzenal ponderada de ATR apurada na cana fornecida, em quilogramas por tonelada de cana (kg/t).

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:

#### 2.1. Pol do caldo (S)

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

$$S = LPb \times (0,2605 - 0,0009882 \times B) \quad (2)$$

Onde:

LPb = leitura sacarimétrica obtida com o clarificante subacetato de chumbo e corrigida para 20 °C, em °Z;

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

Quando for usado o clarificante Octapol® ou a mistura clarificante à base de alumínio, a leitura sacarimétrica deverá ser corrigida pelas respectivas equações:

$$LPb = 0,47374 + 0,99879 \times LOct \quad (3)$$

$$LPb = 0,05117 + 1,00621 \times LAI \quad (4)$$

onde:

LOct = leitura sacarimétrica obtida com o clarificante Octapol®.

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

## 2.2. Pol da cana (PC)

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

$$PC = S \times (1 - 0,01 \times F) \times C \quad (5)$$

Onde:

F = fibra industrial da cana, calculada em função da massa, em gramas, do material fibroso residual da prensagem da amostra (bolo úmido). Para os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo, empregam-se as respectivas equações:

$$F_{SP} = 0,08 \times PBU + 0,876 \quad (6)$$

$$F_{RJ} = 0,1926 \times PBU - 15,39 \quad (7)$$

$$F_{ES} = 0,15528 \times PBU - 8,015 \quad (8)$$

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:

$$C_{SP} = 1,02626 - 0,00046 \times PBU \quad (9)$$

$$C_{RJ} = 1,0154 - 0,0005 \times PBU \quad (10)$$

$$C_{ES} = 1,0154 - 0,0005 \times PBU \quad (11)$$

## 2.3. Açúcares redutores do caldo (AR)

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

$$AR_{SP} = 3,641 - 0,0343 \times Q \quad (12)$$

$$AR_{RJ} = 9,9408 - 0,1049 \times Q \quad (13)$$

$$AR_{ES} = 4,5193 - 0,04457 \times Q \quad (14)$$

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

$$Q = S / B \times 100 \quad (15)$$

#### 2.4. Açúcares redutores da cana (ARC)

A transformação do AR em açúcares redutores da cana (ARC) se faz pela seguinte expressão:

$$ARC = AR \times (1 - 0,01 \times F) \times C \quad (16)$$

#### 2.5. Quantidade de açúcares totais recuperáveis (QATR)

$$QATR = 10 \times (1-P) \times (1,052632 \times PC + ARC) \quad (17)$$

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, 9,71% no Espírito Santo e 15,95% no Rio de Janeiro. Assim:

$$QATR_{SP} = 9,5263 \times PC + 9,05 \times ARC \quad (18)$$

$$QATR_{RJ} = 8,8474 \times PC + 8,405 \times ARC \quad (19)$$

$$QATR_{ES} = 9,5042 \times PC + 9,029 \times ARC \quad (20)$$

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, conforme as respectivas equações:

$$K_{SP} = 1 - (H - T_{SP}) \times 0,002 \quad (21)$$

$$K_{ES} = 1 - (H - T_{ES}) \times 0,002 \quad (22)$$

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 do Estado de São Paulo;

$T_{ES}$  = 80 h do início ao final da moagem do Estado do Espírito Santo.

## 2.6. 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<sup>5</sup>, no Estado de São Paulo; pela FAPUR<sup>6</sup>, 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 à vista, sem quaisquer acréscimos financeiros, ou seja, na condição PVU<sup>7</sup>. Os valores médios ponderados destes produtos são

---

<sup>5</sup> ESALQ - Escola Superior e Agricultura "Luiz de Queiroz".

<sup>6</sup> FAPUR - Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

<sup>7</sup> PVU - Posto veículo usina, ou seja, preço para entrega na unidade produtora.

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°Z 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 L 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, a partir da equação química:  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_6H_5OH + 2 CO_2$  que 1 kmol (180 kg) de ART produz 2 kmol (2 x 46 = 92 kg) de etanol e que a massa específica do álcool (etílico) anidro (AEA) a 99,3° INPM é 0,7915 kg/L. Então:

$$\frac{2 \times 46 \text{ kg etanol}}{180 \text{ kg ART}} \times \frac{100 \text{ kg AEA}}{99,3 \text{ kg etanol}} \times \frac{1 \text{ L AEA}}{0,7915 \text{ kg AEA}} = \frac{0,6503 \text{ L AEA}}{1 \text{ kg ART}}$$

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 Estados de São Paulo e Espírito Santo. Portanto, o fator de conversão de 1 L de álcool anidro a 99,3° INPM equivale a 1,8169 kg de ART no Estado do Rio de Janeiro:

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

Álcool hidratado em ART: o fator de conversão de 1 L de álcool hidratado a 93,0° INPM equivale a 1,6913 kg de ART nos Estados de São Paulo e 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 dois primeiros.

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

$$\frac{2 \times 46 \text{ kg etanol}}{180 \text{ kg ART}} \times \frac{100 \text{ kg AEH}}{93,0 \text{ kg etanol}} \times \frac{1 \text{ L AEH}}{0,8098 \text{ kg AEH}} = \frac{0,6786 \text{ L AEH}}{1 \text{ kg ART}}$$

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

## 2.7. Participação da matéria-prima nos preços dos produtos

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

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

Produto	Participação (%)		
	ES	RJ	SP
Açúcar	58,00	58,32	59,50
Álcool Anidro	61,70	59,64	62,10
Álcool Hidratado	61,70	61,50	62,10

Fonte: elaborada pelo autor

## 2.8. Mudanças no sistema ATR

Açúcares redutores do caldo (AR): A equação 13 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 12 e 14, 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 23 foi substituída pela equação 6, e a equação 24 foi substituída pela equação 9 .

$$F = 0,152 \times \text{PBU} - 8,367 \quad (23)$$

$$C = 1,0794 - 0,000874 \times \text{PBU} \quad (24)$$

A partir da safra 2005/2006, ocorreram as seguintes modificações no Estado de São Paulo: as perdas industriais foram reduzidas de 12,0% para 9,5%; a eficiência de fermentação aumentou de 85,5% para 88,0% e, 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; aumento no valor da participação da matéria-prima nos preços dos produtos: o açúcar passou de 56,80% para 59,50%, enquanto os álcoois, anidro e hidratado, passaram de 61,20% e 61,70%, respectivamente, para o mesmo valor 62,10%; foi implantado o ATR relativo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a determinação da quantidade de ATR (QATR) na cana, foram usados, neste 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 (LPb) = 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 nos Estados de São Paulo e Espírito Santo. A tabela 3 apresenta, para cada Estado, as quantidades de ATR e os demais parâmetros calculados, conforme as equações 1 a 20.

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	LPb	°Z	71,47	71,47	71,47
Peso do bolo úmido	PBU	g	150,31	150,31	150,31
Pol do caldo	S	%	17,23	17,23	17,23
Pureza do caldo	Q	%	88,02	88,02	88,02
Fibra da cana	F	%	15,33	13,56	12,90
Coeficiente C	C	-	0,9402	0,9402	0,9571
Pol da cana	PC	%	13,721	14,007	14,367
Açúcares redutores do caldo	AR	%	0,596	0,707	0,622
Açúcares redutores da cana	ARC	%	0,475	0,575	0,518
Perdas industriais	P	%	9,71%	15,95%	9,50%
Quantidade de ATR	QATR	kg/t	134,70	128,76	141,56

Fonte: elaborada pelo autor

O maior valor apurado para a quantidade de ATR (QATR) foi no Estado de São Paulo e o menor no 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 kg de ATR; o coeficiente C em 2,49 kg de ATR 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. 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 17 (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 de açúcar por tonelada de cana. No Nordeste, o rendimento industrial, RI, é igual a 88 kg de açúcar por tonelada de cana.

Partindo-se de um rendimento de 94 kg de açúcar por tonelada de cana (kg/t), deve-se multiplicar o seu valor por 0,993, que corresponde à polarização de 99,3°Z de açúcar:  $94 \times 0,993 = 93,342$  kg de sacarose. Ainda estipulado pelo IAA, na Resolução n°06/78, 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, devido 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 de açúcar por tonelada de cana, 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 (P), determinadas em pesquisas, para finalmente obter a  $PC_p$ , conforme apresentado na expressão seguinte:

$$PC_p = \frac{1}{1 - P/100} \times 107,865 \quad (25)$$

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 12,0%. Substituindo o valor das perdas na equação 25, obteve-se o PC padrão igual a 12,257%, que foi adotado em São Paulo:

$$PC_p = \frac{1}{1 - 12/100} \times 107,865 = 122,57 = 12,257\% \quad (26)$$

No Estado do Espírito Santo, seguindo a mesma metodologia, o valor de PC padrão adotado foi de 12,30%, que corresponde à aplicação consensual de perdas industriais iguais a 12,30%.

As perdas LBTI no Estado do Rio de Janeiro foram quantificadas em 13,04% por Gonçalves (1983) apud Costa (2001) e assim distribuídas: Lavagem (1,22%), bagaço (8,83%), torta de filtro (1,49%) e indeterminadas (1,5%). Entretanto, na implantação do sistema de PCTS no Estado do Rio de Janeiro, em 1984, considerou-se uma perda industrial de 14,0% e, com o rendimento industrial do Estado ( $RJ_1 = 86$  kg/t), 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/t para o rendimento ( $RJ_2$ ) de 88 kg/t determinado a partir dos dados de produção coletados no IAA (COSTA, 2001).

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

Parâmetro	SP	ES	$RJ_1$	$RJ_2$
Rendimento Industrial (kg/t)	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 os mesmos valores de perdas industriais (12,0%) para a determinação da quantidade de ATR. Portanto, esses dois Estados iniciaram o sistema ATR com a mesma equação 20 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/t. 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 açúcares redutores totais (ART), considerando que os produtos convertidos em ART mais as perdas no processo equivalem ao total de ART 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 no Estado de São Paulo (SILVA, 2008; SILVA JUNIOR, 2008). Essa mesma metodologia foi aprovada para o Estado do Espírito Santo, levando-se em conta as médias ponderadas das três últimas safras, da safra 2005/06 à safra 2007/08. O valor obtido de 9,71%, para as perdas industriais, foi aplicado na safra 2008/09. Como a comissão local de pagamento de cana aprovou a correção automática anual das perdas, tomando-se por base os resultados apurados nas três últimas safras, as perdas determinadas e em vigor para a safra 2009/2010 são de 8,71%, conforme consta no Anexo V das Normas de Pagamento de Cana pelo ATR (CPC-UPA/COAFOCANA, 2009) que compõem o Apêndice desta tese.

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 usina de médio porte, o ganho para os fornecedores é de R\$450.000,00.

#### 4. 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 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 por meio 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 do Rio de Janeiro, como 10% do peso do bolo úmido. Posteriormente, foram adotadas equações de regressão linear, utilizando-se 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 (SP<sub>1</sub> e SP<sub>2</sub>) reportam os dados da antiga e da atual equação em vigor, respectivamente. Verifica-se que a primeira equação (eq. 23) apresentava coeficientes semelhantes aos das equações dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo (eq. 7 e 8).

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

PBU (g)	RJ	ES	SP <sub>1</sub>	SP <sub>2</sub>
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 1,0 g no PBU

representa um aumento médio de 0,35 kg na quantidade de ATR apurada. Ao preço arbitrado de R\$0,30/kg de ATR, resulta num incremento de R\$0,105/t. A redução de 5,0 g na média do PBU resulta no ganho de R\$525.000,00 por milhão de toneladas de cana.

Segundo Veiga et al. (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 três 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 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, neste Estado, a quantidade de ATR apurada (QATR) é mais sensível à variação de PBU, conforme se observa na tabela 5. Analisando as equações 6, 7 e 8, 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, para valores de PBU abaixo de 144,5 g, a fibra no Estado do Rio de Janeiro é sempre menor.

## 5. 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 9, 10 e 11, 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.

## 6. Açúcares redutores do caldo

A despeito da inconveniente presença dos açúcares redutores no processo de cristalização da sacarose, estes são fermentescíveis e podem ser convertidos em produtos comercializáveis, como os álcoois anidro e hidratado. Por esta 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) 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 13, 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 o Estado do Espírito Santo a substituiu pela equação 14, obtida por Isejima et al. (2002), e São Paulo a substituiu pela equação 12, 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 pureza<sup>8</sup> do caldo da cana, no Estado do Rio de Janeiro, resulta no maior impacto sobre o valor da tonelada de cana dentre os Estados estudados. Logo, para o Estado do Rio de Janeiro, a quantidade de ATR apurada (QATR) é mais sensível à variação da pureza do caldo, conforme se observa na tabela 6. Analisando as equações 12, 13 e 14, verifica-se que, para valores de pureza do caldo abaixo de 89,23%, o valor de AR supera o dos demais Estados, enquanto, para valores acima de 89,86%, o valor de AR no Estado do Rio de Janeiro é sempre inferior.

---

<sup>8</sup> 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.

Tabela 6 - Açúcares redutores do caldo da cana por Estado, segundo a variação da pureza do caldo.

Pureza (%)	AR <sub>RJ</sub>	AR <sub>ES</sub>	AR <sub>SP</sub>
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

## 7. 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, do elevado valor de perdas industriais adotada no Estado do Rio de Janeiro.

Os resultados analíticos apresentados nas três primeiras linhas fornecem zero por cento (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	114,8	111,8	120,1	0,0	-4,5	-6,6	Padrão	Padrão
17,56	60,57	140,6	119,8	116,8	124,4	4,7	0,0	-2,5	Padrão	Padrão
17,79	61,41	135,3	122,7	119,9	126,9	7,6	2,7	0,0	Padrão	Padrão
17,56	60,57	220,0	98,3	92,5	111,0	-17,1	-20,1	-19,9	Padrão	Alto
16,56	60,57	220,0	97,2	89,7	110,2	-12,0	-15,2	-15,0	Alta	Alto
18,56	60,57	120,0	126,7	126,64	128,8	3,8	-1,0	-4,1	Baixa	Baixo

Fonte: elaborada pelo autor

## RESUMO E 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 e 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 este 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 à 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 (quilogramas de açúcar por tonelada de cana) industrial diferenciado, menor, equivalente a 88 kg/t, contra 94 kg/t nos demais. Conseqüentemente, 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 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. A mudança no valor das perdas industriais de 12,0% para 9,71% na safra 2008/2009 e, para 8,71%, na safra 2009/2010, torna-se certamente a menor perda industrial adotada no Brasil e implica um ganho líquido para os fornecedores de cana. A diminuição no valor das perdas industriais no Estado do Espírito Santo é resultante das negociações entre a associação de fornecedores local e a indústria, que resultaram na introdução do fator de desconto K para as canas entregues após 80 h da respectiva queima. Naquele Estado (ES), 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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASFLUCAN – ASSOCIAÇÃO FLUMINENSE DOS PLANTADORES DE CANA. **Relatório de acompanhamento**: safras 2005/06 e 2006/07. Campos dos Goytacazes, RJ: 2007. (publicação interna).
- ASFLUCAN – ASSOCIAÇÃO FLUMINENSE DOS PLANTADORES DE CANA. **Relatório de acompanhamento: safras 2006/07 e 2007/08**. Campos dos Goytacazes, RJ: 2008. (publicação interna).
- BARROS, G.S.C; MORAES, M.A.F.D. A Desregulamentação do Setor Sucroalcooleiro. **Revista de Economia Política**, v. 22, n. 2, abr./jun. 2002.
- BURNQUIST, H.L. O sistema de remuneração da tonelada de cana pela qualidade – CONSECANA. **Preços Agrícolas**. Piracicaba, SP, 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**. Piracicaba :CONSECANA-SP, 1999. 92 p.
- . **Manual de instruções**. 5 ed. Piracicaba: CONSECANA-SP, 2006. 200 p.
- COSTA, J.A.B. **Avaliação dos sistemas de pagamento de cana-de-açúcar: PCTS x ATR**. Campos dos Goytacazes, RJ: 2001. 125p. Tese (Mestrado) UENF.
- CPC-UPA/COAFOCANA - COMISSÃO DE PAGAMENTO DE CANA DA USINA PAINEIRAS SA – COAFOCANA. **Normas de pagamento de cana pelo ATR: safra 2007/2008**. Itapemirim, ES: 2007. (publicação interna)
- . **Normas de pagamento de cana pelo ATR: safra 2009/2010**. Itapemirim, ES: 2009. (publicação interna).
- FERNANDES, A.C. Estimativa do teor de açúcares redutores do caldo em função da pureza. **STAB. Açúcar, álcool e Subprodutos**, Piracicaba, SP, v. 17, n. 6, p. 34-35, jul./ago. 1999.
- . **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba, STAB, 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: 1997. 125 p. (Preparado para o The World Bank, Washington).
- OLIVEIRA, E.R.; STURION, A.C.; GEMENTE, A.C.; PARAZZI, C.; VALSECHI, O.A. Pagamento de cana pelo teor de sacarose: o sistema implantado no Estado de São Paulo. **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**, São Paulo, 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.; VIEIRA, J.R.;MORGADO, I.F. **Diagnóstico da cadeia produtiva da cana-de-açúcar do Estado do Rio de Janeiro: relatório de pesquisa /**)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**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 307-328, 2007.

## AVALIAÇÃO ECONÔMICA E DE RISCO DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR: SISTEMA DE SEQUEIRO *VERSUS* SISTEMA IRRIGADO POR GOTEJAMENTO

### RESUMO

A implantação de sistemas de irrigação por gotejamento apresenta-se como alternativa para o aumento da produtividade da cana-de-açúcar em regiões de déficit hídrico. Este trabalho teve como objetivo a avaliação econômica e de riscos de dois sistemas de produção de cana, de sequeiro e irrigado por gotejamento. Apresentou-se um modelo de programação linear com o objetivo específico de minimizar os custos com energia elétrica no sistema irrigado. Para diminuir os custos com fertilizantes nitrogenados, discute-se a possibilidade de substituição de parte da adubação por inoculação de microrganismos fixadores de nitrogênio. Conclui-se que os dois sistemas de cultivos são economicamente viáveis para as condições do estudo, mas o sistema irrigado possui menor risco de apresentar VPL negativo, menor custo de produção, possibilita a verticalização da produção e ganhos indiretos com uso da terra.

### ABSTRACT

The introduction of the dripping irrigation system has been shown as an alternative to raise the sugar cane productivity in regions with hydric deficit. The current study aimed at to evaluate the economical aspects and the risk of two sugar cane production systems, the dry and the dripping irrigated. A linear program model was shown with the specific objective to minimize the electric energy costs in the dry system. In order to reduce the costs with nitrogen fertilizers, it was discussed the possibility to substitute part of chemical fertilizer by the inoculation of nitrogen fixation micro organisms. It was concluded that the two cultivation systems are economically feasible in the study conditions, but the irrigated sugar cane shows lower risk to present negative VLP, has lower production cost, allows the production verticalization and indirect gains with the soil use.

### INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, cultivada por cerca de 400 unidades industriais para a produção de açúcar e álcool. O Estado de São Paulo mantém-se isolado como maior produtor nacional de cana, seguido por Paraná, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Alagoas, Pernambuco,

Mato Grosso e Paraíba. O Estado do Espírito Santo vem a seguir, na décima posição, seguido pelo Estado do Rio de Janeiro (CONAB, 2009a).

As sucessivas perdas de posição do Estado do Rio de Janeiro no *ranking* nacional, caindo do quarto lugar para a décima primeira desde meados da década de 1980, deve-se à concomitante queda de produção de cana no Estado com aumento expressivo nos demais. Apesar da queda de produção, a Região Norte Fluminense convive com a persistente falta de cana e o contínuo fechamento de usinas. A verticalização da produção é uma alternativa que a indústria pode adotar, uma vez que as canas de fornecedores, que respondem por 50% da matéria-prima, apresentam menores produtividades, e os conflitos nas negociações aumentam os custos de transação. A verticalização da produção pode ser alcançada, por meio do aumento da produtividade em suas terras, com uso intensivo da irrigação.

Do ponto de vista da indústria sucroalcooleira do Norte Fluminense, que possui baixa produtividade agrícola e opera com ociosidade entre 30% a 50%, por falta de cana, a instalação do sistema de irrigação poderá ser vantajosa, mesmo que a diferença entre a produção obtida no sistema irrigado e no de sequeiro seja apenas suficiente para gerar uma receita líquida equivalente aos custos totais do sistema adquirido. Porém, os maiores benefícios advindos com a implantação desta técnica serão os ganhos indiretos, obtidos pelo aumento de escala de produção e pelo aumento de produtividade agrícola, que diminuem os gastos com transporte e uso da terra.

A premissa básica da direção de uma usina local, relativa aos custos de implantação de um sistema de irrigação por gotejamento, é que, partindo-se de um custo real de R\$5.500,00 por hectare implantado e um preço de R\$40,00 pela tonelada de cana, o incremento na produção deve ser de 137,5 t. Então, para cada um dos cinco anos de amortização do projeto, o incremento mínimo na produção, suficiente para gerar uma receita bruta equivalente ao investimento, deve ser de 27,5 t. A convicção da direção da indústria é que seria perfeitamente factível obter uma média de 100 t/ha irrigado na área escolhida, onde a produtividade de sequeiro atinge 60 t/ha. Para um horizonte de tempo de 12 anos de cultivo para a renovação, as receitas decorrentes do incremento na produção deverão cobrir os custos de produção dessas 27,5 t adicionais.

As outras premissas da direção da indústria, em relação ao projeto, é que o custo da renovação seja menor que o da implantação, porque se aproveita todo o sistema de bombeamento, como também a linha principal, trocando-se basicamente as mangueiras. Se houver plantio de cana de 12 meses, não haverá, no ano, área de renovação sem receita. Os custos com plantio devem ter um ligeiro aumento devido à introdução da técnica de plantio duplo, mas que pode ser reduzido com capacitação do pessoal envolvido. Os custos com tratos culturais devem permanecer constantes, uma vez que o aumento esperado nos custos com fertilizantes deve ser compensado com a diminuição dos custos com herbicidas. Apesar do aumento nos custos com adubação, o custo por tonelada de cana adubada não deve modificar-se em relação às canas de sequeiro. Dentre os custos variáveis com tratos culturais, o de energia elétrica é que se espera que tenha aumento considerável. Para a colheita, também se espera um aumento nos custos por tonelada de cana devido à maior densidade e ao tombamento das canas e, assim como no plantio, espera-se que haja redução nesses custos com a devida capacitação dos cortadores de cana. Finalmente, com relação à qualidade da matéria-prima, é esperada uma ligeira queda na concentração de sacarose da cana irrigada, quantificada como açúcares totais recuperáveis – ATR.

Este trabalho tem como objetivo geral a avaliação econômica e de risco do sistema tradicional de produção de cana de sequeiro e do sistema alternativo de produção de cana irrigada por gotejamento. No sistema irrigado, enfocaram-se os aspectos de consumo de energia elétrica e de adubação nitrogenada. Com o objetivo específico de minimizar os custos com energia elétrica, apresentou-se um modelo de programação linear para se determinar o número diário de horas que o sistema de irrigação deverá ficar ligado, em todo o ciclo de produção, para suprir as necessidades hídricas decendiais (10 dias). Para diminuir os custos com fertilizantes nitrogenados, discute-se, neste trabalho, a possibilidade de substituição de parte da adubação por inoculação de microrganismos fixadores de nitrogênio, buscando eficiência e sustentabilidade para o setor.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, foi realizado o acompanhamento da implantação do primeiro sistema irrigado por gotejamento na

Fazenda Barra Seca, de propriedade da Usina Paineiras, no sul do Estado do Espírito Santo. A usina localiza-se numa região de déficit hídrico e com características edafoclimáticas semelhantes às do norte do Estado do Rio de Janeiro. A usina também se assemelha às indústrias do Norte Fluminense pelo porte e pelo elevado número de pequenos fornecedores.

A Usina Paineiras possui capacidade de moagem de 1.200.000 t de cana por safra, mas produz menos de 50% da cana, tendo que adquirir o restante de fornecedores locais e do Estado do Rio de Janeiro. Com produtividade média inferior a 60 t/ha, a usina planeja implantar anualmente 500 ha de cana irrigada por gotejamento nas próximas dez safras. Em maio de 2007, iniciou-se o plantio da primeira área, de 118 ha, irrigada por gotejamento, cuja colheita ocorreu a partir do 14º mês, entre julho e agosto de 2008. Nesse período, foram coletados os dados relativos às entradas e saídas do fluxo de caixa do sistema irrigado por gotejamento nessa área. E, para as canas de sequeiro, os dados coletados para a elaboração do fluxo de caixa correspondem à média dos custos agrícolas em toda a usina nesse mesmo período.

O fluxo de caixa consiste na diferença entre as receitas e custos, nos respectivos períodos. Os fatores de produção considerados como saídas, para a elaboração do fluxo de caixa de cana de sequeiro, foram: mão-de-obra rural; motomecanização, serviços de terceiros, insumos e materiais. No fluxo de caixa de cana irrigada por gotejamento, foram considerados, em aditamento, o gasto com aquisição de equipamentos e os custos com energia elétrica e mão-de-obra para operação de bombeamento.

Para a determinação dos custos de cada um desses fatores de produção, foram apurados os custos médios com o plantio de 960 ha de cana própria, tratos culturais de cana planta/reforma, numa área de 2.170 ha; tratos culturais de soqueira, em 4.300 ha; e colheita de 230.000 t de cana.

Para a determinação dos custos com o fator de produção mão-de-obra, consideraram-se as variáveis: plantio, tratos culturais e colheita. Os principais itens formadores de custos no plantio são: coivaramento, cultivo mínimo, corte de mudas, catação a metro, limpeza de área, carregamento e descarregamento de fertilizantes, aplicação de calcário e gesso, adubação a metro, sulcação manual a metro, equipe de plantio, plantio de experimento, cobertura de mudas, controle de

erosão, replantio de cana, queima de palha, medidores e outros serviços. Nos tratos culturais, são: capina química pré e pós-emergente, marteleiro, insalubridade, capina a metro, adubação a metro, irrigação, adicional noturno, medidores e outros serviços. Na colheita, são: aceiramento, queima de cana, corte de cana a metro, gratificação sobre corte de cana, rolagem, catação de cana, sinalização de vias, sinalização de vias, adicional noturno, domingos e feriados, rescisões e medidores.

Para a determinação dos custos com o fator de produção motomecanização, consideraram-se as variáveis: plantio, tratos culturais e colheita. Os principais itens formadores de custos no plantio são: roçada, cultivo mínimo, terraplenagem, aração, gradagem leve e pesada, transporte, carregamento e distribuição de calcário, gesso, torta de filtro e mudas de cana, sulcação/adubação, cobertura de mudas, replantio mecanizado, transporte de turma, transporte de apoio e outros serviços. Nos tratos culturais, são: aplicação de herbicidas pré e pós-emergente, irrigação/drenagem, transporte de turma, transporte de apoio e outros serviços. Na colheita, são: rolagem/embarque, ajudantes, tratores de apoio, transporte de cana com caminhão, transporte de turma, transporte de apoio, outros serviços, manutenção entressafra, manutenção safra.

Para a determinação dos custos com o fator de produção serviços de terceiros, consideraram-se as variáveis: plantio e colheita. Os principais itens formadores de custos, na variável plantio, são: transporte de calcário e gesso, corte e transporte de mudas e sulcação animal. Para a variável colheita, são: transporte de cortadores de cana do Estado de Alagoas à usina, corte/embarque/transporte.

Os custos com o fator de produção insumos foram determinados a partir das variáveis plantio e tratos culturais. Os principais itens formadores de custos, nessas variáveis, são: calcário, fertilizantes, defensivos e herbicidas (maturadores). Para a determinação dos custos com o fator de produção materiais, foram consideradas as variáveis plantio, tratos culturais e colheita. Os principais itens formadores de custos, nessas variáveis são: equipamentos de proteção individual (EPI), ferramentas, materiais diversos e refeições rurais.

Para efeito de avaliação econômica, os custos com remuneração da terra são considerados como custo de oportunidade, mesmo em se tratando de área própria da usina e não haver arrendamento. Adotou-se, conforme indicado pela Conab (2009b), uma taxa de remuneração da terra de 3,0% sobre o valor da terra nua na região, sem depreciação e estimado em R\$5.000,00.

A entrada do fluxo de caixa dos dois sistemas consiste na receita gerada pelo produto dos três índices, produtividade agrícola (t/ha), quantidade de ATR (kg ATR/t cana) e preço do ATR (R\$/kg ATR).

### 1. Avaliação da viabilidade econômica

A avaliação da viabilidade econômica foi realizada por meio de indicadores de seleção de projetos de investimento, descritos em Buarque (1991) e Laponi (2000). Um dos indicadores utilizados foi o Valor Presente Líquido (VPL), que representa o retorno líquido atualizado gerado pelo empreendimento, obtido pela expressão:

$$VPL = \sum_{j=0}^n \frac{R_j - C_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{I_j}{(1+i)^j} \quad (1)$$

Onde  $i$  é a taxa de juros anual efetiva,  $I$  é o investimento e  $j$  é o período em que ocorrem as receitas ( $R$ ) ou custos ( $C$ ) e  $n$  é o número máximo de períodos.

Outro indicador empregado foi a Taxa Interna de Retorno (TIR) que, por definição, corresponde à taxa de desconto que deverá ser aplicada ao fluxo de fundos para, em termos presentes, igualar o valor de todos os custos do projeto com suas receitas. Essa taxa é, portanto, obtida pela expressão:

$$0 = \sum_{j=0}^n \frac{R_j - C_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{I_j}{(1+i)^j} \quad (2)$$

Como regra geral de decisão, um projeto é aceito quando a TIR supera a taxa de desconto considerada. Ambos os indicadores foram determinados pelas respectivas funções financeiras VPL e TIR do programa Excel, do pacote do Windows.

## 2. Análise de sensibilidade e de riscos

Para a avaliação econômica de um projeto, mediante o emprego dos indicadores VPL e TIR, parte-se da premissa de que os dados de entrada e saídas que formam o fluxo de caixa são eminentemente determinísticos. Na realidade, os projetos se desenvolvem em ambientes de incertezas e de riscos. Caracteriza-se a condição de incerteza quando não é possível quantificar, em termos de probabilidade, as variações nos fluxos de caixa. Por outro lado, considera-se que a situação é de risco quando é possível mensurar as variáveis de entrada, por meio de distribuições de probabilidade.

Uma das técnicas mais utilizadas para avaliação de projetos em condições de incerteza é a análise de sensibilidade, que permite identificar as variáveis que exercem maior impacto econômico sobre o empreendimento. Essas variáveis servirão de base para uma análise probabilística do risco envolvido no investimento. Neste trabalho, a análise de risco foi feita mediante geração numérica da distribuição do VPL, mediante uma simulação de Monte Carlo, realizada em planilha eletrônica Excel, seguindo a sequência lógica descrita por Junqueira e Pamplona (2002).

O princípio do método de Monte Carlo (MMC) reside no fato de que a frequência relativa de um evento tende a se estabelecer em torno da probabilidade de ocorrência desse evento, quando o experimento é repetido por um grande número de vezes (HERTZ, 1964). Exemplos de aplicação dessa técnica para a abordagem do risco, em atividades agrícolas, podem ser encontrados em Bacelar e Biserra (1995), Junqueira e Pamplona (2002), Ponciano et al. (2003), Ponciano et al. (2004).

Noronha (1987) descreve a sequência dos cálculos propostos por Hertz (1964) para a simulação do MMC da seguinte forma: 1) Identificar a distribuição de probabilidade das variáveis aleatórias mais relevantes do fluxo de caixa; 2) Selecionar ao acaso um valor de cada variável, a partir de sua distribuição de probabilidade; 3) Calcular o valor do indicador escolhido cada vez que for feito o sorteio indicado no item anterior; 4) Repetir o processo até que se tenha uma confirmação adequada da distribuição de frequência do indicador de escolha. Essa distribuição servirá de base para a tomada de decisão.

Dentre os vários tipos de distribuição de probabilidade de variáveis aleatórias contínuas, é, como feito nesse trabalho, um procedimento usual empregar a distribuição triangular quando não se dispõe de conhecimento suficiente para essas variáveis. Esta distribuição é definida pelo valor médio mais provável ou moda, por um valor mínimo e por um valor máximo assumidos pela variável.

Existem vários programas computacionais (*softwares*) desenvolvidos para a simulação de Monte Carlo, como @Risk, da Palisade<sup>1</sup> e Crystal Ball, da Oracle<sup>2</sup>. O uso de planilhas eletrônicas, como o Microsoft Excel, como empregado neste trabalho, permite que essa técnica seja mais acessível aos tomadores de decisão. Mediante a geração de números aleatórios, fazendo uso da função ALEATÓRIO(), por meio da inversa da função de probabilidade, valores são obtidos para essas variáveis, daí resultando vários fluxos de caixa com seus respectivos indicadores econômicos. A repetição desse procedimento por um número expressivo de vezes gera a distribuição de frequências do indicador do projeto, que permite aferir a probabilidade de sucesso ou fracasso do empreendimento.

Para se proceder à análise de riscos no presente trabalho, consideraram-se, como variáveis aleatórias, o preço do ATR (R\$/kg) e a produtividade de colheita da cana (t/ha), que representaram o maior impacto no VPL. A produtividade tem relação direta com os custos de colheita, empregados em quatro fatores de produção, a saber: mão-de-obra, motomecanização, serviços de terceiros e materiais. Portanto, a variação na produtividade implica a variação dos custos destes fatores de produção dos sistemas sequeiro e irrigado, conforme as respectivas expressões:

$$CS = \sum_{i=2; i \neq 7}^{12} \sum_{j=1}^4 bS_j + aS_j PS_i \quad (3)$$

$$CG = \sum_{i=2}^{12} \sum_{j=1}^4 bG_j + aG_j PG_i \quad (4)$$

---

<sup>1</sup> Site: <[http://www.palisade-br.com/risk/risk\\_analysis.asp](http://www.palisade-br.com/risk/risk_analysis.asp)>

<sup>2</sup> Site: <<http://www.crystalball.com.br/site/index.php>>

Onde:

CS = Custo total do sistema de sequeiro relativo aos quatro fatores de produção, cujos custos são variáveis com a produtividade;

$aS_j$  = Custo da colheita de uma tonelada de cana de sequeiro para cada um dos fatores ( $j = 1, 2, 3$  e  $4$ ), mão-de-obra, motomecanização, serviços de terceiros e materiais;

$bS_j$  = Custo dos tratos culturais de um hectare de cana de sequeiro para cada um dos fatores ( $j = 1, 2, 3$  e  $4$ ), mão-de-obra, motomecanização, serviços de terceiros e materiais;

$PS_i$  = Produtividade (t/ha) do sistema de sequeiro no ano  $i$  (para todo  $i = 2, 3, 4, \dots, 12, i \neq 7$ );

CG = Custo total do sistema irrigado por gotejamento relativo aos quatro fatores de produção, cujos custos são variáveis com a produtividade;

$aG_j$  = Custo da colheita de uma tonelada de cana irrigada por gotejamento para cada um dos fatores ( $j = 1, 2, 3$  e  $4$ ), mão-de-obra, motomecanização, serviços de terceiros e materiais;

$bG_j$  = Custo dos tratos culturais de um hectare de cana irrigada por gotejamento para cada um dos fatores ( $j = 1, 2, 3$  e  $4$ ), mão-de-obra, motomecanização, serviços de terceiros e materiais;

$PG_i$  = Produtividade (t/ha) do sistema irrigado por gotejamento no ano  $i$  (para todo  $i = 2, 3, 4, \dots, 12$ ).

### 3. Programação linear

A Pesquisa Operacional (PO) foi a denominação dada ao conjunto de processos e métodos de análise desenvolvidos por grupos acadêmicos que assessoraram as forças militares durante a 2ª Guerra Mundial. Eles foram criados na Inglaterra com o objetivo de especular sobre problemas novos e que escapavam da rotina bélica. Esses grupos eram integrados por profissionais de diversas áreas e tiveram um desempenho surpreendente devido à engenhosidade usada na coleta de dados e informações, o que muito contribuiu para sua disseminação (PUCCINI, 1975).

Dentre as diversas técnicas que compõem a Pesquisa Operacional, uma das mais importantes é a Programação Linear (PL) que consiste em otimizar (maximizar ou minimizar) funções lineares que satisfaçam restrições lineares de igualdade ou desigualdade (BAZARAA et al., 1990). Segundo os mesmos autores, em 1949, George B. Dantzig publicou o método Simplex para resolver o problema de PL. Este método teve uma grande aceitação, e até hoje é uma das ferramentas mais importantes na tomada de decisão, devido à simplicidade de seus aspectos teóricos e à facilidade de implementação computacional.

Segundo Goldbarg e Luna (2000), um modelo de programação linear (PL) é um tipo especial de modelo de otimização no qual todas as funções são lineares. Para que um determinado sistema possa ser representado por meio de um modelo de PL, ele deve possuir as seguintes características: proporcionalidade, não-negatividade, aditividade e separabilidade.

Para Baltra, apud Dantas Neto et al. (1997), os modelos de programação linear nos projetos de irrigação podem ser utilizados nos seguintes tipos de planejamento agrônomico: (i) otimização de planos de cultura, para otimização dos recursos, podendo-se utilizar, como função econômica, a) maximização do lucro; b) otimização do uso da mão-de-obra; c) otimização do uso da água e d) otimização do uso das máquinas agrícolas. O modelo usa as restrições: a) volume de água disponível; b) demanda de água pelas culturas; c) custos de produção; d) terra disponível; e) receita líquida; e f) custos de mercado. ii) lâmina e intervalos de irrigação; iii) previsões meteorológicas; iv) potencial de bacias de captação e balanços hidrológicos.

Para quantificar o consumo mínimo de energia elétrica suficiente para suprir as necessidades hídricas decendiais (10 dias) no sistema irrigado, apresentou-se um modelo de programação linear para se determinar o número diário de horas que o sistema de irrigação deverá ficar ligado, em todo o ciclo de produção.

### 3.1. Modelagem

Para modelar o problema, utilizou-se um modelo de programação linear cujo objetivo é minimizar a função custo de energia elétrica utilizada no bombeamento de água, no período de 15 meses, sujeito a uma série de

restrições, tais como: quantidade de água necessária em cada mês, histórico de precipitação pluviométrica nos meses em questão, tempo de bombeamento em horário normal, tempo de bombeamento em horário noturno e restrição de água para alguns meses específicos.

As variáveis e os parâmetros utilizados respeitam as seguintes nomenclaturas:

$C_{ij}^k$  = Custo de energia, em reais, no mês  $i$ , na dezena  $j$ , com tarifa de energia  $k$ ;

$X_{ij}^k$  = Tempo diário, em horas, que a bomba deve permanecer ligada no mês  $i$  na dezena  $j$  com tarifa de energia  $k$ ;

$A_j$  = Capacidade de bombeamento de água, em mm, por hora de bomba ligada, na dezena  $j$ .

$D_{ij}$  = Quantidade de água, em mm, que a área plantada necessita no mês  $i$  e na dezena  $j$ .

$P_{ij}$  = Precipitação esperada, em mm, no mês  $i$  e na dezena  $j$ .

$I_{ij}$  = Irrigação, em mm, no mês  $i$  e na dezena  $j$

$T_k$  = Tempo diário, em horas, de funcionamento da bomba com tarifa  $k$

### 3.2. Função objetivo

A função objetivo, representada pela equação 5, determina o menor custo com energia elétrica, em reais, no período de 15 meses.

$$\text{Min } \sum_{i=1}^{15} \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^2 C_{ij}^k X_{ij}^k \quad (5)$$

Em (5), tem-se o custo de energia elétrica identificado por  $C_{ij}^k$  correspondente ao mês  $i=1,2,3,\dots,15$  com início em maio de 2007 e término em julho do ano seguinte, ciclo de cultivo preconizado para cana irrigada por gotejamento, sendo que cada mês  $i$  foi dividido em três dezenas  $j=1,2,3$ .

Para cada dia, são estabelecidas duas tarifas  $k=1,2$ , sendo 1 referente ao horário normal e 2 ao noturno, que tem custos diferenciados. O objetivo é minimizar o custo de energia elétrica com a irrigação.

### 3.3. Restrições do modelo

As restrições a seguir correspondem à necessidade de água na área cultivada no mês  $i$  e na dezena  $j$ .

$$\sum_{k=1}^2 A_j X_{ij}^k \geq I_{ij} \quad (\text{para todo } i=1, 2, 3, \dots, 15 \text{ e } j=1, 2, 3) \quad (6)$$

As restrições apresentadas em (6) estabelecem as quantidades mínimas de água que a área plantada necessita em cada mês  $i$  e dezena  $j$ . O parâmetro  $I_{ij} = D_{ij} - P_{ij}$  assume valor zero, quando  $D_{ij} \leq P_{ij}$ , indicando que não haverá irrigação.

Nas inequações (7) estão representadas as restrições correspondentes ao tempo, em horas, de bombeamento de água no mês  $i$ , dezena  $j$ , com tarifa  $k$ .

$$X_{ij}^k \leq T_k \quad (\text{para todo } i=1, 2, 3, \dots, 15; j=1, 2, 3 \text{ e } k=1, 2) \quad (7)$$

As restrições (8) e (9) representam, respectivamente, o período dos dois primeiros meses, em que o sistema de irrigação deverá ficar ligado pelo menos duas horas por dia, em horário normal, para adequação do sistema; e o período dos dois últimos meses, em que o sistema de irrigação deverá ficar desligado para provocar o déficit hídrico e permitir que a cana atinja a maturação desejada.

$$X_{ij}^k \geq 2 \quad (\text{para todo } i=1, 2; j=1, 2, 3 \text{ e } k=1) \quad (8)$$

$$X_{ij}^k = 0 \quad (\text{para todo } i=14, 15; j=1, 2, 3 \text{ e } k=1, 2) \quad (9)$$

Na busca de solução do modelo, foi utilizado o *software* LINDO/PC Release 6.1.

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento subterrâneo (SDI - *subsurface drip irrigation*) que possibilita a aplicação de água abaixo da superfície, por meio de emissores montados na parede interna da linha de

gotejamento, distantes 0,5 m entre si, com proporção de descarga de 1,0 L/h. A linha de gotejamento foi instalada no centro da linha de plantio duplo da cana-de-açúcar na profundidade média de 0,30 m, com espaçamentos de 0,40 m entre plantas e 1,40 m entre linhas. O sistema de bombeamento é constituído por uma bomba de 125 CV (92 kW), com vazão nominal correspondente a 360 m<sup>3</sup>/h, capaz de bombear uma lâmina de água igual a 0,29 mm/h em toda a área, ou 6,1 mm/d se usar a capacidade plena diária de 21 h nos dois horários, normal e noturno. Entretanto, a área é dividida em quatro módulos iguais que são irrigados em dias alternados, aos pares, com lâmina máxima de 12,2 mm/d. Com relação à tarifa de energia, a usina enquadra-se no grupo A e é cliente horo-sazonal verde, indicada para consumidores que podem paralisar as atividades nas três horas, denominadas horário de ponta.

A usina adotou o método da tensiometria para estimar as lâminas de água para reposição das perdas decorrentes da evapotranspiração. Este método, assim como o do tanque classe A, caracteriza-se pela sua simplicidade de uso, custo relativamente baixo e, principalmente, facilidade de compreensão e aplicação pelos irrigantes (FERNANDES, 2008).

Os valores de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foram obtidos por Azevedo et al. (2000) para a Região Norte Fluminense, com características climáticas semelhantes às do sul do Estado do Espírito Santo, onde a cana foi cultivada. Os coeficientes de cultura (K<sub>c</sub>) foram obtidos por Doorenbos e Pruitt (1977) e são semelhantes aos apresentados por Souza (1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta o fluxo de caixa simplificado para o cultivo de cana de sequeiro em dois ciclos de 6 anos, que totalizam os 12 anos do horizonte temporal previsto para o projeto. Cada ciclo é formado pelo primeiro ano de implantação/reforma do canavial, quando não há colheita, seguido de 5 cortes anuais. Para o cálculo do VPL considerou-se uma taxa real de juros anual de 8,0% sobre o investimento. Empregou-se essa taxa por ser a mesma aplicada na aquisição do sistema de irrigação.

Tabela 1 - Fluxo de caixa simplificado do cultivo de cana de sequeiro em dois ciclos, em R\$/ha.

Especificação	Fundação Ano 1	1º corte ... Ano 2 ...	5º corte Ano 6	Reforma ... Ano 7 ...	5º corte Ano 12	Total
<b>A – Saídas</b>						
<b>1 – Mão-de-obra</b>	<b>946,33</b>	<b>804,53 ...</b>	<b>571,13</b>	<b>946,33 ...</b>	<b>571,13</b>	<b>8.651,46</b>
Plantio de cana	795,37	- ...	-	795,37 ...	-	1.590,74
Tratos culturais	150,96	166,43	166,43	150,96	166,43	1.966,22
Colheita	-	638,10	404,70	-	404,70	5.094,50
<b>2 – Motomec.</b>	<b>1.606,45</b>	<b>847,26 ...</b>	<b>617,48</b>	<b>1.606,45 ...</b>	<b>617,48</b>	<b>10.418,96</b>
Plantio de cana	1.287,87	- ...	-	1.287,87 ...	-	2.575,74
Tratos culturais	318,58	219,06 ...	219,06	318,58 ...	219,06	2.827,76
Colheita	-	628,20 ...	398,42	- ...	398,42	5.015,46
<b>3 – S. terceiros</b>	<b>102,94</b>	<b>102,60 ...</b>	<b>65,07</b>	<b>102,94 ...</b>	<b>65,07</b>	<b>1.025,02</b>
Plantio de cana	102,94	- ...	-	102,94 ...	-	205,88
Colheita	-	102,60 ...	65,07	- ...	65,07	819,14
<b>4 – Insumos</b>	<b>440,86</b>	<b>217,36</b>	<b>217,36</b>	<b>440,86</b>	<b>217,36</b>	<b>3.055,32</b>
Plantio de cana	262,40	- ...	-	262,40	-	524,80
Tratos culturais	178,46	217,36 ...	217,36	178,46 ...	217,36	2.530,52
<b>5 – Materiais</b>	<b>104,95</b>	<b>172,52</b>	<b>118,53</b>	<b>104,95</b>	<b>118,53</b>	<b>1.637,52</b>
Plantio de cana	82,37	- ...	-	82,37	-	164,74
Tratos culturais	22,58	24,92	24,92	22,58	24,92	294,36
Colheita	-	147,60	93,61	-	93,61	1.178,42
<b>6 – Impostos</b>	<b>48,50</b>	<b>48,50 ...</b>	<b>48,50</b>	<b>48,50 ...</b>	<b>48,50</b>	<b>582,02</b>
<b>7 – Terra</b>	<b>150,00</b>	<b>150,00</b>	<b>150,00</b>	<b>150,00</b>	<b>150,00</b>	<b>1.800,00</b>
<b>B – Entradas</b>						
<b>1 – Receita bruta</b>	-	<b>3.645,00 ...</b>	<b>2.311,77</b>	- ...	<b>2.311,77</b>	<b>29.101,17</b>
VPL (R\$)	(3.400,03)	(2.194,27) ...	203,64	(1.938,96) ...	331,96	
TIR (%)					10,6	

Fonte: elaborada pelo autor

Os custos com motomecanização correspondem ao fator de produção de maior dispêndio, seguido pelos fatores mão-de-obra rural e insumos. Os custos com a colheita de uma tonelada de cana foram de R\$16,85, distribuídos em mão-de-obra rural (R\$7,09), motomecanização (R\$6,98), serviços de terceiros (R\$1,14) e materiais (R\$1,64). Cada um desses custos, multiplicado pela

respectiva produtividade, fornece o custo registrado nas saídas para o fator colheita.

Para se determinar as receitas anuais e o fluxo de caixa, consideraram-se um valor fixo para a quantidade de ATR, equivalente a 135,0 kg/t, e o preço do ATR de R\$0,30/kg. O valor adotado para a quantidade de ATR é bem próximo à média obtida na usina e o preço do ATR é equivalente ao valor de encerramento da safra 2008/09 (CPC-UPA/COAFOCANA, 2009).

O custo total médio estimado de produção de uma tonelada de cana de sequeiro foi de R\$37,81. O preço de venda de uma tonelada da cana na esteira, com a qualidade considerada, ou seja, com a quantidade de ATR igual 135,0 kg/t e preço de R\$0,30/kg ATR, tem sido de R\$40,50. Portanto, o lucro líquido obtido na produção de uma tonelada de cana de sequeiro tem sido de aproximadamente R\$2,69.

O VPL do projeto é positivo, igual a R\$331,96, indicando a viabilidade do cultivo em sequeiro para a taxa mínima de atratividade de 8,0% considerada. O projeto deixa de ser atrativo somente quando a taxa atinge o valor da TIR, igual a 10,6%.

A tabela 2 apresenta o fluxo de caixa simplificado para o cultivo de cana irrigada por gotejamento em um único ciclo de 11 cortes que, incluindo o primeiro ano para a fundação da cultura, completa o mesmo horizonte temporal de 12 anos de projeto, previsto para o cultivo de sequeiro.

Ao contrário do sistema de sequeiro, no cultivo irrigado, os custos com mão-de-obra são os mais elevados, superando os custos com motomecanização. Os custos com equipamentos de irrigação ficam em terceiro lugar, seguido pelos custos com insumos.

O VPL do projeto é positivo e igual a R\$1.121,00, indicando a viabilidade do cultivo irrigado para a taxa mínima de atratividade considerada. O projeto deixa de ser atrativo somente quando a taxa atinge o valor da TIR, igual a 12,3%.

Tabela 2 - Fluxo de caixa do cultivo de cana irrigada por gotejamento em um ciclo, em R\$/ha.

Especificação	Fundação Ano 1	1º corte Ano 2	2º corte Ano 3	... ...	11º corte Ano 12	Total
<b>A – Saídas</b>						
<b>1 – Mão-de-obra</b>	<b>1.151,16</b>	<b>1.399,31</b>	<b>1.347,91</b>	...	<b>986,79</b>	<b>14.100,92</b>
Plantio de cana	795,37	-	-	...	-	795,37
Tratos culturais	150,96	166,43	166,43	...	166,43	1.981,69
Colheita	-	1.028,05	976,65	...	615,53	8.865,90
Irrigação	204,83	204,83	204,83	...	204,83	2.457,96
<b>2 – Motomecanização</b>	<b>1.606,45</b>	<b>1.231,16</b>	<b>1.180,56</b>	...	<b>825,04</b>	<b>12.744,46</b>
Plantio de cana	1.287,87	-	-	...	-	1.287,87
Tratos culturais	318,58	219,06	219,06	...	219,06	2.728,24
Colheita	-	1.012,10	961,50	...	605,98	8.728,35
<b>3 – Serviços de terceiros</b>	<b>102,94</b>	<b>165,30</b>	<b>157,04</b>	...	<b>98,97</b>	<b>1.528,49</b>
Plantio de cana	102,94	-	-	...	-	102,94
Colheita	-	165,30	157,04	...	98,97	1.425,55
<b>4 – Insumos</b>	<b>698,02</b>	<b>343,88</b>	<b>343,88</b>	...	<b>343,88</b>	<b>4.480,70</b>
Plantio de cana	415,68	-	-	...	-	415,68
Tratos culturais	282,34	343,88	343,88	...	343,88	4.065,02
<b>5 – Materiais</b>	<b>104,95</b>	<b>262,72</b>	<b>250,83</b>	...	<b>167,30</b>	<b>2.429,86</b>
Plantio de cana	82,37	-	-	...	-	82,37
Tratos culturais	22,58	24,92	24,92	...	24,92	296,70
Colheita	-	237,80	225,91	...	142,38	2.050,79
<b>6 – Equip. irrigação</b>	-	<b>1.377,51</b>	<b>1.377,51</b>	...	-	<b>6.887,55</b>
<b>7 – Energia</b>	<b>169,07</b>	<b>169,07</b>	<b>169,07</b>	...	<b>169,07</b>	<b>2.028,84</b>
Faturamento de demanda	103,40	103,40	103,40	...	103,40	1.240,80
Faturamento de consumo	65,67	65,67	65,67	...	65,67	788,04
<b>8 – Impostos</b>	<b>84,41</b>	<b>84,41</b>	<b>84,41</b>	...	<b>84,41</b>	<b>1.012,89</b>
<b>9 – Terra</b>	<b>150,00</b>	<b>150,00</b>	<b>150,00</b>	...	<b>150,00</b>	<b>1.800,00</b>
<b>B – Entradas</b>						
<b>1 – Receita bruta</b>	-	<b>5.872,50</b>	<b>5.578,88</b>	...	<b>3.516,08</b>	<b>50.644,43</b>
<b>2 – Valor residual irrig.</b>	-	-	-	...	<b>1.100,00</b>	<b>1.100,00</b>
VPL (R\$)	(4.067,00)	(3.428,90)	(2.985,08)	...	1.121,00	
TIR (%)					12,3	

Fonte: elaborada pelo autor

O custo total médio estimado de produção de uma tonelada de cana irrigada tem sido de R\$37,60. O preço de venda de uma tonelada da cana na esteira, com a mesma qualidade considerada, tem sido de R\$40,50. Portanto, o lucro líquido obtido na produção de uma tonelada de cana irrigada tem sido de aproximadamente R\$2,90 e tem superado o lucro na produção de sequeiro em R\$0,21 por tonelada.

Na tabela 3, é possível comparar a produtividade, a produção e o VPL dos dois sistemas. Verifica-se que para o cultivo de cana de sequeiro, a produtividade, no primeiro corte, é de 90,0 t/ha e no quinto corte diminui para 57,1 t/ha, totalizando 718,5 t de cana colhidas nos dois ciclos. No primeiro ciclo, o VPL do projeto torna-se positivo somente a partir do quinto corte e torna-se negativo, novamente, da reforma ao terceiro corte do ciclo seguinte.

Tabela 3 - Produtividade e VPL do cultivo de cana de sequeiro e cana irrigada.

Ano	Sistema de sequeiro			Sistema irrigado		
	Corte	Cana (t/ha)	VPL (R\$)	Corte	Cana (t/ha)	VPL (R\$)
1	Plantio	-	(3.400,03)	Plantio	-	(4.067,00)
2	1°	90,0	(2.194,27)	1°	145,0	(3.428,90)
3	2°	78,3	(1.315,04)	2°	137,8	(2.985,08)
4	3°	70,5	(647,95)	3°	130,9	(2.703,43)
5	4°	63,4	(152,78)	4°	124,3	(2.556,39)
6	5°	57,1	203,64	5°	118,1	(2.520,30)
7	Reforma	-	(1.938,96)	6°	112,2	(1.706,82)
8	1°	90,0	(1.179,12)	7°	106,6	(1.031,01)
9	2°	78,3	(625,07)	8°	101,3	(473,36)
10	3°	70,5	(204,68)	9°	96,2	(16,91)
11	4°	63,4	107,36	10°	91,4	353,04
12	5°	57,1	331,96	11°	86,8	1.121,00
Total		718,5		1.250,5		

Fonte: elaborada pelo autor

Para o cultivo de cana irrigada por gotejamento, a produtividade no primeiro corte foi estimada em 145,0 t/ha, com redução para 86,8 t/ha no último corte. A produção total de cana foi de 1.250,5 t. O VPL do projeto é positivo e igual a R\$1.121,00, indicando que a viabilidade do cultivo irrigado é maior que o

de sequeiro. Com a mesma taxa de desconto empregada, o projeto irrigado apresenta retorno positivo a partir do penúltimo ano do projeto, no décimo corte.

Para o horizonte previsto de 12 anos, a produção total média estimada de cana irrigada por gotejamento supera a de sequeiro em 532,0 t. Para se comparar a produtividade média estimada da área de sequeiro com a da área irrigada no horizonte previsto, é importante diferenciar o que se estabelece como produtividade de colheita e produtividade de cultivo. A primeira refere-se à produtividade quantificada na área colhida, enquanto a segunda engloba toda a área onde a cana está sendo cultivada, incluindo a área de plantio ou reforma, onde não há colheita. Para o cultivo de sequeiro, a produtividade média de colheita é de 71,9 t/ha, já que considera somente os 10 anos de colheita e exclui o primeiro ano de implantação e o sexto da reforma. Entretanto, no decorrer desses dois ciclos de produção, a produtividade média de cultivo cai para 59,9 t/ha quando se divide a produção total pelos 12 anos de cultivo. Para o mesmo horizonte de tempo, a produtividade média de colheita da cana irrigada é de 113,7 t/ha em 11 anos, enquanto a produtividade de cultivo cai para 104,2 t/ha quando se considera os 12 anos em vez dos 11.

Como a usina possui capacidade de moagem equivalente a 1.200.000 t de cana por safra, semelhante à da maioria da região, ela deveria dispor, em caso de verticalização total da produção, de 20.033 ha para o sistema de sequeiro, com a produtividade média de cultivo de 59,9 t/ha. Para atender a essa mesma demanda com cana irrigada por gotejamento, com produtividade média de cultivo de 104,2 t/ha, a área disponível deveria ser de 11.516 ha. A diferença entre as áreas demandadas é de 8.517 ha e a relação entre elas é de 1,74 ha de cana de sequeiro para cada hectare irrigado por gotejamento.

A tabela 4 apresenta os resultados da análise de sensibilidade, mostrando o efeito, sobre o VPL e a TIR, dos dois sistemas de cultivo de cana, advindo de uma variação, no sentido desfavorável, de 10% nos valores dos principais fatores de produção relacionados nos fluxos de caixa.

Tabela 4 - Análise de sensibilidade para os principais fatores de produção dos sistemas de cultivo de cana.

Fator	Sistema de sequeiro		Sistema irrigado	
	VPL (R\$)	TIR (%)	VPL (R\$)	TIR (%)
Valor base	331,96	10,6	1.121,00	12,3
1 – Mão-de-obra rural	(267,97)	5,9	142,95	8,5
2 – Motomecanização	(404,61)	4,8	215,36	8,8
3 - Serviços de terceiros	260,94	10,1	1.014,57	11,9
4 – Insumos	118,62	8,9	805,71	11,1
5 – Materiais	220,60	9,8	954,42	11,7
6 - Equipamentos irrigação	-	-	571,00	10,1
7 - Energia elétrica	-	-	983,40	11,8
8 - Remuneração da terra	209,88	9,7	998,92	11,8
9 – Produtividade	(753,83)	1,7	(804,67)	4,9
10 - Preço da cana	(1.555,55)	-5,6	(2.294,31)	-0,9

Observa-se que, para os dois sistemas analisados, o preço da cana foi a variável que exerce o maior impacto sobre os indicadores considerados. Assim, uma queda de 10% no seu preço provoca uma redução da TIR, em pontos percentuais, de 16,2% para a cana de sequeiro e de 13,2% para a cana irrigada por gotejamento. Nos dois casos, o VPL negativo indica a inviabilidade econômica do projeto. Uma queda de 10% no preço da cana implica uma redução do mesmo valor percentual na receita bruta esperada e decorre da redução de um dos parâmetros empregados para a determinação do seu preço, a quantidade de ATR ou o preço do ATR. A receita é dada pelo produto de cada uma dessas duas variáveis pela produtividade. Entretanto, a redução de 10% na produtividade provoca uma queda menor nos indicadores econômicos, pois os custos com colheita também diminuem. Neste caso, a redução na TIR, em pontos percentuais, é de 8,9% para a cana de sequeiro e de 7,4% para a cana irrigada por gotejamento. Constatou-se, neste estudo, o resultado semelhante ao obtido por Ponciano et al. (2006) e diversos outros autores citados na revisão de literatura, em que o preço de venda do produto é a variável que mais afeta os indicadores econômicos em uma análise de sensibilidade.

Os fatores motomecanização e mão-de-obra foram classificados, a seguir, em ordem de importância, como os itens que mais afetaram os resultados financeiros de cada atividade. Para a cana de sequeiro, a motomecanização se destaca como o segundo item mais importante, seguido da mão-de-obra, ambos

com VPL negativo e com quedas percentuais da TIR de 5,8% e 4,7%, respectivamente. Para a cana irrigada, esses dois fatores, depois do preço da matéria-prima, também são os que provocam as maiores quedas nos indicadores, porém, em ordem inversa, com quedas percentuais da TIR de 3,8% para mão-de-obra, seguida de 3,5% para motomecanização.

Para os dois sistemas, os fatores de produção serviços de terceiros, materiais e remuneração da terra provocaram reduções percentuais inferiores a 1,0% na TIR, sendo considerados pouco relevantes. Entretanto, para a determinação dos custos com remuneração de um hectare de terra nua, o valor de venda na região, estimado em R\$5.000,00, pode estar abaixo do valor médio praticado em virtude da crise financeira instalada no período de coleta dos dados. No período de julho a agosto de 2008, o preço da terra agrícola em várzea com cana, cotado no *site* da FNP<sup>3</sup> para a região era R\$8.500,00. Em caso de arrendamento de terras, cobra-se na região, segundo informações fornecidas pela direção da cooperativa local de fornecedores de cana, o equivalente a 20% sobre o preço de venda da cana. Tomando-se por base uma produtividade agrícola de 60 t/ha, com a quantidade de ATR igual 135,0 kg/t, ao preço de R\$0,30/kg, o valor anual de um hectare arrendado seria equivalente a R\$486,00.

O fator de produção energia elétrica do sistema irrigado também provocou impacto inferior a 1,0% na TIR. Entretanto, esse fator foi analisado com maior profundidade no presente trabalho tendo em vista as possíveis variações nos custos, em função do tipo de tarifa aplicada, conforme relatado mais adiante.

A análise de sensibilidade serviu para identificar as variáveis aleatórias mais relevantes do fluxo de caixa. Entretanto, este procedimento consiste no primeiro passo para lidar com os riscos do investimento, uma vez que considera a influência das variáveis de forma independente, quando se sabe que as variáveis, positivamente correlacionadas, devem ser analisadas em conjunto. Portanto, a análise de sensibilidade serviu de base para a análise probabilística do risco envolvido em cada projeto, que, por sua vez, foi realizada por meio da simulação de Monte Carlo, mediante 5.000 iterações, em planilha eletrônica Excel. Foram empregadas as variáveis que representaram o maior impacto sobre o VPL: preço

---

<sup>3</sup> Site:<<http://www.fnp.com.br/terras/regiao/cotacao.php>>.

do ATR (R\$/kg) e produtividade agrícola (t/ha). Como a produtividade tem relação direta com os custos de colheita, a análise de riscos considerou a variação de mais quatro fatores de produção: mão-de-obra, motomecanização, serviços de terceiros e materiais.

Os resultados da simulação de Monte Carlo para o indicador VPL encontram-se na figura 1. Na simulação realizada para o VPL, infere-se que valores negativos deste indicador constituem uma situação em que o projeto apresentaria rendimento inferior ao retorno proporcionado pela taxa de desconto de 8,0% empregada. Assim, conforme apresentado na figura 1, existem, respectivamente, para os sistemas de sequeiro e irrigado, 26,3% e 22,4% de probabilidade de o VPL ser nulo, ou seja, de não haver vantagem adicional em se aplicar o capital nos referidos projetos.

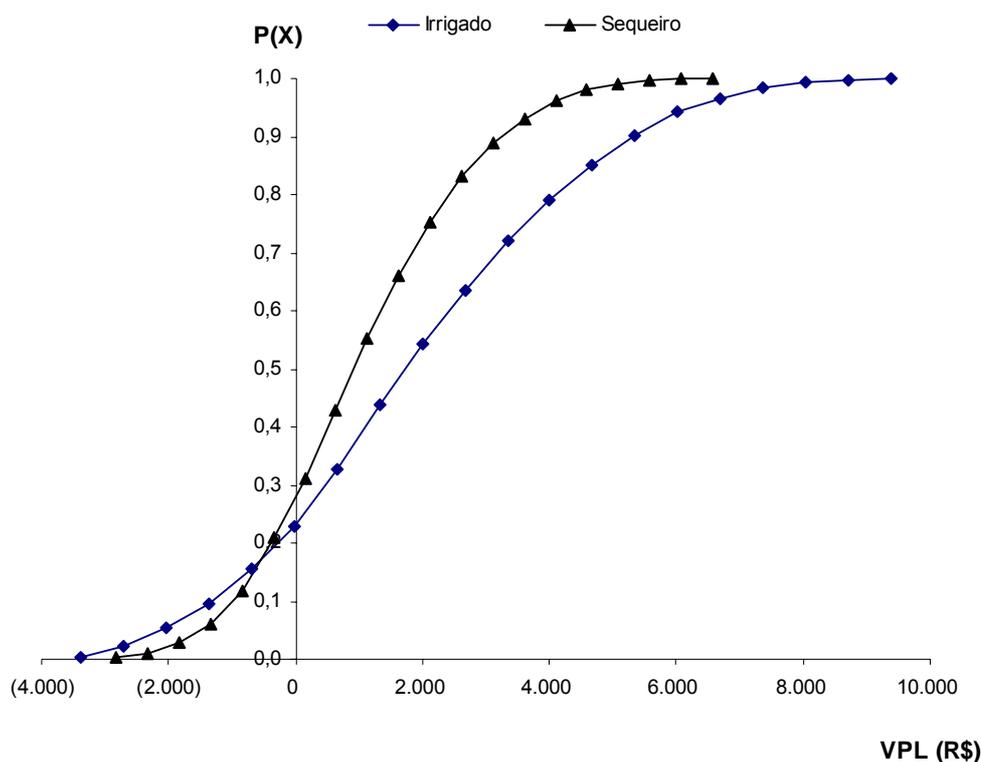


Figura 1 - Distribuição acumulada das probabilidades para o valor presente líquido (VPL) dos dois sistemas, irrigado e de sequeiro.

O sistema irrigado não só fornece a menor probabilidade de apresentar VPL negativo, como proporciona maior estabilidade, em termos de produtividade agrícola, garantindo maior constância na quantidade de cana demandada, em regiões com distribuição pluviométrica irregular.

O risco de um projeto agrônômico é função, principalmente, de incertezas agrícolas, incertezas econômicas, incertezas tecnológicas e outros tipos de incertezas, como as associadas às políticas públicas e ao ambiente de regulação. A quantificação do risco é afetada, ainda, pelo modelo de estratégia de produção e também pelo gerenciamento de decisão.

O risco de um projeto, advindo de incertezas agrícolas, depende da ocorrência de vários fatores como: variações climáticas, nível de infestação de pragas, doenças e ervas daninhas, manejo no cultivo e plantel varietal. Nas regiões Norte Fluminense e Sul do Espírito Santo, o déficit hídrico é apontado como o principal responsável pela baixa produtividade agrícola (UFRRJ, 1999).

A figura 2 apresenta a evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) e a pluviosidade média mensal de 32 anos, período de 1976 a 2007, na Usina Paineiras - ES e em Campos dos Goytacazes - RJ. Verifica-se que a distribuição das chuvas nas duas regiões é semelhante. O mês de janeiro é chuvoso, mas em fevereiro é comum a ocorrência de veranico, quando a pluviosidade média cai à metade, provocando um déficit hídrico num momento em que a planta poderia crescer mensalmente acima de 20 t/ha. A partir do mês de abril, dá-se início a um período de estiagem, especialmente nos quatro meses consecutivos, de maio a agosto. A queda de temperatura nesse período fornece, juntamente com a estiagem, as melhores condições para colheita da cana. A partir do mês de setembro, e até o final do ano, a pluviosidade média é continuamente crescente, caracterizando-se como um período chuvoso.

A figura 2 permite ainda inferir que, em ambas as regiões, a água disponível para a cana, por meio das chuvas, tem sido insuficiente para atender às suas necessidades, com exceção dos dois últimos meses na Usina Paineiras. Como de fato, no planejamento da implantação do sistema de irrigação por gotejamento, a previsão era de que, nos meses de novembro e dezembro, o sistema funcionaria basicamente para atender ao suprimento de fertilizantes preconizado.

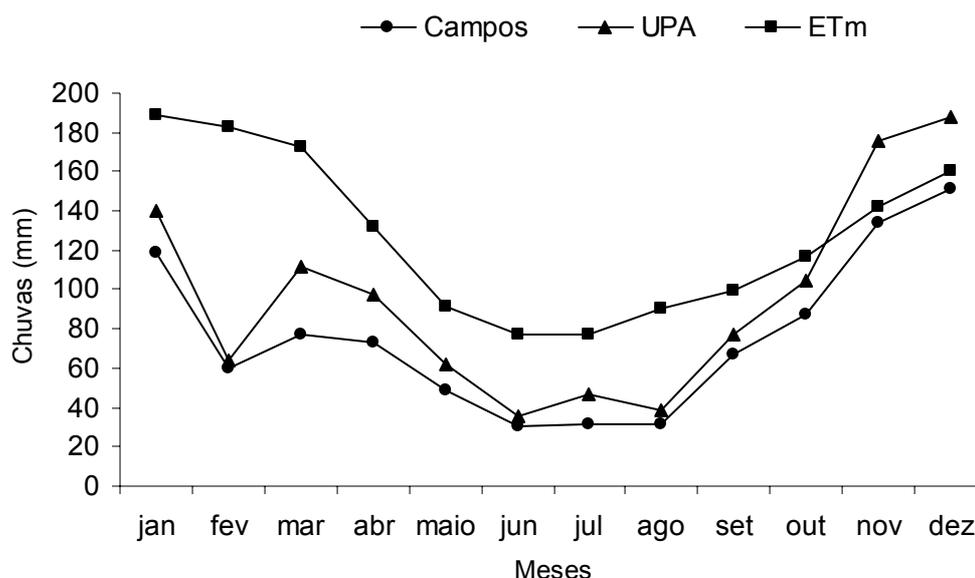


Figura 2 - Evapotranspiração máxima (ETm) e pluviosidade média mensal na Usina Paineiras – ES (UPA) e em Campos dos Goytacazes – RJ, 1976 a 2007.

A tabela 5 mostra, para o período de 1968 a 2007, a pluviosidade mensal dos anos com chuvas acumuladas abaixo de 500 mm nos oito primeiros meses.

Tabela 5 - Pluviosidade mensal (mm) em anos de estiagem na Usina Paineiras, no período de 1968 a 2007.

Ano	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	subtotal	set	out	nov	dez	Total
1971	47	26	36	55	8	84	38	114	<b>408</b>	214	161	499	250	<b>1.532</b>
1972	59	50	29	52	89	26	110	80	<b>495</b>	177	66	128	161	<b>1.028</b>
1974	100	18	40	78	44	24	7	4	<b>315</b>	25	177	80	174	<b>771</b>
1976	0	37	133	11	90	9	132	63	<b>476</b>	80	200	122	380	<b>1.258</b>
1977	49	7	7	208	39	25	4	8	<b>347</b>	99	170	187	247	<b>1.050</b>
1990	6	72	2	38	47	4	21	35	<b>224</b>	52	65	64	186	<b>591</b>
1995	31	21	87	69	59	7	37	60	<b>371</b>	43	188	195	225	<b>1.022</b>
1996	140	15	69	74	77	52	5	34	<b>465</b>	229	129	339	143	<b>1.305</b>
1998	134	78	51	55	40	14	4	63	<b>438</b>	58	193	273	125	<b>1.086</b>
1999	16	17	61	47	31	117	63	44	<b>396</b>	43	96	332	110	<b>976</b>
2001	32	18	40	9	72	11	26	10	<b>217</b>	96	88	203	163	<b>766</b>
2002	66	104	14	9	114	27	20	5	<b>358</b>	111	116	114	234	<b>932</b>
2006	17	64	151	148	20	20	31	26	<b>476</b>	35	109	288	218	<b>1.126</b>
2007	213	73	11	68	50	8	10	21	<b>454</b>	45	120	150	139	<b>907</b>

Fonte: elaborada pelo autor

A média anual, nesse período de 40 anos, foi de 1.150 mm e a média dos oito primeiros meses, de janeiro a agosto, foi de 590 mm. A estiagem maior ocorreu ao longo do ano de 1990, quando choveu apenas 591 mm. Naquele ano, a safra foi reduzida para apenas 50 dias corridos para moer somente 120.000 t de cana. As canas de fornecedores somaram a inexpressiva quantia de 20.000 t, se comparada ao recorde de 550.000 t, ocorrido dois anos antes.

Para uma região com histórico de déficit hídrico semelhante ao retratado, o investimento em irrigação torna-se não só uma ferramenta com vistas ao aumento de competitividade, mas um seguro contra as estiagens, que podem comprometer a própria sobrevivência da empresa. Por outro lado, em períodos chuvosos, como foi o primeiro ano de implantação do sistema irrigado em estudo, o negócio mostrou-se pouco atraente economicamente.

A tabela 6 apresenta a produção, a produtividade e a qualidade da cana planta colhida na área irrigada por gotejamento, segundo as variedades cultivadas.

Tabela 6 - Produção e qualidade da cana irrigada por gotejamento, segundo as variedades, Fazenda Barra Seca - Usina Paineiras – 2008.

Variedade	Área (ha)	Cana (t)	Prod <sup>1</sup> (t/ha)	PBU <sup>2</sup> (g)	Brix (%)	Pol (%)	Fibra (%)	ATR <sup>3</sup> (kg/t)
Diversas	14,0	1.985,3	141,8	132,4	18,8	16,3	12,5	133,3
RB 855453	9,4	1.481,7	157,3	127,2	17,0	14,2	11,7	119,7
RB 867515	30,2	3.983,3	131,9	131,2	20,1	17,3	12,4	142,2
SP 80-3280	29,3	4.748,9	162,3	130,4	16,9	14,1	12,2	117,8
SP 91-1049	35,5	4.905,3	138,3	132,7	17,9	14,9	12,6	123,7
Total/Média	118,4	17.104,4	144,5	131,2	18,2	15,4	12,4	127,1

1: Produtividade; 2: Peso do bolo úmido; 3: açúcares totais recuperáveis

A produtividade média de 144,5 t/ha do sistema irrigado foi, coincidentemente, igual ao valor estimado neste trabalho, mas para um cenário relativamente pessimista. A cana foi entregue com baixo teor de impurezas, conforme se verifica pelo valor médio do peso do bolo úmido (PBU), de 131,2 g, bem abaixo da faixa média registrada pela usina, entre 145,0 g e 150,0 g. Esse parâmetro indica boa qualidade de colheita. Entretanto, a qualidade da cana, que foi colhida sem aplicação prévia de maturador, não atendeu às expectativas, dado que a quantidade média de ATR, igual a 127,1 kg/t, ficou 5,9% abaixo dos 135,0

kg/t esperados. A variedade RB 867515, apesar de ser considerada mais tardia, foi a que obteve a maior quantidade de ATR, com 142,2 kg/t, mas com a menor produtividade, igual a 131,9 t/ha. No outro extremo, a variedade SP 80-3280 apresentou a menor quantidade de ATR, com 117,8 kg/t, mas, em compensação, teve a maior produtividade, igual a 162,3 t/ha, equivalente aos valores previstos na literatura e preconizados na época da implantação do sistema irrigado.

A principal causa atribuída à baixa qualidade da cana foi o excesso de chuvas registrado antes da colheita. Em cada um dos sete meses consecutivos que precederam ao mês de interrupção da irrigação, a pluviosidade mensal ficou acima de 100 mm. O total de chuvas nesse período, de outubro de 2007 a abril de 2008, foi de 1.211 mm, com destaque para o mês de fevereiro, com 260 mm de chuvas, bem superior à média histórica de 67 mm. No mês de junho de 2008, a um mês do início da colheita, a pluviosidade na área irrigada foi de 58 mm, um pouco acima da média histórica, de 41 mm, mas suficiente para manter bem úmida a área de baixada e de difícil drenagem. De fato, apesar de se iniciar a colheita dois meses após a interrupção da irrigação, foi observado que o solo permanecia bem úmido no momento do embarque, dificultando parcialmente as operações mecanizadas.

Os baixos valores de produtividade e quantidade de ATR, obtidos na primeira colheita da cana irrigada, certamente não devem ser atribuídos à aplicação deficiente de nutrientes via fertirrigação. A tabela 7 mostra que alguns insumos consumidos no primeiro ano de cultivo da cana irrigada por gotejamento foram superiores aos valores preconizados pela literatura.

Tabela 7 - Insumos consumidos no cultivo de cana irrigada por gotejamento – Usina Paineiras – 2008.

Insumo	Insumo aplicado kg/ha	Teor do elemento %	Elemento aplicado kg/ha	Elemento recomendado kg/ha
Nitrato de amônio	352	33 (N)	116	180
Ureia	170	45 (N)	77	180
Cloreto de potássio	386	58 (K)	224	200
MAP	285	52 (P)	148	150
Sulfato de zinco	5,3	20 (Zn)	1,07	1,07
Sulfato de cobre	1,1	13 (Cu)	0,14	0,61
Bórax	1,4	11 (B)	0,16	0,42

Fonte: elaborada pelo autor

O nitrato de amônio foi inicialmente aplicado como fonte de nitrogênio, sendo posteriormente substituído pela ureia. O nitrogênio total, aplicado a partir desses dois insumos, superou, portanto, os 180 kg/ha recomendados para o elemento pela empresa que implantou o sistema irrigado. Isso sem considerar o nitrogênio proveniente do fosfato monoamônico – MAP, que excede 30 kg/ha. O elemento potássio também superou a dosagem preconizada, enquanto o elemento fósforo, sob a forma de MAP, foi aplicado na dosagem recomendada.

A experiência adquirida pela área agrícola da usina, no primeiro ano de implantação da irrigação por gotejamento, fez com que houvesse uma mudança de conduta em relação aos teores de nitrogênio aplicados em cana planta. A direção da indústria estuda uma parceria com pesquisadores da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF para a implantação de um experimento na própria área irrigada. O objetivo do ensaio é avaliar as produtividades obtidas com diferentes níveis de nitrogênio e compará-las com a produtividade da área inoculada por um *pool* de microrganismos que promovem a fixação de nitrogênio e aumentam a biodisponibilidade do fósforo no solo.

#### 4. Consumo de energia

O impacto provocado na TIR pela energia elétrica do sistema irrigado, na análise de sensibilidade, foi inferior a 1,0% em virtude de a usina estudada ser cadastrada como cliente horo-sazonal. A tabela 8 apresenta as estruturas

tarifárias, com seus respectivos preços, vigentes em junho de 2008, para este tipo de cliente.

Tabela 8 - Estrutura tarifária de energia elétrica de cliente horo-sazonal – ES, 2008.

Tarifa	Horário (h)	Nº de horas	Tarifa energia (R\$/kWh)	Custo decendial (R\$/h)
Ponta	18 às 21	3	1,125780	1.035,72
Normal	6 às 18	12	0,110660	101,81
Noturno	21 às 6	9	0,011066	10,18

Fonte: ESCELSA (2004)

O custo decendial de energia, para cada tipo de tarifa, refere-se ao consumo, de 920 kWh, decorrente do funcionamento da bomba de 92 kW de potência para cada hora diária, ao longo dos dez dias. O horário de ponta não foi considerado devido ao preço elevado da tarifa e não constituiu objeto deste estudo.

Em princípio, a melhor alternativa seria consumir energia somente no horário noturno, cujo desconto sobre a tarifa do horário normal é de 90%. O horário normal deveria ser usado apenas para suprir a lâmina de irrigação, já que as nove horas diárias do horário noturno não atendem plenamente à demanda de água durante todo o período do cultivo. Isso porque há ocorrência frequente de veranicos, que exigem a aplicação de lâminas maiores que as possibilitadas pelo uso da irrigação em horário noturno.

Na tabela 9, são apresentados alguns parâmetros usados no modelo proposto. As chuvas correspondem à pluviosidade média mensal na usina desde o ano de 1968 até 2007. A irrigação é feita somente quando a evapotranspiração máxima (ET<sub>m</sub>) excede a pluviosidade no período. Portanto, sabe-se, a princípio, que a cana planta cultivada nesse período necessitará, em média, de 477 mm de irrigação, ou 411 mm, se considerar que, nos dois últimos meses que precedem a colheita, não se irriga. Também, em média, o mês de fevereiro é o de maior déficit hídrico, e os meses chuvosos de novembro e dezembro dispensam a irrigação.

Tabela 9 - Parâmetros pluviométricos para irrigação - maio/2007 a julho/2008.

Mês	ET <sub>o</sub> (mm)	K <sub>c</sub>	ET <sub>m</sub> (mm)	Chuva (mm)	Irrigação (mm)
maio/07	101	0,55	56	59	0
jun/07	86	0,55	47	41	6
jul/07	97	0,80	78	48	30
ago/07	113	0,80	90	40	50
set/07	111	0,90	100	82	18
out/07	130	0,90	117	116	1
nov/07	142	1,00	142	183	0
dez/07	160	1,00	160	178	0
jan/08	180	1,05	189	131	58
fev/08	174	1,05	183	67	116
mar/08	164	1,05	172	110	62
abr/08	126	1,05	132	94	38
maio/08	101	0,90	91	59	32
jun/08	86	0,90	77	41	36
jul/08	97	0,80	78	48	30
	1.868	-	1.712	1.297	477

Fonte: elaborada pelo autor

Na tabela 10, a evapotranspiração máxima para cada decêndio  $k$  ( $ET_{m_k}$ ) corresponde a um terço da  $ET_m$  do respectivo mês; os índices pluviométricos decendiais e mensais são os registrados na área de plantio durante o ciclo da cana, entre maio de 2007 e julho de 2008.

Tabela 10 - Índice pluviométrico, evapotranspiração máxima e irrigação decendiais, em mm, no período de maio/2007 a julho/2008

Mês	ETm <sub>k</sub> (mm)	Chuva decendial (mm)				Irrigação decendial (mm)			
		1	2	3	Soma	1	2	3	Soma
maio/07	19	6	41	11	58	13	0	8	21
jun/07	16	3	0	0	3	13	16	16	45
Jul/07	26	0	0	8	8	26	26	18	70
ago/07	30	0	8	16	24	30	22	14	66
set/07	33	45	10	4	59	0	23	29	52
out/07	39	0	105	67	172	39	0	0	39
nov/07	47	29	98	23	150	18	0	24	42
dez/07	53	79	91	9	179	0	0	44	44
jan/08	63	69	10	110	189	0	53	0	53
fev/08	61	97	3	160	260	0	58	0	58
mar/08	57	7	8	87	102	50	49	0	99
abr/08	44	60	42	57	159	0	2	0	2
maio/08	30	0	11	0	11	30	19	30	79
jun/08	26	21	1	36	58	5	25	0	30
Jul/08	26	0	10	0	10	26	16	26	68
Total	-	416	438	588	1.442	250	309	209	768

Fonte: elaborada pelo autor

A diferença entre a evapotranspiração máxima, para o decêndio k (ETm<sub>k</sub>), e o índice pluviométrico, de cada decêndio, corresponde à irrigação preconizada para o respectivo período.

Na tabela 11, têm-se os tempos diários, em horas, que a bomba deverá ficar ligada, em cada decêndio do ciclo preconizado, para a cana irrigada por gotejamento.

Tabela 11 - Tempo diário, em horas, de funcionamento do sistema de irrigação durante o período de 15 meses, nos três decêndios, segundo as tarifas.

Mês	Normal decendial				Noturno decendial			
	1	2	3	Soma	1	2	3	Soma
maio/07	2,0	2,0	2,0	6,0	2,4	0,0	0,7	3,1
jun/07	2,0	2,0	2,0	6,0	2,4	3,5	3,5	9,4
jul/07	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	8,9	6,1	23,9
ago/07	1,2	0,0	0,0	1,2	9,0	7,5	4,8	21,3
set/07	0,0	0,0	0,9	0,9	0,0	7,8	9,0	16,8
out/07	4,3	0,0	0,0	4,3	9,0	0,0	0,0	9,0
nov/07	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	0,0	8,2	14,3
dez/07	0,0	0,0	6,0	6,0	0,0	0,0	9,0	9,0
jan/08	0,0	9,1	0,0	9,1	0,0	9,0	0,0	9,0
fev/08	0,0	10,8	0,0	10,8	0,0	9,0	0,0	9,0
mar/08	8,1	7,7	0,0	15,8	9,0	9,0	0,0	18,0
abr/08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,7
maio/08	1,2	0,0	1,2	2,4	9,0	6,5	9,0	24,5
jun/08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
jul/08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	18,8	31,6	12,1	62,5	55,8	61,9	50,3	168,0

Fonte: elaborada pelo autor

Constatou-se, neste cenário, que a opção preferencial é pela irrigação na tarifa noturna, mais barata. A opção pela tarifa normal só acontece quando a irrigação noturna não atende à demanda da área plantada ou quando o sistema permanece ligado para adequação, por pelo menos duas horas por dia, nos dois primeiros meses.

A soma dos tempos decendiais de bombeamento são de 62,5 h e 168,0 h, respectivamente, para os horários normal e noturno. Considerando a capacidade de bombeamento de 0,293 mm/h, ou 2,93 mm/h ao longo dos 10 dias, verifica-se que a lâmina aplicada, com a tarifa normal, é de 183 mm e, com tarifa noturna, é de 492 mm, totalizando 675 mm. Como a lâmina efetivamente aplicada pela usina, durante todo o ciclo, foi de 608 mm, o modelo propõe a aplicação de um excedente de 59 mm de água.

Na tabela 12, constam os custos, efetivos e obtidos na solução do modelo, com energia para o suprimento do sistema de irrigação, nos períodos normal e noturno, durante o ciclo de cultivo da cana.

A usina teve um custo de R\$19.144,43 com energia elétrica para bombeamento, considerando apenas as duas estruturas tarifárias, normal e noturno. Pelo modelo proposto, o custo do bombeamento, apenas nesses mesmos períodos, é de R\$8.073,31, uma redução de R\$11.071,12, ou de 57,8% nesses custos.

Tabela 12 - Custos com energia para irrigação por gotejamento de cana planta.

Mês	Custos efetivos			Custos obtidos na solução do modelo		
	Normal (R\$)	Noturno (R\$)	Subtotal (R\$)	Normal (R\$)	Noturno (R\$)	Subtotal (R\$)
maio/07	1.515,10	0,00	1.515,10	610,84	31,56	642,40
jun/07	3.123,02	0,00	3.123,02	610,84	95,70	706,54
jul/07	1.900,23	91,08	1.991,32	0,00	243,32	243,32
ago/07	976,46	42,01	1.018,47	122,17	216,85	339,02
set/07	3.106,14	60,73	3.166,87	91,63	171,04	262,66
out/07	1.116,11	134,94	1.251,05	437,77	91,63	529,40
nov/07	412,39	109,72	522,10	0,00	145,58	145,58
dez/07	1.578,85	177,02	1.755,88	610,84	91,63	702,47
jan/08	773,90	128,81	902,71	926,45	91,63	1.018,07
fev/08	868,35	158,32	1.026,67	1.099,52	91,63	1.191,14
mar/08	853,58	91,05	944,63	1.608,55	183,25	1.791,81
abr/08	1.053,42	53,24	1.106,66	0,00	7,13	7,13
maio/08	766,02	53,93	819,94	244,34	249,43	493,76
jun/08	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
jul/08	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>18.043,58</b>	<b>1.100,85</b>	<b>19.144,43</b>	<b>6.362,95</b>	<b>1.710,36</b>	<b>8.073,31</b>

Fonte: elaborada pelo autor

A safra 2008/2009, na Região Sudeste, encerrou-se sob o efeito negativo provocado pela crise econômica mundial e potencializado pelas fortes chuvas que impossibilitaram a colheita completa das canas de muitas usinas e fornecedores. Como era esperado pelos industriais e fornecedores da Região Sudeste, a qualidade das canas processadas, no início da safra 2009/2010, deveria ficar

abaixo de sua média histórica. Essa previsão era decorrente da quantidade expressiva de cana bisada, ou seja, as canas que não foram esmagadas na safra anterior, em virtude do excesso de chuvas no final do ano de 2008. As canas bisadas se caracterizam pelo acentuado tombamento, com brotações laterais e enraizamento aéreo que arrastam maior quantidade de terra para a usina.

Nos seis meses que antecederam o início da atual safra 2009/2010, entre novembro de 2008 e abril de 2009, a pluviosidade, no entorno da Usina Paineiras, superou 1.400 mm, sendo que, no mês novembro, as chuvas ultrapassaram 450 mm. O resultado das fortes chuvas é que o total de cana bisada, própria e de fornecedores, na Usina Paineiras, superou 40 mil toneladas. As chuvas prejudicaram também a cana soca irrigada por gotejamento, cultivada em área de várzea, na Fazenda Barra Seca, da Usina Paineiras. A área da fazenda permaneceu inundada por grande parte desse período que precedeu a safra, comprometendo severamente o desenvolvimento da primeira soca, conforme mostra a tabela 13.

Tabela 13 - Produção e qualidade da cana soca, irrigada por gotejamento, segundo as variedades - Fazenda Barra Seca, Usina Paineiras – 2009.

Variedade	Área (ha)	Cana (t)	Prod <sup>1</sup> (t/ha)	PBU <sup>2</sup> (g)	Brix (%)	Pol (%)	Fibra (%)	ATR <sup>3</sup> (kg/t)
Diversas	14,0	581,1	41,5	151,2	18,2	15,5	15,5	123,5
RB 855453	9,4	904,1	96,0	130,8	18,0	15,5	12,3	128,9
RB 867515	30,2	2.034,2	67,3	145,4	18,6	15,7	14,6	127,1
SP 80-3280	29,3	2.524,4	86,3	136,2	17,4	14,9	13,1	122,9
SP 91-1049	35,5	2.138,8	60,3	140,6	18,4	15,8	13,8	128,6
Total/Média	118,4	8.182,6	69,1	140,1	18,1	15,4	13,7	126,1

1: Produtividade; 2: Peso do bolo úmido; 3: açúcares totais recuperáveis

Fonte: elaborada pelo autor

A produção de cana foi reduzida em 47,8%, caindo de 17.104,4 t na safra anterior para 8.182,6 t e a produtividade atingiu um valor semelhante à média histórica de cultivo de sequeiro na região. Mesmo com emprego de maturador, a qualidade da cana ficou abaixo da obtida na safra anterior. Enquanto, naquela safra, a quantidade de açúcar total recuperável foi de 127,1 kg/t, na safra 2009/2010 houve uma redução de 1,0 kg/t. A redução seria mais expressiva, caindo para 124,8 kg/t, caso não houvesse mudança na fórmula de cálculo de

ATR na presente safra, quando as perdas industriais foram reduzidas de 9,71% para 8,71%. Por decisão da Comissão de Pagamento de Cana, ficou estabelecido, a partir da safra 2008/2009, que o valor das perdas industriais será revisado anualmente, de forma automática, e determinado pela média ponderada das perdas das três últimas safras, desde que não supere 12,0% (CPC-UPA/COAFOCANA, 2009). 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 1,0 kg de ATR igual a R\$0,30 ocorre um incremento de R\$0,45 no valor da tonelada de cana.

A perda de qualidade da cana deve ser atribuída à presença de impurezas nas cargas, que contribuem para o aumento da fibra industrial, pois se constatou um aumento médio de 8,9 g no peso do bolo úmido (PBU) entre as duas safras comparadas, enquanto o brix e a pol não sofreram alteração. 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 exclusivamente, à presença de impurezas, já que as antigas variedades de cana mais fibrosas, como a variedade indiana Co331 (conhecida como 3X), foram substituídas por variedades nacionais, como as RB; SP e IAC, quando se implantou o pagamento de cana pela qualidade.

A figura 3 mostra como o valor do ATR diminui com o aumento das impurezas (vegetais e minerais). Um aumento de 10,0 g no valor do PBU acarreta uma queda de aproximadamente 3,1 kg de ATR. Ao preço arbitrado de R\$0,30/kg de ATR, resulta numa diferença de R\$0,93 no valor da tonelada de cana.

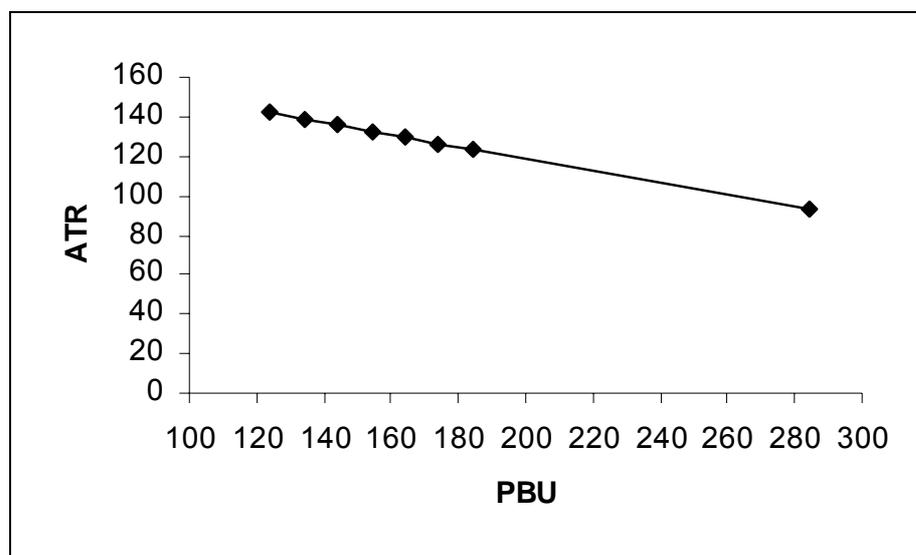


Figura 3 - Variação na quantidade de açúcar total recuperável – ATR (kg/t) em função do aumento do peso do bolo úmido (PBU), em gramas.

A tabela 14 apresenta as médias diárias extremas dos parâmetros de ensaio, apuradas nas quatro primeiras quinzenas da safra 2009/2010 na Usina Paineiras. Recomenda-se que o peso do bolo úmido seja o mais baixo possível, pois o seu valor é diretamente proporcional à fibra da cana. Portanto, quanto menor o PBU, menor a fibra e maior será o valor do ATR.

Tabela 14 - Produção e qualidade da cana irrigada por gotejamento, segundo as variedades - Fazenda Barra Seca, Usina Paineiras – 2009.

Quinzena	PBU <sup>1</sup> (g)		Brix (%)		LOct <sup>2</sup> (°Z)	
	Maior	Menor	Maior	Menor	Maior	Menor
abr QII	263,0	122,5	21,70	12,60	69,46	33,30
maio QI	249,8	126,6	20,30	12,00	74,82	35,83
maio QII	243,7	124,7	20,50	13,20	76,83	38,48
jun QI	241,5	123,8	20,60	14,90	77,19	40,95

1: Peso do bolo úmido; 2: Leitura sacarimétrica com clarificante Octapol.

Fonte: elaborada pelo autor

O componente que mais impacta na determinação do ATR é a quantidade de açúcar contida na cana, obtida a partir dos parâmetros de ensaio, brix do caldo e leitura sacarimétrica. Portanto, quanto maior esses valores, maior é a quantidade de ATR. Recomenda-se que o valor do brix, determinado em pré-

análise, esteja acima de 18,0% para que se decida pela colheita da cana. Uma cana com 18,0% brix deverá apresentar leitura sacarimétrica acima de 60,0 °Z. Para efeito de ilustração, uma cana com 18,0% de brix, leitura sacarimétrica de 60,0 °Z e peso do bolo úmido (PBU) de 145,0 g resulta em 120,0 kg de ATR, no Espírito Santo.

A tabela 15 apresenta a produção, a produtividade e a qualidade, obtida na primeira colheita, da área de 138,5 ha irrigada por gotejamento, na Fazenda Perobas, da Usina Paineiras. A principal diferença entre as áreas irrigadas das duas fazendas é que a Fazenda Perobas está localizada em tabuleiro, enquanto a Fazenda Barra Seca está localizada em várzea, mais propensa a alagamentos.

Tabela 15 - Produção e qualidade da cana irrigada por gotejamento, segundo as variedades, Fazenda Perobas - Usina Paineiras – 2009.

Variedade	Área (ha)	Cana (t)	Prod <sup>1</sup> (t/ha)	PBU <sup>2</sup> (g)	Brix (%)	Pol (%)	Fibra (%)	ATR <sup>3</sup> (kg/t)
Diversas	8,5	874,1	102,4	129,1	18,8	16,4	12,0	136,4
RB 855536	13,1	1.536,4	117,4	130,8	18,8	16,1	12,3	134,2
SP 80-3280	43,9	5.201,8	118,5	136,1	17,9	15,2	13,1	125,9
SP 91-1049	10,2	1.205,6	118,2	135,4	18,1	15,6	13,0	128,5
RB 867515	60,0	8.207,3	136,7	138,5	19,2	16,5	13,5	134,9
Total/Média	135,8	17.025,1	125,4	136,4	18,7	16,0	13,2	131,7

1: Produtividade; 2: Peso do bolo úmido; 3: açúcares totais recuperáveis

Fonte: elaborada pelo autor

A produtividade alcançada, de 125,4 t/ha, foi 13,2% inferior à produtividade de 144,5 t/ha, obtida na safra anterior, também com cana planta irrigada por gotejamento, na Fazenda Barra Seca. Além das diferenças no tipo de solo, topografia e plantel varietal, parte considerável da cana colhida na Fazenda Perobas não havia completado 12 meses, em decorrência do longo período dedicado ao plantio. A expectativa da usina para a próxima safra é um aumento de produtividade, já que toda a cana estará com a mesma idade.

## RESUMO E CONCLUSÕES

A irrigação por gotejamento mostrou-se como uma alternativa economicamente viável para o aumento de produtividade da cana. Em caso de verticalização total, na empresa estudada, a diferença entre as produtividades

agrícolas, estimadas para os dois sistemas de produção, implicaria a redução, da área demandada, acima de 8.500 ha. A integração vertical a montante torna-se uma opção estratégica para a empresa, dado que o aumento de produtividade não implica a aquisição de terras, valorizadas pela localização. A indústria tem a possibilidade de exploração de sua vantagem localizacional, aumentando sua competitividade com a diminuição dos custos com transporte dos produtos.

Os dois sistemas de produção estudados apresentaram viabilidade econômica, com VPL positivo. A análise de sensibilidade indicou que o preço da cana foi o item que apresentou maior impacto sobre sua rentabilidade.

O sistema irrigado apresentou menor custo de produção, com menores riscos econômicos. Entretanto, no primeiro ano de implantação, a produtividade e a qualidade da cana produzida na área irrigada por gotejamento resultaram em valores aquém do esperado, dados os insumos aplicados. As intensas chuvas ocorridas, a partir do final do ano de 2008, comprometeram o encerramento da safra em decurso e uma parcela significativa de cana bisada contribuiu para a baixa qualidade da matéria-prima, aferida no início da safra seguinte. Na área de baixada, onde se encontra instalado o projeto irrigado, objeto deste estudo, a produtividade agrícola foi drasticamente reduzida em função da inundação sofrida.

A mitigação dos riscos agrícolas envolve uma série de medidas gerenciais que precedem à instalação do projeto, como a escolha da área adequada, o plantel de variedades apropriadas e as dosagens de fertilizantes que fornecem a produtividade máxima econômica. O uso de microrganismos inoculantes poderá diminuir os custos com fertilizantes nitrogenados, especialmente em cana planta.

O modelo de programação linear apresentado mostrou ser uma ferramenta de auxílio eficaz na tomada de decisão para melhor aplicação de um recurso escasso, como a energia elétrica. Com redução expressiva no custo desse insumo, foi possível estimar uma lâmina de irrigação superior à efetivamente empregada. Constatou-se que o horário noturno proporciona a melhor alocação do tempo de funcionamento do sistema de irrigação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO, H.J.; SOUZA, D; RABELO, P.R. **Boletim climático do Campus Dr. Leonel Miranda**. Campos dos Goytacazes, RJ: UFRRJ. Campus Dr. Leonel Miranda, 2000. (Boletim técnico, 16).
- BACELAR, A.M.M.; BISERRA, J.V. Rentabilidade da irrigação no perímetro Mandacaru sob condições de risco. **Ciência Agrônômica**, v.26, n. 1/2, p. 70-78, 1995.
- BAZARAA, M. S.; JARVIS, J. J.; SHERALI, H. D. **Linear programming and networks flows**. 2 ed. New York: J. Wiley , 1990.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266 p.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, primeiro levantamento, abril/2009**. Brasília: 2009a. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=73&NSN=1017>>.
- \_\_\_\_\_. **Metodologia de cálculo de custo de produção da Conab**. Brasília: 2009b. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>.
- CPC-UPA/COAFOCANA - COMISSÃO DE PAGAMENTO DE CANA DA USINA PAINEIRAS SA – COAFOCANA. **Normas de pagamento de cana pelo ATR: safra 2009/2010**. Itapemirim, ES: 2009. (publicação interna).
- DALRI, A.B.; CRUZ, R.L.; GARCIA, C.J.B.; DUENHAS, L.H. Irrigação por gotejamento subsuperficial na produção e qualidade de cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, SP, v. 13, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2008.
- DANTAS NETO, J.; AZEVEDO, C.A.V.; FRIZZONE, J.A. Uso da programação linear para estimar o padrão de cultura do perímetro irrigado Nilo Coelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 1, p. 9-12, 1997.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. 2 ed. Rome: FAO, 1977 (FAO Irrigation and Drainage Paper, 24).
- ESCELSA. **Manual do cliente horo-sazonal**. Vitória: 2004. Disponível em: <[http://www.escelsa.com.br/energia/clientes\\_alta\\_tensao/normas\\_manuais/normas\\_manuais.asp](http://www.escelsa.com.br/energia/clientes_alta_tensao/normas_manuais/normas_manuais.asp)>. Acesso em: maio de 2008.
- FERNANDES, E.J. Comparação entre três métodos para estimar lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, SP, v. 13, n. 1, p. 36-46, jan.-mar, 2008.
- GOLDBARG, M.C.; LUNA, H.P.L. Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 639 p.
- HERTZ, O.B. Risk analysis in capital investment. **Harvard. Business Review**, v. 42, n.1, p. 95-106, jan.-fev. 1964.
- JUNQUEIRA, K.C.; PAMPLONA, E.O. Utilização da simulação de Monte Carlo em estudo de viabilidade econômica para a instalação de um conjunto de rebeneficiamento de café na Cocarive. IN: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22, Curitiba, 2002.

LAPPONI, J.C. **Projetos de investimento**: construção e avaliação do fluxo de caixa. São Paulo: Lapponi Editora, 2000.

\_\_\_\_\_. **Projetos de investimento na empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

MACHADO, T; FAVA NEVES, M.; BIALOSKORSKI NETO, S. **Viabilidade econômica da irrigação localizada na cultura da cana de açúcar**. Disponível em: <<http://www.favaneves.org/arquivos/pdf151.pdf>>.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários**: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.

PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M.; MATA, H.C.; VIEIRA, J.R.; MORGADO, I.F. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na Região Norte Fluminense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 41, Juiz de Fora, MG, 2003. **Exportações, segurança alimentar e instabilidade de mercado**. BRASÍLIA, DF: SOBER, 2003. v.1, p. 282-297.

PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M.; MATA, H.T.C.; DETMANN, E.; ROCHA, J.P.S.M. Análise dos indicadores de rentabilidade da produção de maracujá na região Norte do Estado do Rio de Janeiro. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 42, Cuiabá, MT, 2004. **Dinâmicas Setoriais e desenvolvimento regional**. Brasília: SOBER, 2004. v. 1, p. 1-10.

PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M.; GOLYNSKI, A. Avaliação econômica da produção de maracujá (*Passiflora edulis Sims f.*) na região Norte do Estado do Rio de Janeiro. **Economia e Desenvolvimento**, Santa Maria, RS, v. 18, p. 16/18-32. 2006.

PUCCINI, A.L. **Introdução à programação linear**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos (LTC), 1975.

SILVA, A.L.; BATALHA, M.O. Marketing estratégico aplicado ao agronegócio. In: BATALHA, M.O., coord. **Gestão agroindustrial**. GEPAL: Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2001. v. 1, p. 100-161.

SOUZA, D. **Recomendações para o controle da irrigação em cana-de-açúcar no Norte Fluminense**. Campos dos Goytacazes, RJ: UFRRJ. Campus Dr. Leonel Miranda, 1998. (Boletim Técnico, 11).

UFRRJ. Campos dos Goytacazes, RJ. Campus Dr. Leonel Miranda. **Tecnologia canavieira nas regiões Norte Fluminense e Sul do Espírito Santo**. Campos dos Goytacazes. 1999. 61 p. (Boletim técnico, 12).

#### 4. RESUMOS E CONCLUSÕES

A agroindústria canavieira é uma das atividades econômica mais antiga da Região Norte do Estado do Rio de Janeiro. No entanto, houve redução relativa desta atividade, comparada ao mercado brasileiro do setor. Principalmente, a partir da desregulamentação governamental do setor, iniciada no início da década de 1990, nota-se uma impotência nos ajustamentos do setor canavieiro local para competir no mercado livre. Tal comportamento culmina com o fechamento de mais da metade de seu parque industrial. Mesmo assim, as unidades remanescentes ainda possuem relativa ociosidade. Desta forma, enquanto a agroindústria canavieira nacional foi eficiente e ajustou-se rapidamente após o período de desregulamentação, ampliando sua participação no mercado mundial de açúcar e de álcool, a agroindústria canavieira local tem convivido com cenários adversos.

A pesquisa objetivou-se avaliar a competitividade da agroindústria canavieira na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro. Neste sentido, buscou-se identificar os principais indicadores de competitividade do SAG da cana no Estado do Rio de Janeiro e analisar como eles impactam, positiva ou negativamente. Em seguida, analisou-se a forma e o comportamento da comercialização da cana-de-açúcar entre agroindústria e produtores no Estado do Rio de Janeiro, comparativamente àquelas usadas nos Estados do Espírito Santo e de São Paulo. Finalmente, avaliou-se a viabilidade econômica e de risco da produção de cana-de-açúcar no sistema de sequeiro comparativamente ao sistema irrigado por gotejamento.

A falta de cana é um dos principais limitantes da competitividade da agroindústria canavieira na Região Norte Fluminense. Ela decorre principalmente da baixa produtividade agrícola que, por sua vez, se deve ao déficit hídrico e às irregularidades pluviométricas. Uma outra causa apontada para a falta de cana provém das relações contratuais para o fornecimento da matéria-prima. Atualmente seu preço final não cobre os custos de produção e o produtor de cana não se arrisca na adoção das tecnologias preconizadas para o cultivo da cana.

Uma das maiores vantagens competitivas da Região Norte Fluminense é a topografia plana e a disponibilidade hídrica, que permitem, respectivamente, implementar a mecanização e a irrigação das lavouras de cana. Outra vantagem competitiva é a proximidade da agroindústria canavieira de dois centros consumidores e exportadores, Rio de Janeiro e Vitória, capitais portuárias equidistantes, cerca de 250 km de Campos dos Goytacazes.

Dentre as políticas públicas, recentemente implementadas para o setor, duas delas merecem destaque pela sua importância e pela longa expectativa gerada. A primeira delas, é a recuperação do sistema de canais da Baixada Campista, uma solicitação de mais de duas décadas dos moradores da região, que foi atendida pelo governo federal, ao liberar R\$ 97 milhões para a execução da obra. A recuperação dos canais amenizará os eventuais danos provocados pelas enchentes, favorecerá o cultivo da cana nas áreas de inundação e permitirá o uso da irrigação em maior escala.

A segunda medida, implementada pelo setor público, foi a inclusão dos fornecedores de cana do Estado do Rio de Janeiro no programa de subvenção econômica do governo federal, com direito aos mesmos benefícios estabelecidos aos fornecedores de cana do Nordeste. A Portaria Interministerial Nº 501, dos Ministérios da Agricultura e da Fazenda, publicada no dia 10 de julho de 2009, estabelece uma subvenção máxima no valor de cinco reais por tonelada de cana, limitada ao preço de R\$ 40,92 por tonelada, e à quantia de dez mil toneladas de cana, com vigência exclusiva para a safra 2008/2009.

Um dos efeitos da desregulamentação do setor sucroalcooleiro, ocorrido no final da década de 1990, foi a substituição do sistema de pagamento de cana PCTS pelo sistema ATR. Porquanto perdurou a intervenção federal no setor, os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo encontravam-se relativamente

protegidos da concorrência comercial com o Estado 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 desregulamentação do setor sucroalcooleiro, os Estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo buscaram adequar-se à metodologia Consecana, adotada em São Paulo, para pagamento de cana pelo sistema ATR.

Com a mudança dos critérios de pagamento de cana, do sistema PCTS para ATR, o Estado do Rio de Janeiro adotou as maiores perdas industriais, resultando no menor valor da quantidade de ATR nas simulações de qualidade da cana feitas para os Estados estudados. As perdas industriais se mantêm, desde a implantação do sistema ATR, em 15,95% no Estado do Rio de Janeiro. No Estado de São Paulo, que revisa o sistema a cada cinco anos, as perdas industriais foram reduzidas de 12,00% para 9,50%. O Estado do Espírito Santo estabeleceu perda móvel, modificada anualmente de acordo com a perda média das três safras anteriores. A mudança no valor das perdas industriais, de 12,00% para 9,71% na safra 2008/2009, e para 8,71%, na safra 2009/2010, resultou, certamente, na menor perda industrial adotada no Brasil, implicando um ganho líquido para os fornecedores de cana. A diminuição no valor das perdas industriais, no Estado do Espírito Santo, é resultante das negociações entre a associação de fornecedores local e a indústria, que resultaram na introdução do fator de desconto K, para as canas entregues após o tempo de 80 h da respectiva queima. Naquele Estado, 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.

Uma das consequências da autonomia das agroindústrias, para negociar diretamente com a representação de fornecedores, é que, em Estados com menor escala de produção, como o Espírito Santo e o Rio de Janeiro, não há recursos humanos e financeiros suficientes para promover as pesquisas propostas para adequação do sistema de pagamento de cana. A adoção de

parâmetros diferenciados implica a determinação de diferentes qualidades para uma mesma amostra de cana. Portanto, a proposta originada deste trabalho é que haja uma única fórmula de cálculo da quantidade de ATR, que se traduz em apurar um único valor para a qualidade de uma mesma cana, independentemente do local de análise. Para viabilizar o desenvolvimento da proposta, deveria ser criada uma comissão nacional de pagamento de cana ou, pelo menos, haver uma maior interação entre os comitês regionais.

Os dois sistemas de produção de cana estudados, irrigado e sequeiro, apresentaram viabilidade econômica, com VPL positivo. A análise de sensibilidade indicou que o preço da cana foi o fator que mais impactou a rentabilidade, corroborando os trabalhos vistos em literatura. A irrigação por gotejamento mostrou-se como uma alternativa economicamente viável para o aumento de produtividade da cana. Em caso de integração vertical à montante, o ganho com produtividade agrícola, resultante do sistema irrigado, implica uma redução superior a 8.500 ha, da área demandada. E, pelo elevado custo da terra, onde se localiza o parque agroindustrial canavieiro da Região Norte Fluminense, o projeto irrigado colabora para o incremento da vantagem competitiva local.

O sistema irrigado apresentou menor custo de produção, com menores riscos econômicos. Entretanto, no primeiro ano de implantação, a produtividade e a qualidade da cana produzida na área irrigada por gotejamento resultaram em valores aquém do esperado, dados os insumos aplicados. As intensas chuvas, ocorridas a partir do final do ano de 2008, comprometeram o encerramento da safra em decurso e uma parcela significativa de cana bisada contribuiu para a baixa qualidade da matéria-prima, aferida no início da safra seguinte. Na área de baixada, onde se encontra instalado o projeto irrigado, objeto deste estudo, a produtividade agrícola foi drasticamente reduzida em função da inundação sofrida.

A mitigação dos riscos agrícolas envolve uma série de medidas gerenciais que precedem à instalação do projeto, como a escolha da área adequada, o plantel de variedades apropriadas e as dosagens de fertilizantes que fornecem a produtividade máxima econômica. O uso de microrganismos inoculantes poderá diminuir os custos com fertilizantes nitrogenados, especialmente em cana planta.

O insumo energia elétrica, no sistema irrigado por gotejamento, exerceu pouca influência na análise de sensibilidade, pois o projeto foi instalado em área de cliente horo-sazonal, com direito a tarifas diferenciadas. O modelo de programação linear apresentado possibilitou uma redução expressiva no custo desse insumo e estimou uma lâmina de irrigação superior à efetivamente empregada. Constatou-se que o horário noturno proporciona a melhor alocação do tempo de funcionamento do sistema de irrigação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSELMINI, R. Cana Limpa reduz impureza mineral em até 70%. **JornalCana**, out. 2006. Disponível em: <http://www.jornalcana.com.br/pdf/154/%5Ctecagrico.pdf>. Acesso em: mar. 2007.
- . Setor desperta para o potencial da irrigação. **JornalCana**, Ribeirão Preto, SP, n. 162, p. 74, 76-78, jun. 2007.
- . Seresta expande gotejamento e dá banho de tecnologia. **JornalCana**, Ribeirão Preto, SP, n. 174, p. 54-56, jun. 2008.
- BARROS, G.S.C.; MORAES, M.A.F.D. A Desregulamentação do Setor Sucroalcooleiro. **Revista de Economia Política**, v. 22, n. 2, abr./jun. 2002.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.
- BLANCO, F.F.; MACHADO, C.C.; COELHO, R.D.; FOLEGATTI, M.V. Viabilidade econômica da irrigação da manga para o Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.8, n.1, p.153-159, 2004.
- BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S.; ASSIS, R.L.; DÖBEREINER, J. **Fixação biológica de nitrogênio por bactérias associadas a cana-de-açúcar**. (EMBRAPA/CNPBS. Comunicado técnico, 6) p. 1-5, 1999. Disponível em: [http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/fbn\\_ao\\_leg.html](http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/fbn_ao_leg.html). Acesso em: abr. 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário estatístico da agroenergia**. Brasília: Mapa/ACS, 2009a. 160 p.
- . Gabinete do ministro. **Portaria interministerial nº 501**, de 9 de julho de 2009. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=20409>, 2009b.
- BURNQUIST, W.L. Melhoramento genético da cana-de-açúcar: o CTC preparado para o futuro. **Revista Opiniões**. Ribeirão Preto: Editora WDS, jul-set. 2005. Disponível em: <http://www.revistaopinioes.com.br/Conteudo/Sucroalcooleiro/Edicao005/AA005.htm>. Acesso em fev/2007.

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

CARVALHO, E.P.; JANK, M. **Etanol**: os ganhadores do acesso a mercados. Disponível em: <http://www.portalunica.com.br/portalunica/index.php?Secao=referência&SubSecao=opinião&SubSubSecao=artigos&id=%20and%20id=129>. Acesso em: mar/2007.

CLARK, E.; JACOBSON, K.; OLSON, D.C. **Avaliação econômica e financeira de projetos de irrigação**. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Secretaria da Irrigação, 1993. (Manual de irrigação, 3).

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, primeiro levantamento, abril/2009**. Brasília: 2009.

CONSECANA - CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CONSECANA- SP. **Manual de instruções**. Piracicaba, 2006.

COSTA, J.A.B. **Avaliação dos sistemas de pagamento de cana-de-açúcar: PCTS x ATR**. Campos dos Goytacazes, RJ: 2001. 125p. Tese (Mestrado) UENF.

DAROS, E. Programa Ridesa de melhoramento genético da cana-de-açúcar. **Revista Opiniões**. Ribeirão Preto: Editora WDS, jul-set. 2005. Disponível em: <http://www.revistaopinioes.com.br/Conteudo/Sucroalcooleiro/Edicao005/AA005.htm>. Acesso em fev/2007.

DIEESE - DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. **Estudos e pesquisas**: desempenho do setor sucroalcooleiro brasileiro e os trabalhadores. Ano 3, n. 30, fev. 2007. Disponível em: [http://www.dieese.org.br/esp/estpesq30\\_setorSucroalcooleiro.pdf](http://www.dieese.org.br/esp/estpesq30_setorSucroalcooleiro.pdf). Acesso em: mar. 2007.

DEREMER, E.D. Riego por goteo aumenta mucho en Hawaii. **Tecnologia GEPLACEA**, México, n. 10, p.23-26, abr./jun. 1979.

FERRO, J.A. A cana do futuro: biotecnologia mais melhoramento clássico. **Revista Opiniões**. Ribeirão Preto: Editora WDS, jul-set. 2005. Disponível em: <http://www.revistaopinioes.com.br/Conteudo/Sucroalcooleiro/Edicao005/AA005.htm>. Acesso em fev/2007.

FRIZZONE, J.A.; MATIOLI, C.S.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A.C.A. Viabilidade econômica da irrigação suplementar da cana-de-açúcar, *Saccharum* spp. para a região Norte do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, Maringá, PR, v.23, n.5, p.1131-1137, 2001.

LANDELL, M.G.A. O estado da arte da tecnologia aplicada à lavoura da cana-de-açúcar: o melhoramento genético. **Revista Opiniões**. Ribeirão Preto: Editora WDS, jul-set. 2005. Disponível em: <http://www.revistaopinioes.com.br/Conteudo/Sucroalcooleiro/Edicao005/AA005.htm>. Acesso em fev/2007.

LOPES, T.C. Gotejamento [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <jabrunoro@uol.com.br> em 06 out. 2009.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA/AGE. **Projeções do Agronegócio:** Brasil. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: mar/2007. a

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA/AGE. **Projeções do Agronegócio:** Mundial e Brasil. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: mar/2007. b

MATSUOKA, S.; ARIZONO, H. **Avaliação das primeiras variedades CanaVialis:** as “superprecoces CV”. Disponível em: [http://www.canavialis.com.br/news/news\\_01.pdf](http://www.canavialis.com.br/news/news_01.pdf). Acesso em dez. 2006.

MARIN, V.A.; BALDANI, V.L.D.; TEIXEIRA, K.R.S.; BALDANI, J. I. **Fixação biológica de nitrogênio: bactérias fixadoras de nitrogênio de importância para a agricultura tropical.** Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 1999. (Série Documentos). Disponível em: [http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/fbn\\_ao\\_leg.html](http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/fbn_ao_leg.html). Acesso em: abr. 2008.

MARQUES, P.A.A.; MARQUES, T.A.; FRIZZONE, J.A. Viabilidade econômica sob condições de risco para a irrigação da cana-de-açúcar na região de Piracicaba – SP. **Irriga**, Botucatu, SP, v.11, n.1, p.55-65, 2006.

MARQUES, P.V., coord. **Custo de produção agrícola e industrial de açúcar e álcool no Brasil na safra 2007/2008.** Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas/Departamento de Economia, Administração e Sociologia. Piracicaba: ESALQ/USP”, 2009. 194 p.( Relatório apresentado a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA).

MORAES, M.A.F.D. Desregulamentação da agroindústria canavieira: novas formas de atuação do Estado e desafios do setor privado. In: MORAES, M.A.F.D.; SHIKIDA, P.F.A. (Orgs.); **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios.** São Paulo: Atlas, 2002. Cap. 1, p. 21-42.

MORGADO, I.F. **Qualidade da cana-de-açúcar e receita dos fornecedores na Região Norte Fluminense – safra de 1987/1988.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 68p. Dissertação (Mestrado).

ORTEGA, A.C. **A dinâmica das atividades agrícolas e não-agrícolas no novo rural brasileiro:** fase III do Projeto Rurbano. Minas são muitas: todas ampliando suas atividades rurais não-agrícolas. Campinas, 02 de outubro de 2001. NEA - Instituto de Economia – UNICAMP.

PEDROSO, D. Áreas irrigadas Netafim – cana-de-açúcar [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <jabrunoro@uol.com.br> em 14 jul. 2009.

PEREZ, L.H.; TORQUATO, S.A. **Evolução das exportações brasileiras de açúcar, 1996 a 2004.** Informações Econômicas. SP, v.36, n.1, jan. 2006. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/trabalhos.php?codAutor=507&busca=1>.

RIPOLI, M.L.C. **Relatório dia de campo: John Deere - Netafim (Fazenda Natal).** Agosto/2006. Disponível em: <http://www.asplanpb.com.br>. Acesso em: jan. 2008.

ROSA, S.E.S.; GOMES, G.L. O Pico de Hubbert e o Futuro da Produção Mundial de Petróleo. *Revista do BNDES*. Rio de Janeiro, v.11, n. 22, p.21-49, dez. 2004. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/revista/rev2202.pdf>>.

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

SANTOS, M.A.L. **Irrigação suplementar da cana-de-açúcar** (*Saccharum spp*): um modelo de análise de decisão para o Estado de Alagoas. Piracicaba, SP: 2005. Tese (Doutorado) ESALQ/USP.

SCARDUA, R.; SOUSA, J.A.G.C. Comportamento da cultura da cana-de-açúcar irrigada por gotejamento. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 87, n. 3, mar.1976.

SOARES, J.M.; VIEIRA, V.J.S.; GOMES JUNIOR, W.F.; ARAÚJO FILHO, A.A. Agrovale, uma experiência de 25 anos em Irrigação da cana-de-açúcar na região do Submédio São Francisco. **Revista Item**, n. 60, p.55-62, 2003,

SOUZA, D. **Recomendações para o controle da irrigação em cana-de-açúcar no Norte Fluminense**. Campos dos Goytacazes, RJ: UFRRJ. Campus Dr. Leonel Miranda, 1998. (Boletim Técnico, 11)

SOUZA, P. M. **Política do desenvolvimento agrícola**. Apostila, 2001.

TORQUATO, S.A. **Cana-de-açúcar para indústria**: o quanto vai precisar crescer. Análises e indicadores do agronegócio. SP, v. 1, n. 10, out. 2006. Disponível em <<http://www.iea.sp.gov.br/out/trabalhos.php?codAutor=507&busca=1>>.

TORQUATO, S.A.; PEREZ, L.H. **Evolução das exportações brasileiras de álcool, período de 1996 a julho de 2005**. *Informações Econômicas*. SP, v.36, n.3, mar. 2006. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/trabalhos.php?codAutor=507&busca=1>>.

TULER, V.V.; NASCIF, A.E.; SOUZA, D.; AZEVEDO, H.J.; SALIBE, A.C. Irrigação por gotejamento de cana-de-açúcar com diferentes níveis de água. IN: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2, Rio de Janeiro, 1981. **Anais...** Rio de Janeiro: STAB, 1981, v.3, p. 345-357.

URQUIAGA, S.; LIMA, R.M; XAVIER, R.P; RESENDE, A.S.; ALVES; B.J.R.; BODDEY, R. Avaliação da eficiência do processo de fixação biológica de nitrogênio em diferentes variedades de cana-de-açúcar. **Agronomia**, v.37, n°.1, p. 55 - 58, 2003.

VEIGA, C.F.M.; VIEIRA, J.R.; MORGADO, I.F. **Diagnóstico da cadeia produtiva da cana-de-açúcar do Estado do Rio de Janeiro**: relatório de pesquisa. Rio de Janeiro: FAERJ: SEBRAE/RJ, 2006.

VIEIRA, S.R.; CAMARGO, A.P.; ARRUDA, F.B.; CIONE, J.; BOVI, V. Comportamento da cana-de-açúcar irrigada por gotejamento e sulcos de infiltração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, SP, v.7, n. 8, p. 335-340, set./dez. 1983.

UFRRJ. Campos dos Goytacazes, RJ. Campus Dr. Leonel Miranda. **Tecnologia canavieira nas regiões Norte Fluminense e Sul do Espírito Santo**. Campos dos Goytacazes. 1999. 61 p. (Boletim técnico, 12).

UNICA. Disponível em:  
<<http://www.portalunica.com.br/portalunica/?Secao=referencia>>. 2006.

WAAK, R.S.; NEVES, M.F. Competitividade do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar. In: FARINA, Elizabeth M. M. Q.; ZYLBERSZTAJN, Décio. **Competitividade no agrobusiness brasileiro**. São Paulo: ENSA/FIA/FEA/USP, 1998.

XAVIER, R.P. **Contribuição da fixação biológica de nitrogênio na produção sustentável da cultura de cana-de-açúcar**. Seropédica, RJ: 2006. 71p. Tese (Doutorado) UFRRJ.

## APÉNDICE

# **USINA PAINEIRAS SA - ES**

## **NORMAS DE PAGAMENTO DE CANA PELO ATR**

### **COMISSÃO DE PAGAMENTO DE CANA DA USINA PAINEIRAS SA - COAFOCANA**

**SAFRA 2009/2010**

1.	NORMAS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR .....	131
1.1.	Fornecimento de cana .....	131
1.2.	Veículos de transporte de cana.....	131
1.3.	Pesagem das cargas.....	131
1.4.	Seleção das cargas.....	131
1.5.	Amostragem das cargas .....	131
1.6.	Preparo da amostra.....	132
1.7.	Extração do caldo.....	132
1.8.	Determinação do peso do bolo úmido.....	133
1.9.	Determinação do brix do caldo .....	133
1.10.	Determinação da leitura sacarimétrica .....	133
1.11.	Validação da análise .....	134
1.12.	Equipamentos.....	134
1.13.	Registro dos dados .....	134
1.14.	Funcionamento do sistema de análise .....	135
1.15.	Despesas.....	136
1.16.	Credenciamento .....	136
1.17.	Pessoal .....	136
1.18.	Pré-análise.....	137
1.19.	Listagens .....	137
1.20.	Pagamento.....	137
1.21.	Cana não analisadas .....	137
1.22.	Descontos.....	138
1.23.	Rejeição de cana .....	138
1.24.	Disposições finais .....	139
1.25.	Anexo I - Critério de seleção de cargas.....	140
1.26.	Anexo II - Critério de amostragem de cargas .....	141
1.27.	Anexo III - Tabela de códigos de amostragem e de análise .....	142
1.28.	Anexo IV - Normas para credenciamento do laboratório .....	143
2.	FORMAÇÃO DE PREÇO DA TONELADA DE CANA E FORMA DE PAGAMENTO .....	145
2.1.	Formação do preço final da cana-de-açúcar.....	145
2.2.	Pol do caldo (S).....	145
2.3.	Pureza do caldo (Q) .....	146
2.4.	Fibra da cana (F) .....	146
2.5.	Pol da cana (PC).....	146
2.6.	Açúcares redutores do caldo (AR) .....	146
2.7.	Açúcares redutores da cana (ARC).....	146
2.8.	Açúcares totais recuperáveis (ATR) .....	146
2.9.	Fatores de conversão dos produtos em ART.....	147
2.10.	Participação da matéria-prima nos preços dos produtos .....	148

2.11.	Formação do preço do ATR para cana do produtor .....	148
2.12.	Forma de pagamento .....	149
2.13.	Acompanhamento e melhoria contínua.....	150
2.14.	Padronização dos cálculos .....	150
2.15.	Limites de exclusão.....	152
2.16.	Regras para arredondamento.....	153
2.17.	Anexo V - Perdas industriais - Usina Paineiras - Safras 2006/07 a 2008/09 .....	154
2.18.	Anexo VI - Simulação de cálculos de ATR.....	155
3.	<b>NORMAS PARA ENTRADA DE CANA DE FORNECEDORES .....</b>	<b>158</b>
3.1.	Cadastro dos produtores de cana.....	158
3.2.	Cotas de entrada.....	158
3.3.	Cronograma de colheita .....	159
3.4.	Ordem de queima.....	159
3.5.	Guia de transporte .....	160
3.6.	Incentivos e benefícios.....	160
3.7.	Queima não autorizada.....	160
3.8.	Tabela de entrada de cana de grupos ou fornecedores .....	161
3.9.	Controle de impurezas minerais e vegetais .....	162
3.10.	Carregamento e transporte .....	162
3.11.	Crítérios de rejeição de cana .....	163
3.12.	Descarregamento no depósito .....	163
3.13.	Incentivo aos chefes de grupos .....	163
3.14.	Qualidade dos serviços de corte, embarque e transporte.....	163
3.15.	Compromissos dos grupos de colheita.....	165
3.16.	Avaliação dos grupos de colheita.....	165

## 1. NORMAS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR

### 1.1. Fornecimento de cana

- N-1. A qualidade da cana fornecida à Usina Paineiras será aferida através de análise tecnológica, em amostras coletadas no momento de seu fornecimento.
- N-2. A coleta de amostras a que se refere o artigo anterior será feita por sorteio, através de perfuração da carga por sonda amostradora mecânica horizontal ou oblíqua.
- N-3. As unidades industriais deverão dispor de local apropriado, antes das balanças de pesagem da tara dos veículos, para remoção dos colmos remanescentes dos carregamentos.

### 1.2. Veículos de transporte de cana

- N-4. Os fornecedores deverão utilizar veículos com carrocerias adaptadas para as amostragens.

### 1.3. Pesagem das cargas

- N-5. A unidade industrial fica obrigada a realizar, através do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), no mínimo 2 (duas) aferições da balança de pesagem de cana, sendo a primeira no início da moagem e a segunda na metade da safra, devendo os laudos serem afixados na balança, e suas cópias mantidas à disposição desta Comissão.

### 1.4. Seleção das cargas

- N-6. A quantidade de amostras, por fornecedor, obedecerá ao **Critério de Seleção de Cargas**, constante no anexo I.

### 1.5. Amostragem das cargas

- N-7. Selecionados os carregamentos que serão amostrados, proceder-se-á a retirada das amostras de acordo com o **Critério de Amostragem de Cargas**, constante no anexo II.
- N-8. Para cumprimento das posições de perfuração devem-se considerar os limites externos da cana que compõem o carregamento e não os da carroceria, exceto quando o volume de cana que ultrapassar os limites da carroceria for tão pequeno que não permita a amostragem.
- N-9. A perfuração da carga deverá ser feita o mais próximo possível do centro da região pertinente a cada ponto do cartão sorteado.
- N-10. O estacionamento do veículo de carga a ser amostrado deverá se proceder de modo que a distância entre a coroa dentada do tubo amostrador e a cana do carregamento não ultrapasse a 20 cm. Caso o limite estipulado não seja cumprido, poderá ser exigido um estacionamento mais próximo da sonda amostradora.
- N-11. O cilindro coletor da sonda deverá ser introduzido o máximo possível na carga e esvaziado obrigatoriamente após cada perfuração.

- N-12. A quantidade mínima de amostra coletada em cada veículo, formada pela soma das 03 (três) perfurações, não poderá ter peso inferior a 10 kg (dez quilogramas).
- N-13. O não cumprimento do critério anterior implicará na obrigatoriedade de nova amostragem, após novo sorteio das posições das perfurações. O novo sorteio para amostragem deverá ser feito utilizando o penúltimo dígito da numeração do certificado de pesagem. Se for idêntico ao último, usar o anterior, e assim sucessivamente.
- N-14. Durante o período de operação da sonda amostradora, o motorista deverá estar fora do veículo transportador, evitando-se assim que o mesmo se movimente causando danos ao equipamento. Caracterizar-se-á como recusa de amostragem a negativa do motorista em obedecer ao disposto neste subitem, aplicando-se então o código de amostra não realizada por interferência do fornecedor ou usina.
- N-15. A coroa dentada da sonda amostradora deverá ser trocada sempre que houver desgaste no seu sistema de corte, que pode ser comprovado visualmente na amostra coletada: os toletes de cana apresentam suas extremidades esmagadas.

### **1.6. Preparo da amostra**

- N-16. O material a ser analisado resultará da mistura íntima das amostras simples, adequadamente preparadas em aparelhos desintegradores que permitam um índice de preparo de cana (IPC) mínimo de 90% (noventa por cento).
- N-17. A substituição das facas do desintegrador deverá ser feita quando a cana desintegrada apresentar partículas maiores que 10 cm (dez centímetros) em volume superior a 10% (dez por cento).
- N-18. Poderá ser adaptada à forrageira uma espécie de mesa alimentadora de amostras para facilitar suas transferências. Essa mesa servirá apenas de base para os baldes, pois as amostras de cana coletadas pela sonda amostradora deverão ser transferidas diretamente do balde para a forrageira.
- N-19. Deverá existir no mínimo um jogo de facas, martelos e uma contrafaca por forrageira para reposição.
- N-20. A homogeneização da amostra deverá ser feita mecanicamente em aparelhos devidamente aprovados por esta Comissão.
- N-21. Depois de homogeneizada, uma subamostra contendo entre 1000 g e 2000 g será enviada ao laboratório para as análises tecnológicas.

### **1.7. Extração do caldo**

- N-22. A pesagem de 500 g (quinhentos gramas) da amostra final, homogeneizada mecanicamente, será feita em balança semi-analítica eletrônica e com saída para impressora e/ou registro magnético, com resolução máxima de até 0,5 g (cinco décimos de grama).
- N-23. A extração do caldo da amostra final, previamente pesada, deverá ser realizada em prensa hidráulica, a uma pressão de 250 kgf/cm<sup>2</sup> (duzentos e cinquenta quilogramas-força por centímetro quadrado), durante o tempo de 1 (um) minuto. A calibração da prensa será realizada por Célula de Carga, equipada com manômetro, calibrado por órgão competente.
- N-24. A pesagem da amostra final de 500 g ± 1 g (quinhentos gramas), após homogeneização adequada, será feita em balança de precisão eletrônica, e com saída para impressora e/ou registro magnético, com legibilidade de até 0,5 g (cinco décimos de grama).

N-25. O restante da amostra final de cana não poderá ser descartado até que se terminem as análises refratométrica e sacarimétrica do caldo extraído, servindo, portanto como contraprova.

N-26. A prensa hidráulica deverá ser regulada de modo que o sistema de prensagem automática (relé de tempo) entre em operação a partir da pressão de 200 kgf/cm<sup>2</sup>. A pressão final deverá ser de 250 kgf/cm<sup>2</sup>, e exercida por 60 ± 5 segundos, admitindo-se uma variação de ± 5 kgf/cm<sup>2</sup>, por período não superior ao necessário à nova regulagem para 250 kgf/cm<sup>2</sup>.

### **1.8. Determinação do peso do bolo úmido**

N-27. O material residual fibroso resultante da extração do caldo dos 500 g (quinhentos gramas) da amostra final, denominado bolo úmido, deverá ser transferido quantitativamente para balança eletrônica e pesado com precisão de 0,1 g (um décimo de grama).

### **1.9. Determinação do brix do caldo**

N-28. A determinação do brix do caldo extraído será efetuada em refratômetro digital, provido de correção automática de temperatura, com saída para impressora e/ou registro magnético e resolução máxima de 0,1° brix, devendo o valor final ser expresso a 20 °C (vinte graus Celsius).

N-29. O caldo a ser analisado no refratômetro deverá ser previamente homogeneizado e filtrado a fim de se eliminar cristais presentes. Neste caso, devem ser desprezadas as 06 (seis) primeiras gotas do filtrado.

### **1.10. Determinação da leitura sacarimétrica**

N-30. A determinação da leitura sacarimétrica do caldo previamente clarificado será efetuada em sacarímetro automático, com peso normal igual a 26 g (vinte e seis gramas), resolução de 0,01° S (um centésimo de grau Sugar) e aferido a 20 °C (vinte graus Celsius), provido de tubo polarimétrico de fluxo contínuo e com saída para impressora e/ou registro magnético de dados.

N-31. O caldo a ser analisado no sacarímetro deverá ser previamente clarificado com um dos agentes clarificantes: Octapol, na quantidade de 3,0 a 4,0 g/100 mL de caldo; mistura clarificante à base de alumínio, na quantidade mínima de 6,0 g/100 mL de caldo ou subacetato de chumbo (sal de Horne), na quantidade de 1,5 g/100 mL a 3,0 g/100 mL de caldo. O subacetato de chumbo deverá ser usado somente em casos especiais, como a falta dos demais agentes clarificantes, pelo menor tempo possível e obedecendo às normas ambientais vigentes.

N-32. Todo o caldo clarificado após lavagem química do recipiente deverá ser usado para a leitura sacarimétrica, respeitando-se o limite mínimo de 70 mL. Na hipótese de lavagem do tubo sacarimétrico com água, usar 100 mL de caldo para a próxima leitura sacarimétrica.

N-33. Na impossibilidade de clarificação do caldo deve-se repetir a análise mediante nova extração de caldo fazendo uso da contraprova.

N-34. No boletim de análise (BA) correspondente à amostra cujo caldo extraído não tenha sido clarificado após a repetição da análise, deverá ser registrado o código específico, constante no anexo III. Registrar no campo de observações do BA: “Análise não concluída por má qualidade da cana”.

- N-35. Não se conseguindo a clarificação do caldo após a repetição da análise o carregamento poderá ser rejeitado. Em caso de aceitação, a cana será paga pelo menor ATR individual apurado no dia na unidade industrial. Caso esta não tenha realizado nenhuma análise nesse dia, aplicar-se-á o menor ATR individual apurado na quinzena.
- N-36. O brix, a pol e os açúcares redutores do caldo extraído poderão, também, ser determinados utilizando-se um sistema analítico por espectrofotometria por infravermelho próximo (NIR), após definição das curvas de calibração construídas com resultados dos métodos de análise refratométrica e sacarimétrica.

### **1.11. Validação da análise**

- N-37. O tempo de espera admissível para que a análise da amostra seja considerada realizada é de:
- a) 90 (noventa) minutos - Período entre a amostragem e o preparo da amostra.
  - b) 30 (trinta) minutos - Período entre a amostra preparada e o término da análise.
- N-38. As análises realizadas durante um intervalo de tempo superior aos supra citados serão anuladas e a elas serão atribuídas o código específico, constante no anexo IV. No campo de observações do BA anotar: “Análise não realizada por manuseio no laboratório”.

### **1.12. Equipamentos**

- N-39. Os equipamentos do laboratório de pagamento de cana deverão ser aferidos, no mínimo, a cada turno e eventualmente por solicitação dos fiscais das partes, quando forem caracterizadas dúvidas nos resultados analíticos.
- N-40. Deverão ser procedidas limpeza e assepsia no desintegrador de cana (forrageira) e do homogeneizador de amostra (betoneira) em cada troca de turno.
- N-41. Os equipamentos do laboratório; refratômetro, sacarímetro e balança de precisão quando apresentarem defeitos poderão ser substituídos, por um prazo de até 07 (sete) dias, por outros que não atendam plenamente às especificações regulamentadas. Caso seja constatada diferença significativa nos valores apurados nesse período, as análises serão anuladas, devendo-se atribuir código de defeito do respectivo aparelho.

### **1.13. Registro dos dados**

- N-42. Os resultados tecnológicos das análises de laboratório, peso do bolo úmido, brix e leitura sacarimétrica deverão ser registrados nos respectivos campos apropriados do BA, mesmo com coleta eletrônica dos dados. Esses três resultados servirão de base para a apuração do preço final de uma tonelada de cana.
- N-43. Em casos de anotações indevidas ou incorretas, os certificados não devem ser rasurados, devendo os campos preenchidos serem, desta forma, cancelados mediante um “X” e os valores reais colocados abaixo do campo específico.
- N-44. Quando da caracterização da realização ou não da amostragem e / ou análise, deverá ser indicado em campo específico do BA o número do código de amostragem e de análise, conforme descrito no anexo III.
- N-45. A Unidade Industrial deverá utilizar o modelo de certificado de pesagem e análise de cana, padronizado e aprovado por esta Comissão.

- N-46. Os certificados de análise e pesagem de cana deverão ser confeccionados em 02 (duas) vias, as quais terão os seguintes destinatários:
- a) 1ª via - Centro de Processamento de Dados (CPD) da Unidade Industrial.
  - b) 2ª via - Fornecedor da cana analisada.
- N-47. As vias dos certificados de análise pertencentes aos fornecedores de cana deverão estar à disposição de seus representantes no encerramento do expediente de cada turno do laboratório.
- N-48. A Unidade Industrial deixará a disposição da Representação da Classe de Fornecedores uma listagem diária contendo os valores tecnológicos e as demais informações necessárias para a apuração do valor da cana e à identificação do fornecedor de cada carregamento entregue no dia anterior.
- N-49. O comprovante das análises tecnológicas, cujo modelo será recomendado pela Comissão, deverá estar disponível no laboratório aos fornecedores e à unidade industrial no máximo até 24 horas após a análise das amostras.
- N-50. O comprovante da análise que não for requisitado pelo fornecedor deverá permanecer arquivado em local de fácil acesso à fiscalização dos fornecedores e/ou membros desta Comissão até o encerramento da safra.

#### **1.14. Funcionamento do sistema de análise**

- N-51. A montagem da estrutura de avaliação da qualidade da cana fornecida, compreendendo a sonda amostradora, o laboratório e seus equipamentos e a balança de pesagem de cargas, será de responsabilidade da unidade industrial.
- N-52. O funcionamento do sistema de pesagem de cargas, de amostragem e preparo das canas, do laboratório de análise e do sistema de processamento de dados, será de responsabilidade conjunta da unidade industrial e de seus fornecedores de cana, estes representados pela respectiva associação de classe local.
- N-53. O sistema de pagamento de cana funcionará durante todo o período de safra da unidade industrial, devendo esta comunicar o horário à associação dos fornecedores por ocasião de entrega do plano de recebimento de cana.
- N-54. O laboratório de análise, incluindo todo o sistema de aferição da qualidade da cana, será considerado 'campo neutro' durante o período em que estiver em funcionamento.
- N-55. A unidade industrial, sem interferência de espécie alguma, garantirá o funcionamento de todo o sistema de apuração da qualidade da cana, disponibilizando recursos materiais e humanos conforme recomendações desta Comissão.
- N-56. O horário de funcionamento do laboratório, bem como o quadro de pessoal envolvido no sistema de análise de cana para efeito de pagamento deverão ser previamente aprovados por esta Comissão no início de cada safra.
- N-57. A seleção de cargas para amostragem, feita na balança central, deverá ser interrompida com 20 minutos de antecedência ao início de cada turno. Durante esses períodos de paralisação do laboratório os carregamentos não analisados receberão código especificado no Anexo III.

### **1.15. Despesas**

- N-58. As despesas decorrentes do funcionamento desse sistema poderão ser de responsabilidade de uma ou de ambas as partes, devendo para tal, haver acordo específico entre o órgão de representação dos fornecedores de cana e a unidade industrial.
- N-59. Havendo acordo entre as partes interessadas (indústria e fornecedores), poderá ser contratada uma empresa técnica de prestação de serviços, que se encarregará da operação de parte ou da totalidade do sistema.

### **1.16. Credenciamento**

- N-60. O laboratório de análise de cana deverá funcionar devidamente credenciado durante todo o período de safra, enquanto houver recebimento de cana de fornecedores
- N-61. Será de responsabilidade desta Comissão o credenciamento do laboratório em cada safra, com base em laudo de vistoria técnica elaborado por ela.
- N-62. A qualquer momento, por solicitação de qualquer dos representantes da Comissão, novo laudo técnico poderá ser elaborado, com vistas a ratificar ou anular o credenciamento do laboratório.
- N-63. As normas de credenciamento encontram-se no anexo IV desta norma.
- N-64. O credenciamento é válido por uma safra, sendo necessária a sua revalidação a cada safra.

### **1.17. Pessoal**

- N-65. O chefe de laboratório de pagamento de cana, analistas, operadores de sonda e forrageira e auxiliares, bem com os fiscais de classe, Usina e Fornecedores, só poderão desempenhar suas funções se devidamente capacitados e credenciados por esta Comissão.
- N-66. Em qualquer situação será permitida a fiscalização dos serviços de pesagem e preparo das canas, análises laboratoriais e processamento de dados, bem como do funcionamento dos aparelhos que compõem o laboratório, por:
- a) Membros desta Comissão;
  - b) Representantes da unidade industrial;
  - c) Representantes da Associação dos Fornecedores de Cana (Coafocana).
- N-67. Os representantes da unidade industrial e da associação de fornecedores que atuarão no sistema deverão obedecer às normas descritas em “Atribuições dos fiscais de classe para atuação no sistema de pagamento de cana”, elaboradas por esta Comissão.
- N-68. Constatada a existência de qualquer irregularidade no funcionamento do sistema de apuração da qualidade da cana deverá a mesma ser comunicada à Comissão, que determinará a sua apuração imediatamente.
- N-69. Será de responsabilidade desta Comissão a capacitação da mão-de-obra de todo o pessoal envolvido na operação do sistema, incluindo os fiscais de classe.
- N-70. A orientação e a supervisão técnica ao laboratório de análise de cana na Usina Paineiras serão de competência da Comissão e poderão ser realizadas a qualquer momento, podendo, se achar necessário, assumir a operação do sistema para dirimir dúvidas quanto ao seu funcionamento.

### **1.18. Pré-análise**

- N-71. A Usina deverá determinar um funcionário que ficará responsável pela entrega de amostras de cana para pré-análise.
- N-72. Os resultados tecnológicos das pré-análises serão transcritos em boletim específico.
- N-73. Fica estabelecido o número máximo de 10 pré-análises por turno. Caso contrário, o laboratório deverá ser comunicado com 1 dia de antecedência para programação de pessoal extra para realização dos ensaios.

### **1.19. Listagens**

- N-74. A listagem contendo as informações relevantes quanto à caracterização da cana fornecida, deverá estar à disposição desta Comissão e da representação dos fornecedores de cana, no prazo máximo de 15 (quinze) dias após o término da quinzena.
- N-75. Essas informações, contendo os valores tecnológicos quinzenais ponderados, a identificação do fornecedor e seu respectivo fundo agrícola deverão ser enviadas, preferencialmente, por meio magnético, cujas características serão definidas pela Comissão.
- N-76. As canas de fornecedores oriundas do Estado do Rio de Janeiro, mesmo submetidas à sistemática de análise, não serão incluídas nos cálculos para apuração das médias quinzenais dos fornecedores do Estado do Espírito Santo.

### **1.20. Pagamento**

- N-77. O pagamento das canas será feito pela unidade industrial, no máximo quinzenalmente, e compreenderá os fornecimentos realizados na quinzena anterior.
- N-78. A unidade industrial, até 2 (dois) dias antes do referido pagamento, enviará à Associação de Fornecedores de Cana local uma relação dos valores devidos.

### **1.21. Cana não analisadas**

- N-79. Se por motivo excepcional e comprovadamente justificado, não for feita a avaliação das canas contidas em algum carregamento diário de determinado fornecedor, utilizar-se-á, para efeito de cálculo, os valores médios ponderados das análises tecnológicas, brix, leitura sacarimétrica e peso do bolo úmido referentes a quinzena na qual se inclui o dia do fornecimento das canas não analisadas. Se nas mesmas condições excepcionais, as canas de todos os carregamentos de um mesmo fornecedor não forem analisadas durante uma quinzena, empregar-se-á então para fins de pagamento, os valores médios ponderados das análises tecnológicas, brix, leitura sacarimétrica e peso do bolo úmido, referentes a todos os fornecedores da unidade industrial na quinzena em questão.
- N-80. Se, comprovadamente, a unidade industrial não proceder à amostragem e/ou à análise de um ou mais carregamentos previamente selecionado, adotar-se-á o valor correspondente ao maior ATR individual do dia na unidade industrial. Caso esta não tenha realizado nenhuma análise nesse dia, aplicar-se-á o maior ATR individual apurado na quinzena.
- N-81. Em caso de recusa à amostragem por parte do fornecedor / motorista, a cana será paga pelo menor ATR individual do dia na unidade industrial. Caso esta não tenha realizado nenhuma análise nesse dia, aplicar-se-á o menor ATR individual apurado na quinzena.

- N-82. Se a unidade industrial não estiver com seu laboratório em condições de operação ou descredenciado em uma determinada quinzena, pagará as canas recebidas pela maior média obtida entre as quinzenas anterior e posterior.
- N-83. Quando, por culpa ou negligência da unidade industrial, ocorrer a queima do canavial do fornecedor de cana fica ela obrigada a pagar pela qualidade apurada a totalidade da matéria-prima atingida pelo sinistro ficando garantido, como mínimo, o ATR médio obtido na respectiva quinzena.
- N-84. Quando por culpa ou negligência do fornecedor de cana ocorrer a queima do próprio canavial em volume superior à sua cota diária de fornecimento, o pagamento da matéria-prima será feito pela qualidade apurada nos termos deste regulamento.
- N-85. No caso de queima do canavial por culpa ou negligência de qualquer uma das partes, a unidade industrial promoverá todos os meios a seu alcance para que sejam efetuados o corte e o transporte da cana queimada no mais curto espaço de tempo possível, inclusive suspendendo, se necessário, o recebimento das canas próprias e de outros fornecedores.

### 1.22. Descontos

- N-86. A entrega da cana, sob a responsabilidade do fornecedor, deverá ser realizada até 80 h (oitenta horas) da queima, em todo o período de moagem.
- N-87. A cana entregue após o tempo estabelecido (T), a critério da unidade industrial, poderá sofrer descontos no valor da tonelada de cana, conforme a expressão:

$$K = 1 - (H - T) \times 0,002$$

onde:

K = fator de desconto a ser aplicado à quantidade de ATR do produtor;

H = tempo, em horas, da respectiva queima;

T = 80 h do início ao final da moagem;

- N-88. A unidade industrial deverá emitir a ordem de queima, prevista na norma de entrada de cana, para fazer o controle do tempo de queima para efeito de desconto no valor da cana.
- N-89. 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 fornecedores.
- N-90. Não será aplicado o fator K, quando os serviços de colheita forem efetuados pela unidade industrial ou empresa prestadora destes serviços por ela gerenciada.
- N-91. No sistema de pagamento de cana pelo ATR, não serão admitidos quaisquer descontos sobre o preço ou peso da cana, além dos constantes no presente regulamento.

### 1.23. Rejeição de cana

- N-92. A unidade industrial poderá recusar-se a receber carregamentos individuais com valores de pureza inferiores a 75% (setenta e cinco por cento) ou com tempo de queima superior a

120 h (cento e vinte horas). Em caso de aceitação, a cana será paga conforme reza o presente regulamento.

N-93. Os carregamentos recebidos nas condições do ‘caput’ deste artigo, cuja qualidade for aferida conforme estas normas, não poderão ser excluídos do sistema.

#### **1.24. Disposições finais**

N-94. Os casos não previstos neste regulamento serão resolvidos pela Comissão, ou por instâncias superiores, conforme as esferas de competência.

N-95. Serão nulos quaisquer Atos ou Acordos que deixem de atender ao disposto neste regulamento.

N-96. As decisões e homologações anteriormente adotadas pela Comissão serão, quando necessário, revistas e ajustadas às disposições deste regulamento, sem efeitos retroativos.

N-97. As reclamações concernentes à aplicação de sistema de pagamento de cana pelo ATR serão, preferencialmente, apresentadas à Comissão por intermédio ou com a assistência das representações das classes, fornecedores e indústria.

## **1.25. Anexo I - Critério de seleção de cargas**

Fica estabelecido o percentual de 100% (cem por cento) como critério de seleção de cargas de fornecedores do ES e do RJ. Para a Apecarb, selecionar alternadamente as carretas e treminhões e alternadamente os caminhões após os cinco primeiros selecionados. Para a Usina, selecionar os carregamentos alternadamente. Assim, o critério de seleção de cargas fica assim determinado:

### **1.25.1. Cana de fornecedores do ES**

Selecionar todos os carregamentos para amostragem.

### **1.25.2. Cana de fornecedores do RJ**

Selecionar todos os carregamentos para amostragem.

### **1.25.3. Cana da Apecarb**

#### **1.25.3.1. Carretas e treminhões:**

Selecionar os carregamentos alternadamente.

#### **1.25.3.2. Caminhões:**

Selecionar todos os 05 (cinco) primeiros carregamentos do dia. A seguir selecionar os carregamentos alternadamente.

### **1.25.4. Cana da Usina Paineiras**

Selecionar os carregamentos alternadamente.

### 1.26. Anexo II - Critério de amostragem de cargas

- a) Para cada certificado de pesagem (**CP**) emitido haverá um boletim de análise (**BA**) correspondente, contendo a mesma numeração, que será destacado e seguirá junto ao carregamento para a sonda amostradora.
- b) Para cada **BA** selecionado para análise serão feitos três furos para coleta de amostras.
- c) Os furos deverão ser realizados em 3 (três) vãos (entre fueiros) consecutivos, sem que haja coincidência nos alinhamentos vertical e horizontal.
- d) O primeiro vão a ser amostrado será através de sorteio, correspondendo ao último dígito do número **BA**.
- e) O primeiro furo deverá ser feito sempre na parte inferior ou superior da carga, sendo os demais consecutivos, na diagonal, à direita ou à esquerda do primeiro.
- f) A determinação da disposição dos furos obedecerá ao seguinte critério: Na sonda 1 (um), em diagonal ascendente (de baixo para cima), a partir do vão sorteado; na sonda 2 (dois), em diagonal descendente (de cima para baixo). Em ambos os casos, as demais perfurações seguirão a direita se o último dígito do **BA** for par (0, 2, 4, 6, 8). Caso contrário, quando o último dígito do **BA** for ímpar (1, 3, 5, 7, 9), as demais perfurações seguirão à esquerda do vão sorteado.
- g) Caso haja mais de 9 vãos na carga a ser amostrada, deve-se observar os dois últimos dígitos da numeração do **BA**, sendo que o penúltimo será substituído por zero caso o dígito de controle seja par (0, 2, 4, 6, 8) e por 1 (um) caso o dígito de controle seja ímpar (1, 3, 5, 7, 9).
- h) Para carregamentos com número de vãos menor que o número sorteado, será considerado, para efeito de amostragem após o último vão, aquele correspondente à continuidade da contagem a partir do vão nº 01.
- i) Será feita uma amostragem (3 furos) para cada par de cargas de trem de carretas.
- j) Os dois últimos dígitos da numeração do **BA** é que determinarão as cargas a serem amostradas.
- k) Se o penúltimo dígito do **BA** for ímpar (1, 3, 5, 7, 9), a amostragem do primeiro par de carretas será feita na primeira carga. Caso contrário, a amostragem será na segunda carga.
- l) Para se determinar qual carga será amostrada no último par ou trio de cargas, usa-se o valor do último dígito do **BA** para contagem, a partir da primeira delas, repetindo-se o procedimento, até terminar a contagem.

**1.27. Anexo III - Tabela de códigos de amostragem e de análise**

<b>Código</b>	<b>Ocorrência</b>
10	Análise realizada
15	Amostra não realizada por não ter sido selecionada
20	Amostra não realizada por interferência da usina
25	Amostra não realizada por interferência do fornecedor / motorista
30	Amostra não realizada por defeito na sonda
35	Análise não realizada por defeito na forrageira/betoneira
40	Análise não realizada por defeito na balança do laboratório
45	Análise não realizada por defeito na prensa
50	Análise não realizada por defeito no refratômetro
55	Análise não realizada por defeito no sacarímetro
60	Análise não realizada por manuseio no laboratório
65	Análise não realizada por falta de energia no laboratório
70	Análise não realizada por paralisação do laboratório para refeição
75	Análise não realizada por encerramento de expediente do laboratório
80	Análise não concluída por má qualidade da cana
99	Análise não realizada por outros motivos (esclarecidos no campo de observação)

## Forma de pagamento das cargas não analisadas

<b>Código</b>	<b>Forma de pagamento</b>
20	Pago pelo maior ATR individual do dia na unidade industrial. Caso esta não tenha realizado nenhuma análise nesse dia, aplicar-se-á o maior ATR individual apurado na quinzena.
25	Pago pelo menor ATR individual do dia na unidade industrial. Caso esta não tenha realizado nenhuma análise nesse dia, aplicar-se-á o menor ATR individual apurado na quinzena.
80	Pago pelo menor ATR individual do dia na unidade industrial. Caso esta não tenha realizado nenhuma análise nesse dia, aplicar-se-á o menor ATR individual apurado na quinzena.

## **1.28. Anexo IV - Normas para credenciamento do laboratório**

A Usina deverá disponibilizar seguinte estrutura mínima para análise de cana:

### **1.28.1. Balança rodoviária**

Laudo de aferição expedido pelo Inmetro ou entidade credenciada;

Estoque de Certificado de Pesagem (CP) e Boletim de Análise (BA) compatível com a demanda.

### **1.28.2. Localização do laboratório**

O laboratório deverá estar localizado o mais próximo possível do local de tomada de amostras e em prédio próprio.

### **1.28.3. Sonda amostradora**

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

A sonda amostradora horizontal deve estar com seu cilindro coletor regulado para extrair amostras de cana deste 1,20 m até 4,20 m de altura do solo.

Deverá existir no mínimo uma coroa dentada afiada de reserva para cada sonda.

### **1.28.4. Iluminação externa**

A área externa onde funcionam as sondas amostradoras e os desintegradores de cana deverá possuir iluminação satisfatória e em condições de operação.

### **1.28.5. Desintegrador (forrageira)**

O desintegrador deverá estar em condições mecânico operacional normais, possuindo, no mínimo, um jogo de facas, de contrafacas e de martelos para reposição.

O desintegrador poderá sofrer alterações de forma a melhorar seu desempenho.

### **1.28.6. Laboratório**

#### **1.28.6.1. Energia elétrica**

O laboratório deverá possuir rede elétrica estabilizada, especialmente para os equipamentos de análise, ou seja, refratômetro, sacarímetro e balança e dimensionada para o uso simultâneo de todos os aparelhos.

#### **1.28.6.2. Temperatura ambiente**

O sistema de refrigeração do laboratório deve ser capaz de manter a temperatura ambiente entre 20 °C e 25 °C (graus Celsius).

#### 1.28.6.3. Balança semi-analítica

A balança semi-analítica deverá estar em conformidade ao disposto no parágrafo segundo do artigo 3 das Normas do Sistema de Avaliação da Qualidade da Cana que compõem este regulamento.

A balança semi-analítica deverá estar em local adequado ao fluxo de análise e sem influência de correntes de ar e de trepidação.

#### 1.28.6.4. Prensa hidráulica

A prensa hidráulica deverá estar em conformidade ao disposto no artigo 4 das Normas do Sistema de Avaliação da Qualidade da Cana que compõem este regulamento.

#### 1.28.6.5. Refratômetro

O refratômetro deverá estar em conformidade ao disposto no artigo 5 das Normas do Sistema de Avaliação da Qualidade da Cana que compõem este regulamento.

#### 1.28.6.6. Sacarímetro

O sacarímetro deverá estar em conformidade ao disposto no artigo 6 das Normas do Sistema de Avaliação da Qualidade da Cana que compõem este regulamento.

#### 1.28.6.7. Materiais e reagentes

O laboratório deverá manter um estoque de materiais, reagentes e vidrarias compatíveis com a demanda de análise.

## 2. FORMAÇÃO DE PREÇO DA TONELADA DE CANA E FORMA DE PAGAMENTO

### 2.1. Formação do preço final da cana-de-açúcar

Este regulamento tem como objetivo normalizar os negócios de compra e venda de cana-de-açúcar entre a Usina Paineiras SA e seus fornecedores, legalmente representados pela Cooperativa Agrícola dos Fornecedores de Cana Ltda (Coafocana) e pela Associação dos Plantadores de Cana do Espírito Santo.

A determinação do valor da tonelada de cana (VTC) será feita mediante o produto do preço médio ponderado do ATR (VATR) pela quantidade média ponderada de ATR apurada na quinzena.

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

O preço médio de 1 kg de ATR (VATR) será calculado a partir do preço do açúcar praticado nos mercados externo e interno, do preço do álcool de todos os tipos, considerando o valor presente e livre dos impostos ou frete, ou seja, na condição PVU e levando-se em consideração o mix de produção da empresa.

A quantidade média de ATR será determinada a partir dos resultados tecnológicos obtidos nas análises e aplicação das seguintes expressões:

### 2.2. Pol do caldo (S)

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

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

Onde:

LPb = Leitura sacarimétrica equivalente a de subacetato de chumbo;

B = Brix do caldo (%).

Quando for usado o clarificante Octapol ou a mistura clarificante à base de alumínio, a leitura sacarimétrica deverá ser corrigida pelas respectivas equações:

$$LPb = 0,47374 + 0,99879 \times LOct \quad \text{eq. 3}$$

$$LPb = 0,05117 + 1,00621 \times LAI \quad \text{eq. 4}$$

Onde:

LOct = Leitura sacarimétrica obtida com o clarificante Octapol

LAI = Leitura sacarimétrica obtida com a mistura clarificante à base de alumínio

### 2.3. Pureza do caldo (Q)

A pureza aparente do caldo (Q) é definida como a relação percentual entre a pol do caldo (S) e o brix do caldo (B):

$$Q = S / B \times 100 \quad \text{eq. 5}$$

### 2.4. Fibra da cana (F)

A fibra industrial da cana (F) será função do peso do material fibroso residual da prensagem (bolo úmido), dado em gramas, e calculado pela seguinte equação:

$$F = 0,15528 \times \text{PBU} - 8,015 \quad \text{eq. 6}$$

onde:

PBU = peso do bolo úmido (g)

### 2.5. Pol da cana (PC)

A pol da cana (PC) será calculada pela seguinte equação:

$$PC = S \times (1 - 0,01 \times F) \times C \quad \text{eq. 7}$$

onde:

C = Coeficiente de transformação da pol do caldo extraído em pol do caldo absoluto, calculado por uma das equações equivalentes:

$$C = 1,0154 - 0,0005 \times \text{PBU} \quad \text{eq. 8}$$

$$C = 0,9896 - 0,00322 \times F \quad \text{eq. 9}$$

### 2.6. Açúcares redutores do caldo (AR)

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

$$AR = 4,5193 - 0,04457 \times Q \quad \text{eq. 10}$$

### 2.7. Açúcares redutores da cana (ARC)

A transformação do AR em açúcares redutores da cana (ARC) se faz pela seguinte equação:

$$\text{ARC} = \text{AR} \times (1 - 0,01 \times F) \times C \quad \text{eq. 11}$$

### 2.8. Açúcares totais recuperáveis (ATR)

Os açúcares totais recuperáveis (ATR) correspondem aos açúcares redutores totais (ART) descontados menos as perdas industriais e são calculados pela seguinte equação:

$$\text{ATR} = K \times (10 \times (1-P) \times 1,052632 \times \text{PC}) + (10 \times (1-P) \times \text{ARC}) \quad \text{eq. 12}$$

Onde:

K = fator de desconto aplicado ao ATR em decorrência do tempo de queima, conforme previsto em N-88 e igual a:

$$K = 1 - (H-T) \times 0,002 \quad \text{eq. 13}$$

H = tempo, em horas, da respectiva queima;

T = 80 h do início ao final da moagem;

10 = fator de conversão de porcentagem para tonelada;

P = Perdas industriais, em %, correspondente a 8,71% na safra 2009/2010;

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

A equação 12 pode ser simplificada para:

$$\text{ATR} = K \times (9,609 \times \text{PC} + 9,129 \times \text{ARC}) \quad \text{eq. 14}$$

O valor das perdas industriais será revisado anualmente, de forma automática, e será determinado pela média ponderada das perdas das três últimas safras de acordo com a metodologia disposta no anexo V. O valor das perdas só não será alterado automaticamente se a nova média for superior a 12,0%.

## 2.9. Fatores de conversão dos produtos em ART

Os fatores de conversão constantes na tabela 1 devem ser multiplicados aos produtos açúcar (kg), álcool anidro (L) e álcool hidratado (L) para obtenção da respectiva massa (kg) de açúcares redutores totais (ART).

Tabela 1 - Fatores de conversão dos produtos em ART

Produto	Fator de conversão
Açúcar (kg)	1,0495
Álcool anidro (L)	1,7651
Álcool hidratado (L)	1,6913

### 2.9.1.1. Açúcar com polarização de 99,7° S e 0,04% de umidade em ART

1 kg de açúcar com polarização de 99,7° S e 0,04% de umidade contém 0,997 / 0,95 kg de ART, ou seja, 1 kg de açúcar equivale a 1,0495 kg de ART.

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

1 kg de açúcar = 1,0495 kg de ART

**2.9.1.2. Álcool anidro em ART**

Para álcool anidro e hidratado tem-se, de acordo com as eficiências de fermentação (88%) e destilação (99%) adotadas:

1 kg de ART produz 0,56654 litro de álcool anidro a 99,3° INPM.

Para se produzir 1 litro de álcool anidro a 99,3° INPM necessita-se de  $1/0,56654 = 1,7651$  kg de ART.

1 litro de álcool anidro = 1,7651 kg de ART

**2.9.1.3. Álcool hidratado em ART**

1 kg de ART produz 0,59126 litro de álcool hidratado. Da mesma maneira, calcula-se para o álcool hidratado:  $1 / 0,59126 = 1,6913$ .

1 litro de álcool hidratado = 1,6913 kg ART.

**2.10. Participação da matéria-prima nos preços dos produtos**

A participação do custo médio da matéria-prima no custo dos produtos, açúcar e álcool fica estabelecido em:

Tabela 2 - Participação do custo da matéria-prima no custo dos produtos

Produto	Participação (%)
Açúcar	58,00
Álcool anidro	61,70
Álcool hidratado	61,70

A participação da matéria-prima nos custos do açúcar e álcool anidro e hidratado será revista a cada ano agrícola, sendo passível de mudança caso apresente maior coerência com a realidade da região.

**2.11. Formação do preço do ATR para cana do produtor**

Os preços unitários dos produtos serão os praticados no mercado, obtido através de levantamentos periódicos na contabilidade da Usina Paineiras SA. Deles serão excluídos todos os impostos, tributos, taxas e fretes; trazidos, sempre, como preços a vista, sem quaisquer acréscimos financeiros.

O preço de 1 (um) kg de ATR a ser pago pela cana recebida depende:

- das quantidades produzidas de açúcar, álcool anidro, álcool hidratado e do valor calculado para álcool residual;
- dos fatores de conversão unitários dos produtos em ATR;
- da participação da matéria-prima nos preços dos produtos acabados.

Para o início de cada safra, os preços unitários dos produtos e as quantidades a produzir serão calculados com base na expectativa de mercado e produção. O resultado final da safra anterior

servirá de base para a determinação do preço inicial de 1 kg (um quilograma) de ATR a ser pago pela cana recebida. A tabela 3 apresenta os valores hipotéticos de produção e preço dos produtos.

Tabela 3 - Produção e preço médio hipotético dos produtos

Produto	Produção	Preço de venda (R\$)
Açúcar mercado interno (t)	32.000	715,2000
Açúcar mercado externo (t)	21.000	561,3000
Álcool anidro (m <sup>3</sup> )	32.000	732,5000
Álcool hidratado (m <sup>3</sup> )	7.500	640,5000

E, considerando os valores tecnológicos hipotéticos: Peso do Bolo Úmido (PBU) = 150,31; Brix (B) = 19,58; Leitura Sacarimétrica (LOct) = 71,47 e Tempo de queima (K) = 80 h, determina-se o preço médio de 1 kg (um quilograma) de ATR igual R\$0,3008 (três mil e oito milésimos de Real), conforme demonstrado no anexo VI desta Norma.

## 2.12. Forma de pagamento

### 2.12.1. Periodicidade

O pagamento das canas será quinzenal, conforme disposto no artigo 23 das Normas do Sistema de Avaliação da Qualidade da Cana-de-açúcar, regulamentada por esta Comissão, obedecendo aos seguintes critérios:

As canas recebidas pela compradora do primeiro dia do mês até o dia 15, serão pagas no primeiro dia do mês subsequente, na razão mínima de 70% (setenta por cento) do preço apurado na respectiva quinzena;

As canas recebidas pela compradora do dia 16 até o último dia do mês, serão pagas no dia 16 do mês subsequente, na razão mínima de 70% (setenta por cento) do preço apurado na respectiva quinzena;

Considerando-se que os adiantamentos efetuados no decorrer da safra levam em consideração os preços iniciais previstos no item 16 deste regulamento, adotar-se-á um cronograma de pagamento dos ajustes e acertos finais.

A adoção desse cronograma bem como do preço inicial de 1 (um) kg de ATR a ser pago pela cana recebida, virão na forma de aditivo à esta Norma.

O monitoramento dos preços da safra poderá conduzir a uma revisão no preço inicial estabelecido.

### 2.12.2. Taxas e impostos

Os preços da cana calculados de acordo com a fórmula aqui estipulada são brutos, devendo-se descontar as taxas e tributos, previstos na legislação em vigor, que incidirão sobre os adiantamentos, ajustes e quitação.

Tabela 4 - Taxas e impostos descontados sobre o valor da tonelada de cana

<b>Taxa / imposto</b>	<b>Desconto (%)</b>
Associação	1,0
Cooperativa	3,0
Funrural – Pessoa física	2,3

### 2.13. Acompanhamento e melhoria contínua

Mantém-se a Comissão de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose da Usina Paineiras\Coafocana, com todas as atribuições relativas ao pagamento de cana, tais como:

Fiscalizar todo o processo de apuração da qualidade da cana até a apuração da folha de pagamento;

Aprovar ou reprovar, expressamente, as folhas de pagamento de cana;

Treinar, capacitar e supervisionar todo o pessoal envolvido na sistemática de apuração da qualidade da cana (amostragem, fiscalização, preenchimento de documentos, etc.).

Fica também estabelecido que esta comissão, complementada por 4 (quatro) membros indicados pela Associação, e aprovados pela Usina, será responsável por verificar os preços de comercialização do Açúcar, Álcool Hidratado e Álcool Anidro, que compõem o sistema de pagamento de cana.

### 2.14. Padronização dos cálculos

#### 2.14.1. Por carregamento

Peso do carregamento (P): expresso em quilogramas (kg), sem casas decimais.

Brix do caldo extraído (B): expresso com uma casa decimal.

Leitura sacarimétrica (LPb): expressa com duas casas decimais.

Peso do bolo úmido (PBU): expresso em gramas (g) com uma casa decimal.

Açúcar total recuperável (ATR): expresso com quatro casas decimais.

#### 2.14.2. Ponderação diária

A ponderação diária deverá ser feita pelas cargas amostradas no dia, como o que se segue:

2.14.2.1. Média diária do brix do caldo ( $B_d$ ): expresso com duas casas decimais

$$B_d = \frac{\sum B_i P_i}{\sum P_i}, \text{ onde:}$$

$B_d$  = média diária do brix do caldo;

$B_i$  = brix do caldo da carga  $i$  amostrada;

$P_i$  = peso da carga  $i$  amostrada.

2.14.2.2. Média diária da leitura sacarimétrica ( $LPb_d$ ): expressa com duas casas decimais

$$LPb_d = \frac{\sum LPb_i P_i}{\sum P_i}, \text{ onde:}$$

$LPb_d$  = média diária da leitura sacarimétrica caldo;

$LPb_i$  = leitura sacarimétrica do caldo da carga  $i$  amostrada;

$P_i$  = peso da carga  $i$  amostrada.

2.14.2.3. Média diária do peso do bolo úmido ( $PBU_d$ ): expresso com duas casas decimais

$$PBU_d = \frac{\sum PBU_i P_i}{\sum P_i}, \text{ onde:}$$

$PBU_d$  = média diária do peso do bolo úmido;

$PBU_i$  = peso do bolo úmido da carga  $i$  amostrada;

$P_i$  = peso da carga  $i$  amostrada.

2.14.2.4. Média diária do açúcar total recuperável ( $ATR_d$ ): expresso com quatro casas decimais

$$ATR_d = \frac{\sum ATR_i P_i}{\sum P_i}, \text{ onde:}$$

$ATR_d$  = média diária do açúcar total recuperável;

$ATR_i$  = açúcar total recuperável da carga  $i$  amostrada;

$P_i$  = peso da carga  $i$  amostrada.

### 2.14.3. Ponderação quinzenal

A ponderação quinzenal deverá ser feita pelo total de cargas entregue na quinzena, como o que se segue:

2.14.3.1. Média quinzenal do brix do caldo ( $B_q$ ): expresso com duas casas decimais

$$B_q = \frac{\sum B_{di} P_{di}}{\sum P_{di}}, \text{ onde:}$$

$B_q$  = média ponderada quinzenal do brix do caldo;

$B_{di}$  = média ponderada do brix do caldo no dia  $i$ ;

$P_{di}$  = peso total das cargas fornecidas no dia i.

2.14.3.2. Pol do caldo ( $S_q$ ): expressa com duas casas decimais

$$LPb_q = \frac{\sum LPb_{di} P_{di}}{\sum P_{di}}, \text{ onde:}$$

$LPb_q$  = média ponderada quinzenal da leitura sacarimétrica do caldo;

$LPb_{di}$  = média ponderada da leitura sacarimétrica do caldo no dia i;

$P_{di}$  = peso total das cargas fornecidas no dia i.

2.14.3.3. Peso do bolo úmido ( $PBU_q$ ): expressa com duas casas decimais

$$PBU_q = \frac{\sum PBU_{di} P_{di}}{\sum P_{di}}, \text{ onde:}$$

$PBU_q$  = média ponderada quinzenal do peso do bolo úmido;

$PBU_i$  = média ponderada do peso do bolo úmido no dia i;

$P_{di}$  = peso total das cargas fornecidas no dia i.

2.14.3.4. Média quinzenal do açúcar total recuperável ( $ATR_q$ ): expresso com quatro casas decimais

$$ATR_q = \frac{\sum ATR_{di} P_{di}}{\sum P_{di}}, \text{ onde:}$$

$ATR_q$  = média ponderada quinzenal do açúcar total recuperável;

$ATR_{di}$  = média ponderada do açúcar total recuperável no dia i ;

$P_{di}$  = peso total das cargas fornecidas no dia i.

Todos os cálculos intermediários deverão ser realizados com todas as casas decimais e os resultados obtidos deverão ser arredondados de acordo com a precisão anunciada

## 2.15. Limites de exclusão

Fica excluída dessa sistemática de cálculo toda carga que apresentar qualquer um dos parâmetros fora dos limites constantes na tabela 5:

Tabela 5 - Limites de exclusão de cálculo do ATR

Parâmetro	Limite Inferior	Limite Superior
PBU (g)	80,0	400,0
Brix (%)	8,0	28,0
Pureza (%)	55,00	98,00

**2.16. Regras para arredondamento**

Entender-se-á por arredondamento em todos os cálculos previstos neste documento, a adição de uma unidade à última decimal especificada, caso a decimal seguinte esteja compreendida no intervalo de 5 a 9.

Exemplos:

Resultado	Arredondamento	
	Décimo	Centésimo
15,4593649	15,5	15,46
18,4350026	18,4	18,44
3,1415926	3,1	3,14
2,7182818	2,7	2,72
16,6802425	16,7	16,68
153,4675441	153,5	153,47
0,9234567	0,9	0,92

**2.17. Anexo V - Perdas industriais - Usina Paineiras - Safras 2006/07 a 2008/09**

	Safra 2006/07		Safra 2007/08		Safra 2008/09	
	Produto	ART	Produto	ART	Produto	ART
Açúcar (t)	40.234	42.226	64.273	67.455	60.166	63.145
Anidro (m <sup>3</sup> )	21.798	38.478	28.472	50.259	33.020	58.287
Hidratado (m <sup>3</sup> )	5.282	8.935	8.533	14.434	6.358	10.754
Total		89.638		132.147		132.186
Cana (t)	678.186		900.738		985.700	
RI (kg ART/tc)		132,17		146,71		134,10
ATR (kg/tc)	128,396		137,1477		135,7912	
Perdas (%)	12,00%		12,00%		9,71%	
ART total	145,90		155,85		150,39	
Perdas (%)	9,41%		5,86%		10,83%	
<b>Perda média ponderada (%)</b>			<b>8,71%</b>			

**Dados**

88,00% Rendimento prático

99,00% Rendimento de destilação

0,6503 Rendimento teórico (anidro)

0,6786 Rendimento teórico (hidratado)

99,70% Açúcar especial (99,7° pol) e 0,04% de umidade em ATR

0,04% Umidade do açúcar (%)

0,5665 Litros de álcool anidro por kg de ATR (0,88 x 0,99 x 0,6503)

0,5912 Litros de álcool hidratado por kg de ATR (0,88 x 0,99 x 0,6786)

**Fatores de conversão**

Produto	ATR (t)
Açúcar (t)	1,0495
Anidro (m <sup>3</sup> )	1,7652
Hidratado (m <sup>3</sup> )	1,6915

**2.18. Anexo VI - Simulação de cálculos de ATR**

## 1) Base do sistema

1.1) Perdas industriais (%)	P =	8,71%
1.2) Eficiência da fermentação		88,00%
1.3) Eficiência da destilação		99,00%
1.4) Polarização do açúcar (°S)		99,70%
1.5) Umidade do açúcar	U =	0,04%
1.6) Tempo máximo de queima (horas)	T =	80
1.7) Participação da matéria-prima nos produtos		
1.7.1) Açúcar		58,00%
1.7.2) Álcool anidro		61,70%
1.7.3) Álcool hidratado		61,70%

## 2) Valores tecnológicos do Boletim de Análise (BA):

2.1) Brix do caldo (B)	B =	<b>19,58</b>
2.2) Leitura sacarimétrica (LOct)	LOct =	<b>71,47</b>
2.3) Peso do bolo úmido (PBU)	PBU =	<b>150,31</b>
2.4) Tempo de queima (horas)	H =	<b>80</b>

## 3) Pol do caldo (S):

$$LPb = 0,47374 + 0,99879 \times LOct \quad LPb = 71,86$$

$$S = LPb \times (0,2605 - 0,0009882 \times B) \quad S = 17,33$$

## 4) Pureza do caldo (Q):

$$Q = (S/B) \times 100 \quad Q = 88,51$$

## 5) Fibra da cana (F)

$$F = 0,15528 \times PBU - 8,015 \quad F = 15,33$$

## 6) Coeficiente C (C)

$$C = 1,0154 - 0,0005 \times PBU \quad C = 0,940$$

## 7) Pol da cana (PC)

$$PC = S \times (1 - 0,01 \times F) \times C \quad PC = 13,7929$$

## 8) Açúcar redutor do caldo (AR)

$$AR = 4,5193 - 0,04457 \times Q \quad AR = 0,5744$$

## 9) Açúcar redutor da cana (ARC):

$$ARC = AR \times (1 - 0,01 \times F) \times C \quad ARC = 0,4572$$

10) Fator K:

$$K = 1 - (H - T) \times 0,002$$

$$K = 1,0000$$

11) Açúcares Totais Recuperáveis (ATR):

$$ATR = K \times (9,609 \times PC + 9,129 \times ARC)$$

$$ATR = 136,7098$$

12) Fatores de Conversão dos produtos em ATR

1 kg de açúcar (99,7 °S) =	1,0495	kg de ATR
1 litro de álcool anidro =	1,7651	kg de ATR
1 litro de álcool hidratado =	1,6913	kg de ATR

13) Participação da matéria-prima nos preços dos produtos

Produto	Participação (%)
Açúcar	58,00%
Álcool Anidro	61,70%
Álcool Hidratado	61,70%

14) Produções e preços estimados para a safra 2008/2009

Mercado	Açúcar (t)		Tipo	Álcool (m <sup>3</sup> )		
	Produção	Venda (R\$)		Produção	%	Venda (R\$)
MI	<b>32.000</b>	<b>715,2000</b>	Anidro	<b>32.000</b>	81,01	<b>732,5000</b>
ME	<b>21.000</b>	<b>561,3000</b>	Hidratado	<b>7.500</b>	18,99	<b>640,5000</b>
Total	52.967	-	Total	38.312	100,00	-

15) Conversão da produção para ATR e participação

Produtos	Volumes		Participação (%)	
	Produto	ATR (t)		
Açúcar (t)	MI	32.000	33.584	26,91
	ME	21.000	22.040	17,66
	Total	53.000	55.624	44,57
Álcool (m <sup>3</sup> )	Anidro	32.000	56.483	45,26
	Hidratado	7.500	12.685	10,16
	Total	39.500	69.168	55,43
	Total geral		<b>124.791</b>	<b>100,00</b>

## 16) Valor da tonelada de ATR

Produtos		Preços de venda (R\$)		Participação (%)	Preço R\$/ATR (t)
		Produto	ATR		
Açúcar (t)	MI	715,20	681,47	58,00%	395,25
	ME	561,30	534,83	58,00%	310,20
Álcool (m <sup>3</sup> )	Anidro	732,50	414,99	61,70%	256,05
	Hidratado	640,50	378,70	61,70%	233,66
Média ponderada			504,18	60,05	<b>300,80</b>

17) Valor de 1 kg de ATR (R\$/kg ATR)

**VATR = 0,3008**

18) Valor de uma tonelada de cana ( R\$/TC )

**VTC = 41,12**

### 3. NORMAS PARA ENTRADA DE CANA DE FORNECEDORES

Este conjunto de normas e regras tem como objetivo único e específico a melhora da qualidade das canas fornecidas à indústria, beneficiando a todos os participantes do sistema – os fornecedores pelo aumento da qualidade média de suas canas (aumentando, conseqüentemente, sua remuneração) e pela redução de seus custos de colheita e a Usina pelo aumento de sua eficiência industrial o que resultará, mais uma vez, em benefícios aos próprios fornecedores de cana, dentro do sistema de cálculo de sua remuneração.

#### 3.1. Cadastro dos produtores de cana

No cadastro atualizado dos produtores de cana deve constar, dentre outros, os seguintes dados:

- a) Nome do fornecedor;
- b) Nome do fundo agrícola;
- c) Relação das quadras de canas com as respectivas áreas, em hectares;
- d) Época ideal para colheita das canas, em cada quadra (levando em consideração época de plantio ou da colheita na última safra);
- e) Quantidades colhidas na última safra;
- f) Estimativa de produção das canas em cada quadra, totalizando pelo fornecedor.

**Obs.: Não serão autorizadas Ordens de Queima para canas que não constarem do cadastro.**

#### 3.2. Cotas de entrada

- a) Com base nas estimativas de produção constantes do cadastro serão atribuídas as cotas diárias, para entradas de canas na Usina, para cada origem (ES ou RJ). Essas cotas diárias poderão ser ajustadas dentro das conveniências da Usina e dos produtores, especialmente levando-se em conta as disponibilidades de canas prontas para colheita e as condições topográficas.
- b) Todos os fornecedores deverão estar obrigatoriamente vinculados a um “grupo” de colheita. Essa vinculação deverá ser definida, no caso do ES, pela Coafocana, oficialmente. Este grupo fará a colheita de todos os fornecedores a ele vinculados.
- c) No caso do ES somente serão aceitos como “grupos” ou “empreiteiros” aqueles oficialmente informados pela Coafocana, donde se depreende que estarão trabalhando dentro das normas exigidas pela entidade – somente para esses casos a Usina concederá cotas e tabelas para entrada de canas.
- d) Definida a vinculação dos fornecedores aos “grupos” será, então, determinada, com base na estimativa do cadastro, a quantidade de canas que cada grupo tem para colher.
- e) Baseado na quantidade total das canas de cada grupo e levando em conta o número de dias previsto para a moagem será determinada a cota diária de entrada de canas de cada grupo.

- f) Com a cota diária de entradas será possível definir as necessidades de mão de obra, embarcadoras e caminhões/veículos de cada grupo.
- g) A definição do número de caminhões/veículos é essencial visando garantir o mínimo de duas viagens/dia por equipamento de transporte até o limite da cota.

### **3.3. Cronograma de colheita**

- a) Será elaborado um cronograma de colheita das canas de cada grupo, com base na cota diária e na época ideal de colheita da cana, constante no cadastro.
- b) Este cronograma será discutido e acordado com cada grupo – os chefes de cada grupo deverão informar a cada um dos seus fornecedores a época determinada para a colheita de suas canas.
- c) Este cronograma será o documento que irá nortear a emissão das ordens de queima.

### **3.4. Ordem de queima**

- a) As ordens deverão ser emitidas pelo Encarregado da Usina, após constatar pessoalmente, no campo, que a cana ainda não foi queimada. É de responsabilidade do chefe do grupo procurar o Encarregado da Usina para a obtenção da Ordem de Queima.
- b) As canas que forem queimadas, mesmo dentro da seqüência estabelecida no cronograma, sem a prévia autorização pelo encarregado da Usina serão tratadas, para efeito do estabelecimento de incentivos ou penalizações dispostos neste documento, como “acidentes”.
- c) As Ordens de Queima serão autorizadas sempre que estiverem respeitando a seqüência estabelecida no cronograma de colheita do grupo. As ordens previstas no cronograma serão concedidas pelo encarregado da Usina, no campo, após verificação do estoque de cana queimada, ainda não embarcada. Caso este estoque (cana em pé ou cortada) seja superior a 1,5 cotas diárias do grupo a Ordem de Queima não será concedida.
- d) Em hipótese alguma o encarregado da Usina poderá conceder a Ordem de Queima nas seguintes condições:
  - a cana já estiver queimada
  - o estoque de cana queimada (em pé ou cortada), nas áreas sob responsabilidade do “grupo” for superior a 1,5 cotas diárias (exceto nos casos em que houver impossibilidade de embarque dessas canas, em razão de excesso de umidade, por exemplo, e houver possibilidade de embarque de outras canas.
- e) O encarregado da Usina, na concessão da Ordem de Queima deverá, obrigatoriamente, informar o estoque de canas queimadas do grupo, o horário da observação e sua matrícula/identificação.
- f) Caberá à Diretoria da Usina ou a quem esta delegar, a autorização final para entrada da cana, mediante as ordens de queima emitidas pelo Departamento de Qualidade de Matéria Prima.
- g) Obs.: Não serão recebidas pela Usina canas sem a identificação da Ordem de Queima respectiva.
- h) Cada ordem de queima deverá ser emitida para uma única e determinada quadra de cana, obedecendo ao cronograma.

- i) Toda ordem de queima deverá conter a estimativa da quantidade de cana prevista para esta ordem.

### 3.5. Guia de transporte

- a) Todo carregamento deverá estar acompanhado de uma guia de transporte, a qual deverá conter a informação se é a última carga referente àquela ordem de queima, se este for o caso. Independentemente desta informação, se a quantidade de cana ultrapassar a estimativa da ordem de queima em 20%, a entrada dessas canas será, automaticamente, bloqueada. Fechada ou bloqueada a Ordem de Queima a Usina não mais receberá canas daquela Ordem. Caso ainda restem canas a serem tiradas na lavoura, relativas a essa Ordem de Queima deverá ser feita uma confirmação, no local, da existência de canas na quadra correspondente. Esta confirmação deverá ser feita pelo Encarregado da Usina no prazo de até 06 horas do fechamento automático da Ordem de Queima. Uma vez constatada a existência de cana na quadra cuja Ordem de Queima foi fechada automaticamente pelo sistema, esta será, novamente, aberta, permitindo a entrada do restante da cana.
- b) A responsabilidade pelas informações contidas nas guias de transporte é exclusiva do chefe do “grupo” de colheita. Eventuais erros (tais como a troca do nº da Ordem de Queima) poderão implicar, a critério da administração da Usina, na perda dos incentivos aqui estabelecidos.

### 3.6. Incentivos e benefícios

- a) Obedecidos aos critérios anteriores para emissão das Ordens de Queima e para entrada de canas na Usina, essas canas **poderão** fazer jus a alguns incentivos e benefícios, enumerados a seguir:
- b) As canas colhidas, obedecido ao cronograma, até a 1ª quinzena de maio, farão jus a um bônus de 12%, e na 2ª quinzena de maio, 8%.
- c) Durante todo o período de moagem, obedecidos aos critérios anteriores, terão direito a um adiantamento quinzenal de 80% em lugar dos 70% habituais.
- d) Somente receberão estes benefícios, respeitadas as condicionantes anteriores, as canas cuja Ordem de Queima tenha fechado com um **máximo** de 60 horas ponderadas (tempo entre a Queima e a entrada das canas na Usina), descontando-se as paradas não programadas da indústria superiores a 8 horas consecutivas e as paradas por chuvas.
- e) Em contrapartida, as canas cuja Ordem de Queima tenha sido previamente autorizada pela Usina nos termos deste documento e entrem na Usina com mais de 84 (oitenta e quatro) horas ponderadas – fechamento da Ordem de Queima - (sempre descontando as paradas não programadas da indústria superiores a 8 horas consecutivas e paradas por chuvas) terão seu pagamento retardado em mais 15 (quinze) dias além do prazo original previsto no Convênio.

### 3.7. Queima não autorizada

- a) No caso de qualquer cana queimada sem a competente autorização prévia da Usina, esta se reserva o direito de não comprar a cana.

- b) Na ocorrência de fogo acidental, a Usina, juntamente com os responsáveis pelo grupo ao qual o fornecedor estiver vinculado, sendo canas do ES também com a Coafocana, analisará a possibilidade de compra dessa cana. Em nenhuma circunstância, esta cana fará jus a qualquer benefício citado anteriormente, se a decisão for pela compra.

### **3.7.1. Relatório de acidente com cana**

Esta análise será feita utilizando o formulário próprio, Relatório de Acidente com Cana de Fornecedor, que conterà obrigatoriamente:

- a) A identificação do fornecedor, fundo agrícola e quadra.
- b) Data, hora e quantidade de cana queimada.
- c) Época prevista para colheita desta cana no cronograma, verificando dias de antecipação.
- d) Parecer dos chefes do grupo, se há condições para retirada desta cana.
- e) Parecer do encarregado da Usina e, se for o caso, da Coafocana.
- f) Após os pareceres acima, a retirada dessas canas ficará, ainda, condicionada à aprovação da Diretoria da Usina, que poderá exigir uma análise prévia dessa cana.

### **3.7.2. Ordem de colheita**

- a) Se a decisão for pela compra, a Usina emitirá uma Ordem de Colheita de Cana de Acidente.
- b) Neste caso, autorizada a colheita e se estas canas entrarem na Usina com mais de 60 (sessenta) horas ponderadas e até 84 (oitenta e quatro) horas ponderadas, calculadas pelo fechamento das Ordens de Colheita, descontando-se paradas por chuvas, limitadas, para este caso, em no máximo 48 (quarenta e oito) horas, terão seu pagamento retardado em mais 15 (quinze) dias após o prazo estabelecido no Convênio.
- c) Neste mesmo caso do parágrafo anterior, se as canas entrarem na Usina com mais de 84 (oitenta e quatro) horas ponderadas, calculadas pelo fechamento das Ordens de Colheita, descontando-se paradas por chuvas, limitadas, para este caso, em no máximo 48 (quarenta e oito) horas, terão seu pagamento retardado em mais 30 (trinta) dias após o prazo estabelecido no Convênio.
- d) A Usina terá o direito de recusar canas que contem com mais de 120 (cento e vinte) horas de queimadas.

### **3.8. Tabela de entrada de cana de grupos ou fornecedores**

- a) Com base na cota diária de cada grupo será definida a “tabela de entradas” por dia efetivo de moagem (24 horas de moagem ininterrupta), atribuindo-se o número de viagens de cana que serão recebidas pela Usina.
- b) A tabela assim definida será a base para um dia normal de moagem e será ajustada, diariamente, pelo saldo de “canas” que amanhecer no Depósito da Usina.

- c) O Encarregado da Usina deverá, obrigatoriamente, informar aos chefes de grupo qual a tabela vigente para cada dia.
- d) A tabela de entradas de cada dia será registrada, eletronicamente, na Balança da Usina e será respeitada, em qualquer hipótese, salvo motivo de força maior (por exemplo: parada de moagem por quebra e depósito lotado).
- e) Alterações nas tabelas diárias são de alçada exclusiva do Encarregado da Usina e deverão ser feitas **sempre por escrito**.
- f) O descarregamento das canas na Usina obedecerá sempre os critérios de cota horária, ordem de chegada e fila, separadamente por origem (ES ou RJ). Somente entrarão na fila do dia os veículos cujo grupo ainda disponha de viagens em aberto na tabela diária – se não houver mais viagens em aberto esse veículo entrará na fila de espera para o dia posterior.

### **3.9. Controle de impurezas minerais e vegetais**

- a) Será concedida uma premiação para os operadores de embarcadeiras que, na média de cada mês, ficarem abaixo de 0,8% de impurezas minerais. Esta premiação obedecerá à regulamentação e critérios definidos em consenso.
- b) Todas as embarcadeiras de fornecedores e/ou grupos receberão um “código” para identificação, que deverá ser informado na Guia de Transporte de Cana.
- c) A Usina disponibilizará treinamento para os operadores de embarcadeiras dos fornecedores e/ou grupos, visando melhorar a operação das máquinas e reduzir o nível de impurezas minerais.
- d) A Usina, através de seu Departamento de Controle de Qualidade, dará orientação quanto à adequação das embarcadeiras visando a redução do nível de impurezas minerais.

### **3.10. Carregamento e transporte**

- a) Os carregamentos deverão ser feitos sem excesso de palhas e/ou pontas, caso contrário poderão ser recusadas pela Usina (Quadro 1).
- b) As carrocerias deverão seguir critérios como cabos de aço na mesma direção e em número adequado. Gradativamente esses cabos de aço deverão ser substituídos por correntes, a fim de reduzir a queda das canas no pátio industrial. Esta medida trará benefícios aos transportadores, tendo em vista que a vida útil das correntes é superior à dos cabos de aço.
- c) As cargas deverão ser amarradas no local do carregamento; o mínimo é de 3 cordas para amarração. Não serão recebidos os veículos cuja carga não estiver devidamente amarrada (Quadro 1).
- d) Será avaliada a qualidade do embarque, em relação à arrumação da carga (posicionamento na carroceria).
- e) A carga não poderá ultrapassar os limites da carroceria (altura, comprimento e largura), sob pena de não ser aceita pela Usina.

### **3.11. Critérios de rejeição de cana**

Canas de baixa qualidade (pureza do caldo) ou “velhas” (horas de queima) serão recusadas de acordo com os seguintes critérios:

#### **3.11.1. Pureza do caldo**

A Usina poderá recusar canas com percentual de “pureza” inferior a 75% (setenta e cinco por cento).

#### **3.11.2. Tempo de queima**

A Usina poderá recusar canas com tempo de queima superior a 120 (cento e vinte) horas.

A Usina, ao seu exclusivo critério, poderá receber canas nestas condições, sujeitando-se, nesses casos, essas canas às penalizações e restrições contidas neste documento.

### **3.12. Descarregamento no depósito**

A fim de reduzir as perdas industriais, os carregamentos de cana somente serão direcionados ao depósito da Usina no período de 6 h às 10 horas da manhã. Esta medida também contribuirá para um melhor rendimento dos equipamentos de transporte.

### **3.13. Incentivo aos chefes de grupos**

Será concedido um incentivo financeiro aos chefes de grupos, desde que se enquadrem nas seguintes condições, concomitantemente:

- a) Entreguem as canas na Usina com um máximo de 60 (sessenta) horas ponderadas – média dos tempos de queima de todas as canas entregues pelo “grupo” na quinzena -;
- b) Cumpram a cota de entradas de canas da semana, inclusive e principalmente aos domingos – para esse efeito o cálculo levará em conta o número de viagens atribuídas ao “grupo” nas tabelas diárias ao longo do período, valendo, sempre, a tabela atribuída ao início de cada dia.
- c) Perderão o benefício os grupos que, ainda que tenham cumprido a cota de entradas de cana da semana, tenham permanecido com canas queimadas e ou cortadas nas lavouras no domingo sem transportá-las para a Usina, desde que, obviamente a Usina esteja disponível para o recebimento dessas canas.

### **3.14. Qualidade dos serviços de corte, embarque e transporte**

- a) O grupo de colheita deverá priorizar, sempre, o embarque das canas da Ordem de Queima mais antiga, podendo, entretanto, deslocar parte dos equipamentos para Ordem de Queima mais recente no caso de (e somente nestes casos) impossibilidade de embarque (chuva) ou falta de cana suficiente para todos os equipamentos na queima mais antiga.

**3.14.1. A queima das canas deverá obedecer às seguintes condições:**

- a) Estar previamente autorizada pelo encarregado da Usina;
- b) Ser realizada, sempre que as condições de umidade e temperatura permitirem, o mais tarde possível (ideal de madrugada);
- c) Respeitar a capacidade de corte: ao final do dia não deverão permanecer canas queimadas em pé;
- d) As áreas deverão, sempre que necessário, ser aceiradas, a fim de evitar que o fogo atinja canas não autorizadas pela Ordem de Queima. Caso isto ocorra, por falta de aceiro, o “grupo” perderá os incentivos a que eventualmente faria jus na quinzena.

**3.14.2. O corte de cana deverá ser realizado obedecendo aos seguintes padrões de qualidade:**

- a) Ser realizado por trabalhadores devidamente registrados e respeitando as legislações, trabalhista e previdenciária;
- b) Corte rente ao chão, evitando “tocos” altos;
- c) Ausência de cana queimada em pé ao final do dia;
- d) Montes bem feitos e afastados da cabeceira dos sulcos;
- e) Desponte bem feito

**3.14.3. O embarque das canas deverá respeitar as seguintes normas:**

- a) Embarcar, primeiramente, as canas “mais velhas”, ou seja, com maior tempo de queima;
- b) A carga deverá ser bem arrumada e respeitar os limites laterais, frontal, traseiro e superior da carroceria;
- c) Não embarcar impurezas vegetais (pontas de cana, capim, etc.);
- d) Não rastelar.

**3.14.4. O Transporte de cana deverá ser feito segundo os critérios abaixo:**

- a) Veículo licenciado;
- b) Motorista habilitado;
- c) Sistema de iluminação e sinalização em perfeitas condições;
- d) Itens de segurança do veículo (freios, buzina, pneus, etc.) em perfeitas condições;
- e) Carga bem arrumada;
- f) Carga respeitando os limites da carroceria (laterais, frente, traseira e superior);
- g) Carga amarrada com pelo menos 3 cordas bem apertadas (utilizar o sistema de catraca);

- h) Cabos de aço alinhados, com comprimentos iguais e as extremidades fora da carga de cana, permitindo o fácil acoplamento no hilo da indústria (posteriormente, nos prazos estabelecidos neste documento, esses cabos de aço deverão ser substituídos por correntes, conforme especificação técnica fornecida pela Usina).

### **3.15. Compromissos dos grupos de colheita**

- a) Os chefes de grupo e, obviamente os fornecedores, deverão respeitar, ao máximo possível, a vinculação de cada fornecedor a seu respectivo grupo, assim definido antes do início da moagem. Para qualquer alteração de grupo o fornecedor, no caso do ES, deverá procurar a Coafocana e esta, se for o caso, solicitará à Usina a troca de grupo.
- b) A seqüência da colheita prevista nos cronogramas de cada “grupo” poderá ser alterada em função de resultado de pré-análise efetuada, cuja realização é sempre recomendável.
- c) São responsabilidades dos chefes dos “grupos”: efetuar, previamente, junto ao departamento de Pagadoria de Canas da Usina, o cadastro dos transportadores, veículos, embarcadores e embarcadoras.
- d) Todos os “grupos” deverão pagar e/ou cobrar pelos serviços contratados e/ou prestados de corte, embarque e transporte, os preços definidos em tabelas pré-aprovadas pela Coafocana, uma vez que tais tabelas foram discutidas e aprovadas por consenso.

### **3.16. Avaliação dos grupos de colheita**

- a) Todos os “grupos” de colheita serão avaliados semanalmente pela Coafocana segundo o seguinte quadro de avaliação de serviços de corte, embarque e transporte:

Quadro 1 - Avaliação de serviços de corte, embarque e transporte.

Item	Atividade/serviço	Pontos
1	Obedecer ao cronograma da colheita	03
2	Queimar só com autorização da Usina	03
3	Cota de cana ser entregue inclusive aos domingos	03
4	Rastelos das embarcadeiras dentro do especificado	03
5	Embarcadeiras não destruindo as soqueiras	03
6	Cortadores do grupo estarem todos contratados	03
7	Transportadores trabalhem até o final da safra	03
8	Não deixar cana queimada em pé ao final do dia	03
9	Respeitar tabela de preços definida pela Coafocana	03
10	Precisão nas informações das guias de transporte	02
11	Canas sem impureza vegetal	02
12	Corte de cana ser feito a metro	02
13	Cortar em montes	02
14	Corte ser bem feito (toco baixo)	02
15	Cargas dos veículos sem palha, capim e ponteiros	01
16	Cargas dos veículos sem excessos laterais, superior, traseiro e frontal.	01
17	Cargas dos veículos amarradas com 3 cordas	01
18	Ter os veículos cadastrados no grupo	01
Total de pontos possíveis		41

- b) Esta avaliação deverá ser apresentada e discutida pela Coafocana com os chefes de “grupos”, a cada semana. Nesta ocasião serão feitas as recomendações necessárias à correção dos erros e/ou desvios apurados, visando, sempre, a melhoria dos serviços. Para essas discussões e recomendações a Coafocana poderá, se assim o desejar, contar com a participação dos encarregados da Usina.
- c) Para que o “grupo” prestador de serviços obtenha a renovação de seu cadastramento junto à Coafocana para a safra seguinte e, por conseguinte possa continuar prestando os serviços, deverá ter obtido, pelo menos, uma eficiência média de 80% dos pontos possíveis. Para isto, as avaliações semanais serão acumuladas por todo o período da safra.
- d) No decorrer da safra, observada a repetida má qualidade dos serviços prestados, verificada nas avaliações semanais e/ou no acompanhamento das entradas de canas e sem indicativos consistentes de melhoras ao longo do período o “grupo” poderá ser excluído do sistema de cotas e tabelas, pela Usina, pela Coafocana ou por ambas conjuntamente.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)