

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFICIÊNCIA ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR  
DE PRODUTORES INDEPENDENTES DO ESTADO DO PARANÁ**

**CÁRMEM OZANA DE MELO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU - SP  
Novembro - 2010

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFICIÊNCIA ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR  
DE PRODUTORES INDEPENDENTES DO ESTADO DO PARANÁ**

**CÁRMEM OZANA DE MELO**

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Maura Seiko Tsutsui Esperancini

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU - SP  
Novembro - 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M528e Melo, Cármem Ozana de, 1965-  
Eficiência econômica da produção de cana-de-açúcar de produtores independentes do Estado do Paraná / Cármem Ozana de Melo. - Botucatu : [s.n.], 2010  
ix, 92 f. : il., gráfs., tabs., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2010  
Orientador: Maura Seiko Tsutsui Esperancini  
Inclui bibliografia.

1. Cana-de-açúcar - Produção. 2. Eficiência econômica. 3. Agroenergia. 4. Modelo DEA. I. Esperancini, Maura Seiko Tsutsui. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS**

**CAMPUS DE BOTUCATU**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: “EFICIÊNCIA ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR  
DE PRODUTORES INDEPENDENTES DO ESTADO DO PARANÁ”**

ALUNA: CÁRMEN OZANA DE MELO

ORIENTADORA: PROFA. DRA. MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI

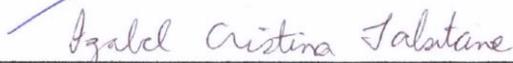
Aprovado pela Comissão Examinadora



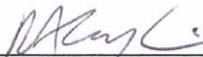
PROFA. DRA. MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI



PROF. DR. OSMAR DE CARVALHO BUENO



PROFA. DRA. IZABEL CRISTINA TAKITANE



PROF. DR. ROBERTO ARRUDA DE SOUZA LIMA



PROFA. DRA. MARIA APARECIDA A. TARSITANO

Data da Realização: 04 de novembro de 2010.

Ao Gerson e ao Matheus,  
pelo carinho, apoio e compreensão.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

À orientadora, Professora Dra. Maura Seiko Tsutsui Esperancini, pelo incansável acompanhamento durante o curso e desenvolvimento deste estudo.

Aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Osmar de Carvalho Bueno, Profa. Dra. Izabel Cristina Takitane, Profa. Dra. Maria Aparecida Anselmo Tarsitano, Prof. Dr. Roberto Arruda de Souza Lima e Prof. Dr. Elias José Simon, pelas valiosas sugestões e contribuições apresentadas ao trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Energia na Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas, às funcionárias da Seção de Pós-graduação e aos funcionários e professores do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial.

A Gerson Henrique da Silva, pela inestimável colaboração na coleta de dados. À Maria Angélica Wiermann e Giomar de Assis Campos, pelo apoio no período de coleta de dados.

À CANAPAR, na pessoa do Eng. Agrônomo Sr. Carlos Alberto Silva, pela disponibilização de informações que permitiram o acesso aos produtores. Ao Sr. ‘Carlinhos’ da Cooperativa Integrada do município de Cambará, pelo auxílio na localização de produtores. Ao Economista Sr. Disonei Zampieri, do Departamento de Economia Rural da SEAB, pelas informações acerca do setor sucroenergético do Paraná.

Aos produtores de cana do estado do Paraná que se prontificaram a participar da pesquisa, fornecendo os dados necessários para realização do trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS E QUADRO.....	VI
LISTA DE FIGURAS. ....	VII
LISTA DE APÊNDICE .....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS .....	IX
1 RESUMO .....	1
2 SUMMARY .....	3
3 INTRODUÇÃO .....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
4.1 Agricultura e energia .....	9
4.2 A importância da cana-de-açúcar .....	15
4.3 As transformações do setor sucroalcooleiro e os impactos para o produtor/fornecedor independente .....	23
5 METODOLOGIA.....	32
5.1 Área de estudo e fonte dos dados .....	32
5.2 Método de análise .....	35
5.2.1 Produção e eficiência .....	35
5.2.2 O Modelo DEA .....	39
5.3 Variáveis selecionadas e procedimentos metodológicos .....	45
6 RESULTADOS .....	54
7 CONCLUSÃO.....	67
8 REFERÊNCIAS .....	69
APÊNDICE.....	76

## LISTA DE TABELAS E QUADRO

Tabela	Página
1 Principais estados produtores de cana-de-açúcar no Brasil – 2008/2009 .....	17
2 Distribuição espacial da cana-de-açúcar no Paraná – 2009, segundo os núcleos regionais .....	19
3 Estatística descritiva das variáveis utilizadas no modelo DEA-BCC .....	57
4 Eficiência técnica dos produtores independentes de cana-de-açúcar do estado do Paraná, sob condição de retornos variáveis à escala (DEA-BCC), orientação <i>input</i> .....	58
5 Resultados para DMUs segundo o nível de eficiência, sob condição de retornos variáveis à escala (DEA-BCC), orientação <i>input</i> .....	59
6 Resultados para os grupos de DMUs segundo a área plantada, sob condição de retornos variáveis à escala (DEA-BCC), orientação <i>input</i> .....	60
7 Retornos à escala para os grupos de DMUs segundo a área plantada, produtoras de cana-de-açúcar no estado do Paraná .....	61
8 DMUs <i>benchmarks</i> , número de vezes que aparecem como referência e DMUs influenciadas .....	64
9 Valores atuais e alvos de DMUs ineficientes .....	65
 Quadro	
1 Situações possíveis nos resultados dos modelos DEA-BCC .....	44

**LISTA DE FIGURAS**

Figuras	Página
1 Produção de Cana Moída no Paraná - Safras 1990/91 a 2009/10 .....	18
2 Evolução da Área de Cana plantada para a Indústria Sucroalcooleira no Estado do Paraná - Safras 1991/92 a 2009/10 .....	19
3 Distribuição espacial da cana-de-açúcar no Paraná, segundo os Núcleos regionais, 2009 .....	20
4 Produção de Açúcar no Paraná - Safras 1990/91 a 2009/10 .....	21
5 Produção de Álcool Total (Anidro + Hidratado) no Paraná - Safras 1990/91 a 2009/10 .....	22
6 Localização geográfica do estado do Paraná .....	33
7 Fronteiras DEA BCC e CCR para o caso bidimensional .....	42
8 Plantação de cana-de-açúcar na região de Jacarezinho – PR, julho/2009 .....	55
9 Queima e corte da cana-de-açúcar na região de Jacarezinho-PR, agosto/2009 .....	56
10 Carregamento da cana-de-açúcar na região de Jacarezinho-PR, agosto/2009 .....	56

## LISTA DE APÊNDICE

Tabela	Página	
1	Valores de custos anuais equivalentes com operações mecanizadas (CAEMEC), com operações manuais (CAEMDO), com insumos (CAEINS), total (CAETOTAL) e valor anual equivalente líquido (VAELIQPROD) da produção de cana-de-açúcar de DMUs de produtores/fornecedores independentes do estado do Paraná, (R\$/ha) .....	77
2	Escores de eficiência e retornos à escala da produção de cana-de-açúcar de DMUs de produtores independentes do estado do Paraná, modelo DEA-BCC, orientação <i>inputs</i> .....	78
3	Valores atuais e alvos das DMUs .....	79
4	<i>Benchmarks</i> da produção de cana-de-açúcar de produtores independentes do estado do Paraná .....	82
5	Indicadores estatísticos de produtividade média das DMUs .....	84
6	Valor corrente da ATR no estado do Paraná – Junho/2009 a Maio/2010 .....	84
7	Principais insumos, citados por produtores, utilizados na produção de cana-de-açúcar .....	84
8	Taxa de Juros de Longo Prazo – Junho/2009 a maio/2010 .....	85
Formulário:	Roteiro para levantamento de dados junto a produtores independentes de cana-de-açúcar do estado do Paraná .....	86

**LISTA DE ABREVIATURAS**

ALCOPAR	Associação de Produtores de Bioenergia do Estado do Paraná
ASAE	<i>American Society of Agricultural Engineers</i>
ATR	Açúcar Total Recuperável
CANAPAR	Associação de Plantadores de Cana do Estado do Paraná
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONSECANA	Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i> (Análise de Envoltória de Dados)
DERAL	Departamento de Economia Rural do Estado do Paraná
DMU	<i>Decison Making Units</i> (Unidade de Tomada de Decisão)
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAEP	Federação da Agricultura do Paraná
IAA	Instituto do Açúcar e do Álcool
IBGE	Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento
MME	Ministério de Minas e Energia
ORPLANA	Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil
PNE 2030	Plano Nacional de Energia 2030
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Álcool
SEAB	Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná
UDOP	União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo
UNICA	União da Agroindústria do Açúcar e do Álcool do Estado de São Paulo

## **1 RESUMO**

A disponibilidade e uso de energia é fator fundamental para o crescimento e desenvolvimento de qualquer país. Entretanto, é necessário que tal aspecto se processe de forma sustentável. Com isso, ganha importância a busca de fontes alternativas de energia, que atente para questões ambientais, sociais e econômicas. Neste contexto, a agroenergia tem papel de destaque, por ser uma fonte de energia renovável e limpa. No Brasil, realce se dá para a cana-de-açúcar, que desde os primórdios tem participação relevante e, a partir da década de 1970 passou a figurar como importante fonte de energia, substituindo em parte o uso do petróleo. A partir da década de 1980 e mais intensamente da década de 1990, com a aberturada economia brasileira, este setor vivenciou importantes transformações, passando a atuar em ambiente de livre mercado, o que exigiu dos agentes envolvidos maior competitividade e eficiência a fim de permanecer na atividade. As empresas participantes deste segmento adotaram estratégias que levaram à concentração da produção nas grandes usinas, fusões, verticalização da produção e exigências acerca do controle da quantidade e qualidade da matéria-prima a ser processada pela indústria. Participando desse cenário, existe a figura do produtor/fornecedor independente que também passa a ter que atuar de forma cada vez mais eficiente para atender à demanda da agroindústria e assim ter a sustentabilidade econômica. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo estimar a eficiência econômica da produção de cana-de-açúcar dos produtores independentes do estado do Paraná, onde o setor é

relevante para a economia local. Com a utilização do modelo DEA-BCC – *Data Envelopment Analysis* com retornos variáveis à escala orientado a *inputs*, foi estimada a eficiência econômica das unidades produtivas (designadas como DMUs - *Decision Making Units*). Os resultados permitiram verificar que a maioria das unidades de produção pesquisadas não apresentaram a máxima eficiência econômica. Das 59 DMUs, oito, ou seja, 13,56% obtiveram eficiência máxima (escore de eficiência igual a 1). A eficiência média da amostra pesquisada foi da ordem de 0,71024, o que sugere que as unidades de produção poderiam reduzir os gastos com o uso de recursos em cerca de 28,98%, sem comprometer os retornos obtidos com o nível de produção. A análise por grupos de DMUs, de acordo com a área, possibilitou verificar que a menor média de eficiência está naquelas entre 20 e 50 hectares, onde se verificou também a menor estimativa de eficiência. Pode-se então concluir que, de acordo com os resultados obtidos, para a maioria da amostra pesquisada, poderia haver melhor uso dos recursos que dispõem, a fim de se obter a eficiência econômica no processo produtivo.

**Palavras-chave:** eficiência econômica; agroenergia; cana-de-açúcar

## **ECONOMIC EFFICIENCY OF SUGAR CANE PRODUCTION OF INDEPENDENT PRODUCER OF THE STATE OF PARANÁ**

Botucatu, 2010. 92 p.

Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista

Author: CÁRMEM OZANA DE MELO

Adviser: MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI

### **2 SUMMARY**

The availability and use of energy is essential to the growth and development of any country. However, it is necessary for this aspect to be carried out in a sustainable way. With this, the search for alternative energy sources, that watches out for environmental, social and economic issues is becoming more vital. In this context, agroenergy has an important role, as a source of renewable and clean energy. In Brazil, an emphasis is given to the sugar cane, which has a relevant participation from the beginning and, since the 1970s was renumbered as an important energy source, replacing in part the use of petroleum. From the 1980s and more intensively in the 1990s with the opening of the Brazilian economy, this sector has experienced major changes, starting to act on the free market, which required from those involved, greater competitiveness and efficiency in order to stay in activity. Companies participating in this segment have adopted strategies that led to concentration of production in large plants, mergers, vertical integration of production and requirements about the control of the quantity and quality of raw material to be processed by the industry. Participating in this scenario, there is the figure of the independent producer / vendor which has also to act more efficiently in order to meet the demand of the agricultural industry and thus have economic sustainability. So, this study aims to estimate the economic efficiency of production of sugar cane producers of the independent state of Parana, where the sector is relevant to the local economy. Using the DEA-BCC model - Data Envelopment Analysis with variable recurrences to scale oriented inputs, was estimated economic efficiency of production

units (DMUs designated as - Decision Making Units). Results showed that most of the production units surveyed did not provide the maximum economic efficiency. Of the 59 DMUs, eight, or 13.56% obtained maximum efficiency (efficiency score equals 1). The average efficiency of the sample was approximately 0.71024, which suggests that the production units could reduce expenses on resource usage by about 28.98%, without compromising the returns obtained with the level of production. The analysis by groups of DMUs according to the area, enabled us to verify that the lowest average efficiency is in those between 20 and 50 hectares, where there was also the lowest estimate of efficiency. One can then conclude that, according to the results obtained for the majority of the sample, there could be better use of resources available to them in order to achieve economic efficiency in the production process.

Key words: economic efficiency; agroenergy; sugar cane

### **3 INTRODUÇÃO**

A produção de energia é um dos aspectos fundamentais da sociedade moderna, uma vez que a questão energética está intimamente ligada ao desenvolvimento das nações. A melhoria do padrão de vida requer uma melhor qualidade e quantidade de energia, bem como dos serviços que podem ser oferecidos a partir do seu uso. Entretanto, é necessário que esse processo ocorra de forma sustentável.

Contudo, o modelo atual, dependente de combustíveis fósseis, não atende a tal característica. Neste contexto, dois aspectos vêm ganhando importância: o primeiro diz respeito a questões ambientais e o segundo refere-se ao suprimento de petróleo do mundo, cujos estudos apontam declínio da capacidade de produção, acarretando aumento do seu custo e apreensão para o futuro.

Sendo assim, buscam-se novas formas para geração de energia, com práticas mais eficientes de uso dos recursos naturais e utilização de fontes renováveis. Dentre as energias renováveis, a agroenergia poderá responder por parcela substantiva da oferta futura.

Neste sentido, importante se faz a realização de trabalhos que abordem o tema, em qualquer de seus aspectos, especialmente se considerando a geração de energia por fontes alternativas, em particular da cana, dada a importância desse produto para a economia brasileira.

De fato, a atividade canavieira confunde-se com o próprio desenvolvimento do país. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e o principal país do mundo a implantar, em larga escala, um combustível renovável alternativo ao petróleo. O apelo ao consumo do combustível renovável e menos poluente foi um fator que estimulou a expansão da cana.

Também cabe considerar fatores estratégicos e econômicos, vivenciados na década de 1970, nos dois choques do petróleo, quando o setor passou por importante transformação no Brasil, deixando de ser exclusivamente voltado para a produção de alimentos, para destinar-se ao setor energético. Através do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), fomentou-se o destino da cana para produção de combustível, tendo efeito positivo no aumento da competitividade do sistema como um todo.

Já na década de 1980, o impulso à expansão da cana-de-açúcar foi motivado pelo cenário macroeconômico de preços e demanda do açúcar e do álcool. Aliado à demanda mundial, o Brasil entrou na era dos carros bicombustíveis e fomentou ainda mais a produção e demanda do álcool. Destaca-se aí a importância econômica da cana-de-açúcar diretamente ligada à utilização de seus produtos e seus subprodutos.

A partir da segunda metade dos anos 1980 o setor passou por um período de desaceleração, com o arrefecimento do PROÁLCOOL. Percebe-se já aí o declínio da intervenção do governo no setor.

De fato, a partir da abertura da economia nos anos 1990, exigiu-se de diversos setores maior eficiência na busca pela competitividade de seus produtos, dentre os quais se destacam os ofertados pelo setor sucroalcooleiro. Este ambiente de livre mercado, exigente de estratégias de sobrevivência, crescimento e sustentabilidade do negócio, fez com que as empresas passassem a depender mais de sua eficiência administrativa e econômica, face à concorrência mais intensa. As alterações do ambiente institucional levaram à concentração da produção pelas usinas, o que exigiu maior competitividade e eficiência dos participantes deste mercado.

Participando desse mercado e tendo também que atuar de forma mais eficiente em busca da sustentabilidade econômica, encontra-se o produtor independente<sup>1</sup>. Este, ao atuar apenas como fornecedor de matéria-prima para a indústria, precisa arcar com os custos de produção, sendo a remuneração estabelecida de acordo com o mercado dos produtos industrializados, além da qualidade da cana, refletida no teor de sacarose, o que pressiona o produtor para atender exigências das usinas.

Sendo assim, o produtor/fornecedor depara-se com um ambiente no qual deve buscar operar de forma eficiente, subordinado ao controle das usinas, devendo atender a padrões de exigência estipulados principalmente por este agente da cadeia sucroalcooleira.

Tal cenário, apresentado para o caso do país, pode ser estendido para os estados produtores, especialmente aqueles que tem na cana uma atividade importante. É o que se verifica no Paraná, onde o setor tem destaque. Neste, a cana-de-açúcar é um dos principais produtos agrícolas, desenvolvendo-se principalmente na região norte. O estado é o segundo produtor nacional e teve variação de 9,3% da área cultivada no período 2008/09, enquanto a média do Brasil foi de 3,8% (SEAB/DERAL, 2010).

Sendo assim, as mudanças ocorridas configuraram-se como desafios a serem enfrentados pelos produtores independentes, a fim de se manterem na atividade, tendo sustentabilidade econômica, face à necessidade de eficiência no processo produtivo.

Neste contexto, dada a importância do setor nos aspectos econômico, social e ambiental, bem como dos impactos que a sua reestruturação gerou para os produtores independentes, esta pesquisa tem como objetivo analisar a situação, em termos de eficiência econômica, da produção de cana-de-açúcar de produtores/fornecedores independentes do estado do Paraná, com a utilização do modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*).

Avaliar a eficiência com a qual uma unidade produtiva opera tem importância tanto para fins estratégicos (comparação entre unidades produtivas), quanto para o planejamento (avaliação dos resultados do uso de diferentes combinações de fatores) e para a

---

<sup>1</sup> O termo “produtor independente” pode sugerir certa ambigüidade, especialmente quando se expõe sua situação de subordinação ao segmento industrial do setor. A denominação trata, pois, de uma referência ao produtor como um agente específico da cadeia produtiva, que atua na produção (arcando com seus custos) e fornecimento de matéria prima para a indústria. Fato este que não o exime da relação de subordinação a outro agente, com maior poder de mercado, o que é comum nas estruturas de mercado concentradas.

tomada de decisão (como melhorar o desempenho atual, por meio da análise da distância entre a produção atual e potencial) (Frank e Dorfmann, 1998). O emprego de modelos DEA em agricultura pode apoiar as decisões dos agricultores, ao indicar o nível de eficiência, as fontes de ineficiência e as unidades que podem servir de referência às práticas adotadas.

A premissa básica do trabalho é a de que, como agentes racionais, os fornecedores buscam alcançar a eficiência econômica, alocando da melhor forma os recursos que dispõem. Entende-se que o desempenho dos empreendimentos rurais é influenciado por um conjunto de fatores, sendo importante a observação das especificidades, e que muitas das variáveis fogem ao controle da unidade de produção, mas outras estão vinculadas diretamente à decisão do produtor rural.

Espera-se, com isso, apresentar uma contribuição no sentido de servir de subsídio para a tomada de decisão de agricultores, bem como para políticas públicas destinadas ao setor.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Agricultura e energia

A energia sempre teve papel fundamental no desenvolvimento e crescimento de qualquer país. Cada vez mais se faz necessário o uso das fontes energéticas, renováveis ou não, para a produção de alimentos, bens de consumo e de serviços, lazer e, principalmente, para promover o desenvolvimento econômico, social e cultural.

Segundo Goldemberg (2007), um futuro energético sustentável depende de uma quantidade crescente de energia renovável que, especialmente nos países em desenvolvimento, estão disponíveis, garantindo segurança no suprimento de energia e reduzindo a dependência das importações de petróleo de regiões politicamente instáveis; além de serem menos poluidoras e gerarem impacto de caráter social importante, por requerem, em sua produção, mais mão-de-obra por unidade de energia do que na dos combustíveis fósseis.

De acordo com Carneiro e Rocha (2006), a energia pode ser classificada em dois tipos: não renovável ou fóssil e renovável. Como energia fóssil destacam-se as originadas do petróleo, como gasolina, diesel, querosene e gás natural. As renováveis podem ser classificadas em energia solar (painel solar, célula fotovoltaica), energia eólica (turbina eólica, catavento), energia hídrica (roda d'água, turbina aquática, PCHs – pequenas centrais hidrelétricas), biomassa (matéria de origem vegetal, a exemplo da produção de etanol e biodiesel, *pellets*, sistemas de gaseificação), energia obtida dos oceanos e a geotérmica.

Os autores continuam, afirmando que, apesar do largo domínio das energias provenientes de fontes fósseis na matriz energética mundial, existe um grande esforço internacional em desenvolver tecnologias para produção e uso de energias limpas. Esse esforço decorre de uma conjunção de fatores que favorecem a mudança para uma nova matriz energética de base renovável, em que haja a substituição gradual do petróleo como matéria-prima para a produção de combustíveis ou insumo para a indústria química. Buscam-se, ademais, substitutos mais eficientes. Os fatores são: esgotamento das reservas de petróleo, o fator geopolítico e a demanda crescente de energia. Além disso, as mudanças climáticas globais registradas nos últimos anos induzem a uma crescente pressão da sociedade civil organizada para que os países elaborem políticas globais de redução da poluição (CARNEIRO E ROCHA, 2006).

Neste contexto, segundo Carneiro e Rocha (2006), o Brasil apresenta condições ideais para ser, num futuro relativamente curto, o maior produtor mundial de energias renováveis. As condições locais são favoráveis tanto para agroenergia, solar e eólica quanto para a fonte hídrica e para os recursos de biomassa (com destaque para três grandes vertentes: o etanol, o biodiesel e os derivados de madeira). Essas condições creditam o país a ser um dos principais receptores de recursos financeiros provenientes do mercado de carbono no segmento de produção e uso de bioenergia.

Em termos de geração de energia limpa, segundo Jank (2009) o Brasil responde, juntamente com os Estados Unidos, por cerca de 70% da produção mundial de biocombustíveis, destacando-se nestes o etanol, com a diferença de que os Estados Unidos obtém o produto basicamente do milho.

Neste sentido, a agricultura apresenta-se como de fundamental relevância. De fato, a agricultura brasileira desempenha papel importante no desenvolvimento do país, gerando emprego, renda e divisas. Nesse contexto está inserida a cana-de-açúcar, matéria-prima para a fabricação de açúcar e álcool, além de outros subprodutos também utilizados na produção de energia. O Sistema Agroindustrial da cana-de-açúcar é um dos mais antigos, está ligado aos principais eventos históricos, e é de enorme importância ao Brasil. O país é, juntamente com a Índia, o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, o maior produtor de açúcar e o segundo de álcool, além de maior exportador mundial de açúcar.

A partir dos anos 1970, o setor sucroalcooleiro passou por importante transformação, deixando de ser exclusivamente voltado para a produção de alimentos, para destinar-se ao setor energético. Através do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), fomentou-se o destino da cana para produção de combustível, tendo efeito positivo no aumento da competitividade do sistema como um todo. As escalas de produção e moagem de cana cresceram e ganhos importantes em produtividade foram atingidos. 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 e tão rapidamente quanto produziu inovações institucionais e organizacionais (WAACK E NEVES, 1998).

Segundo Cesnik e Miocque (2004), com a crise do petróleo e a emergência de novas fontes de energia, a cana-de-açúcar ganha destaque, dadas as possibilidades reais do etanol no mercado de energias renováveis. Nesse sentido, os autores aponta que a experiência brasileira ao implementar o PROÁLCOOL é emblemática, sendo este um programa pioneiro de produção de álcool carburante voltado para abastecer a frota automotiva nacional, tanto para adição na gasolina quanto para abastecimento de motores exclusivos a álcool. Tratou-se, assim, de uma verdadeira revolução na cadeia produtiva da cana-de-açúcar que teve como âncora a base científica construída desde os anos 1960 com programas de pesquisa como os da Copersucar e do Planalsucar (CESNIK E MIOCQUE, 2004).

Dentro do processo de agroindustrialização, a atividade canavieira passou por três fases distintas de desempenho, definidas pelo PROÁLCOOL. A primeira fase (1975 a 1979) foi caracterizada pelo crescimento moderado, na qual prevalecia o modelo subvencionista como padrão de sobrevivência, destacando a produção de álcool anidro (adicionado à gasolina). A segunda fase (1980 a 1985) foi caracterizada pela expansão acelerada, destacando a produção de álcool hidratado (álcool combustível). A terceira fase (1986 a 1995) caracterizou-se pela desaceleração e crise do Programa, na qual o setor passou por um processo de desregulamentação estatal (RISSARD JÚNIOR E SHIKIDA, 2007).

De acordo com Silva (2007), na década de 1980, a produção de automóveis a álcool chegou a mais de 90% do total de veículos pequenos fabricados no Brasil. Na sequência, o programa foi praticamente desativado e o número de veículos fabricados que

ainda utilizavam apenas álcool carburante ficou abaixo de 5% até 2004. Mesmo assim, segundo o autor, a importância do programa não pode ser colocada em xeque. O autor ressalta que a produção de álcool usada para ser adicionada à gasolina e os derivados da cana-de-açúcar representavam, em 2003, mais de 10% do uso de energia primária no Brasil.

Mais recentemente, observa-se a adoção de programas que envolvem a oferta de energia renovável, podendo-se perceber a inclusão da cana-de-açúcar como importante insumo. Podem ser citados o Plano Nacional de Agroenergia (2005), as Diretrizes de Política de Agroenergia (2006-2011) e o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030).

O Plano Nacional de Agroenergia 2005 integra a concepção e ações estratégicas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em relação ao aproveitamento de produtos agrícolas para a produção de energia renovável. Orienta-se pelas diretrizes gerais de Governo, particularmente no documento de Diretrizes de Política de Agroenergia. O Plano contempla as principais cadeias produtivas (etanol, biodiesel, biomassa florestal, biogás e resíduos agropecuários e da agroindústria) e sistemas conexos, de forma integrada com os princípios do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. O objetivo geral do Plano é desenvolver e transferir conhecimento e tecnologias que contribuam para a produção sustentável da agricultura de energia e o uso racional da energia renovável, visando a competitividade do agronegócio brasileiro e o suporte às políticas públicas. Os objetivos específicos pretendem: conceder apoio à mudança da matriz energética, com vistas à sua sustentabilidade; aumentar a participação de fontes de agroenergia na composição da matriz energética; e gerar condições para permitir a interiorização e regionalização do desenvolvimento. O fator ambiental também está presente, pois o plano objetiva contribuir para a redução das emissões de gases do efeito estufa (MME, 2007).

As Diretrizes de Política de Agroenergia 2006-2011 têm como base a análise da realidade e das perspectivas da matriz energética mundial. Estabelece um direcionamento nas políticas e ações públicas de Ministérios diretamente envolvidos no aproveitamento de oportunidades e do potencial da agroenergia brasileira, sob parâmetros de competitividade, sustentabilidade e equidade social e regional (MME, 2007).

Além desses programas, o Ministério de Minas e Energia elaborou um Termo de Referência, de agosto de 2005, para nortear o trabalho de consultoria técnica especializada contratada para elaboração do Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030). O

PNE é um instrumento para o planejamento de longo prazo do setor energético do país, orientando tendências e balizando as alternativas de expansão do sistema nas próximas décadas através da orientação estratégica da expansão.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2007), numa perspectiva de longo prazo incorporada no PNE 2030, a biomassa para fins energéticos em geral, e como fonte de geração de energia elétrica em particular, está entre as fontes renováveis com maiores possibilidades, seja em termos de natureza e origem, seja em termos de tecnologia de conversão em produtos energéticos. No médio e longo prazo, a cana-de-açúcar e seus derivados deverão figurar como a segunda fonte de energia mais importante da matriz energética brasileira, inferior apenas à participação do petróleo e derivados. Em 2030, a participação da cana-de-açúcar e seus derivados na matriz energética brasileira pode chegar a 19% (EPE, 2007).

Sendo assim, segundo Carneiro e Rocha (2006), as ações do Governo Federal nos últimos anos tiveram o objetivo explícito de criar mecanismos para a indução do investimento em P&D&I, diversificação da matriz energética, incentivo à ampliação do consumo e surgimento de novos negócios. Uma avaliação dos resultados desse conjunto de políticas públicas aponta, por um lado, para resultados muito positivos, a exemplo do peso que a energia renovável possui na matriz energética nacional, em torno de 35,9% (CARNEIRO E ROCHA, 2006).

Já de acordo com o Ministério de Minas e Energia, a participação de energias renováveis na matriz energética brasileira, em 2004, representava uma parcela de 44%, enquanto no mundo era de 14%. Esta característica se deve a uma forte participação da hidroeletricidade (14,5%), mas, principalmente, da biomassa (29,1%). A ampliação dessa participação na matriz, a partir do desenvolvimento da agroenergia, propicia a oportunidade de executar políticas, de cunho social, ambiental e econômico, além de alinhar-se com ações de caráter estratégico no âmbito internacional (MME, 2005).

Paralelamente a esta busca pela maior diversificação da composição da matriz energética, por questões estratégicas, econômicas e ambientais, encontra-se uma demanda crescente por energia, impulsionada pelo estilo de vida moderno, intimamente vinculado ao abastecimento energético regular. Alie-se isso a uma demanda reprimida, em que ocorre a necessidade de atendimento a milhares de domicílios brasileiros que ainda não tem

acesso a este serviço que, segundo Gusmão et al (2002), só na área rural são 2,9 milhões de estabelecimentos que precisam ser eletrificados.

Para Oliveira (2006), a opção pela cana-de-açúcar ganhou força e foi motivada por questões relativas ao desempenho interno das tradicionais *commodities* e também pelo cenário macroeconômico de preços e demanda do açúcar e do álcool. O marco dos especialistas na área é o ano 2000, quando teve início a chamada fase de transição, com a expansão da área, a abertura do mercado mundial e a saída do governo do comando das exportações de álcool. Aliado à demanda mundial, o Brasil entrou na era dos carros bicomustíveis e fomentou ainda mais a produção e demanda do álcool. O apelo ao consumo do combustível renovável e menos poluente foi outro fator que também estimulou a expansão da cana.

Contudo, os biocombustíveis, para serem alternativas viáveis, devem apresentar um alto ganho de energia líquida, ter benefícios ecológicos, ser economicamente competitivo, e produzir em grandes escalas sem prejudicar o abastecimento de alimentos. O apelo ambiental e as perspectivas da utilização do álcool combustível podem dar viabilidade à produção da cana-de-açúcar

Neste aspecto, segundo Andreoli e Souza (2007) a cana-de-açúcar é a melhor alternativa para produção de etanol. Ademais, a cana-de-açúcar diversifica a matriz energética, com a produção de energia elétrica e calor através do bagaço, reduzindo o uso de energia fóssil e a poluição ambiental. Andreoli e Souza (2007) afirmam que o balanço energético da cana é positivo (1: 3,24); para cada 1 kcal de energia consumida para produção de 1 litro de etanol, há um ganho de 2,34 kcal pelo etanol produzido, além disso se produz 3 vezes mais álcool com cana do que com milho, isso significa que se 100% do milho dos Estados Unidos fosse utilizado para produção de etanol, isto atenderia apenas 6% do consumo do uso de petróleo. Outro aspecto importante é o gasto total de energia fóssil na indústria para converter os açúcares na mesma quantidade de etanol. A cana gasta quatro vezes menos energia do que o milho, 1,6 bilhões de kcal para a cana contra 6,6 bilhões para o milho (ANDREOLI E SOUZA, 2007).

É então possível observar que a agricultura e especialmente a cana-de-açúcar pode fornecer alternativas energéticas limpas e de grande apelo ambiental. Contudo, à classe produtora cabe demonstrar capacidade de absorver tecnologias e adotar estratégias para

atender ao mercado consumidor. Entretanto, isto está estreitamente ligado ao dinamismo do setor, investimentos e às políticas governamentais que influenciam o comportamento dos agentes envolvidos em toda a cadeia produtiva.

#### **4.2 A importância da cana-de-açúcar**

O cultivo da cana-de-açúcar é uma das atividades mais antigas no país. Trazida para o Brasil no período Colonial, tornou-se uma importante fonte de renda e deu origem ao ciclo econômico do açúcar. As primeiras lavouras de cana-de-açúcar foram instaladas na capitania de Pernambuco, estendendo-se para o Sul através do litoral. Além do açúcar, são extraídos da cana vários tipos de álcool (ALCOPAR, 2009).

Segundo Neves (2009), o Brasil é o país de maior importância na produção mundial de cana, respondendo por 31,4% da produção mundial estimada em 1,3 bilhões de toneladas. Depois do Brasil, aparecem como principais produtores a Índia com 7,4% e o México com 3,7%. Ademais, dentro do agronegócio é uma das culturas que mais gera renda (NEVES, 2009).

Atualmente, dois subsistemas regionais convivem, um no Centro/Sul (C/S) e outro no Norte/Nordeste (N/NE), sendo o primeiro mais competitivo e dinâmico que o segundo. Ambos, no entanto, são citados como os dois primeiros em competitividade no mundo. As vantagens do subsistema produtor de cana do C/S são as de estarem na região considerada como a de melhores características edafoclimáticas existentes no mundo, parque industrial forte, base para pesquisa agropecuária e tradição. As vantagens do N/NE são a localização para atender ao mercado local de açúcar e álcool, e o acesso a cotas especiais de exportação, principalmente para o mercado norte-americano (WAACK E NEVES, 1998).

A produção de cana-de-açúcar no Brasil apresentou um crescimento significativo a partir da década de 1960, com destaque para a região Centro-Sul. Segundo Satolo e Dihel (2008)

A produção brasileira saltou de quase 18 milhões de toneladas em 1940 para mais de 457 milhões de toneladas em 2006 (só nos últimos 6 anos a produção canavieira aumentou 40%). Apesar do aumento de mais de 600% na produção da região Norte-Nordeste durante o período, sua participação na

produção nacional caiu de quase 51% em 1940 para cerca de 14% em 2006 (SATOLO E DIHEL , 2008, p.4).

Contudo, os mesmos autores apontam que tal expansão ocorreu de forma heterogênea inclusive dentro das regiões produtoras. De acordo com os autores,

Na região Norte-Nordeste, por exemplo, a maior parte do incremento observado na produção de 1940 a 1960 pode ser atribuído a Pernambuco, enquanto o estado de maior projeção entre 1970 e 1990 é Alagoas; no Centro-Sul, a hegemonia paulista sequer chega a ser ameaçada pelo crescimento observado na produção de todos os demais estados da região em conjunto (SATOLO e DIHEL, 2008, p.5).

Já na safra 2007/2008, segundo dados da CONAB (2007), a produção brasileira de cana-de-açúcar superou a anterior em todas as regiões, tendo sido destinada principalmente à produção de álcool (53%) e 47% direcionado à fabricação de 29,6 milhões de toneladas de açúcar. Foram colhidas 549,9 milhões de toneladas de cana, volume 15,8% superior ao do ciclo passado.

Ainda, de acordo com Satolo e Dihel (2008), além do açúcar e do álcool, que representam 86,39% (ou 475,1 milhões de toneladas) do total de cana colhido, os outros 13,5% são reservados para fabricação de cachaça, alimentação animal, sementes, produção de rapadura, açúcar mascavo e outros fins (SATOLO e DIHEL, 2008).

Segundo Bierhals e Boszczowki (2009), na safra 2008/2009, o mix produtivo (percentual destinado a cada produto) da indústria sucroalcooleira nacional foi de 56,9% para o álcool e de 43,1% para o açúcar, sendo que na região Centro-Sul o mix foi de 59% para o álcool e 41% para o açúcar.

Na comparação entre 2008 e 2009 ocorreu uma expansão de 3,8% da área e 7,31% da produção de cana-de-açúcar, no Brasil. Pode-se também observar o nível de deslocamento da lavoura no âmbito regional: o estado de Mato Grosso do Sul destaca-se, com expansão de 48,5% e área e 53,89% de produção. No Paraná, a variação situou-se no patamar de 9,3% da área e 8,57% da produção, superando o resultado para o Brasil como um todo (ZAMPIERI, 2009).

Na Tabela 1 é possível verificar o desempenho dos oito estados da federação com maior produção e que contribuem com 91% da área e 95% da oferta brasileira de cana.

Tabela 1- Principais estados produtores de cana-de-açúcar no Brasil – 2008/2009

Estado	Área (hectares)		Produção (toneladas)		Variação 2009/2008 (%)	
	2008	2009	2008	2009	Área	Produção
São Paulo	5.330.893	5.378.750	390.196.942	400.539.320	0,9	2,65
Minas Gerais	786.065	874.840	47.914.898	56.100.278	11,3	17,08
Paraná	594.585	649.632	51.244.227	55.637.261	9,3	8,57
Goiás	576.680	607.620	33.070.209	47.329.100	5,4	43,12
Alagoas	434.000	455.567	29.220.000	27.077.552	5,0	(7,33)
Pernambuco	403.009	387.690	20.272.723	19.577.888	(3,8)	(3,43)
Mato Grosso	262.747	263.081	15.844.062	16.646.390	0,1	5,06
Mato Grosso Sul	252.544	375.104	21.362.034	32.874.624	48,5	53,89
Sub total	8.640.523	8.992.284	609.125.095	655.782.413	--	--
Outros	777.678	786.302	39.848.886	40.661.286	1,1	2,04
<b>BRASIL</b>	<b>9.418.201</b>	<b>9.778.586</b>	<b>648.973.981</b>	<b>696.443.699</b>	<b>3,8</b>	<b>7,31</b>

Fonte: SEAB/DERAL (2010)

Assim, também no Paraná o setor sucroalcooleiro tem destaque. Apesar de as primeiras plantações de cana-de-açúcar acontecerem no século XVII, na região litoral do Estado, foi na região norte que a atividade canavieira paranaense conseguiu se desenvolver, representada pelo surto sucroalcooleiro, a partir da década de 1940, quando o governo federal perdeu o controle da manutenção das cotas de produção de açúcar (CARVALHEIRO et al, 2002).

Atualmente, no estado, a cana-de-açúcar é um dos principais produtos agrícolas, desenvolvendo-se principalmente na região norte. Em 2008 o estado foi o segundo produtor nacional e sua maior safra, desde 1990/91, foi colhida no período 2008/2009 (ALCOPAR, 2009).

Considerando especificamente a destinação para a indústria, as figuras 1 e 2 ilustram a evolução da produção de cana moída e da área cultivada no período de 1990/91 a 2009/10.

A Figura 1 mostra a tendência crescente da produção no período.

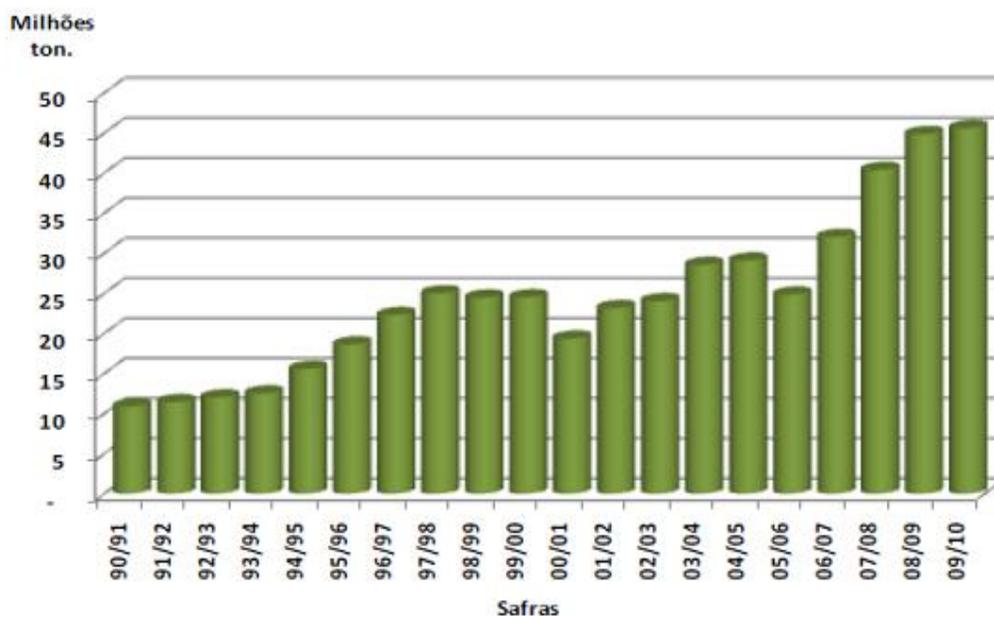


Figura 1 - Produção de Cana Moída no Paraná - Safras 1990/91 a 2009/10  
Fonte: ALCOPAR (2010)

Variações negativas no período podem ser observadas nas safras 2000/01 e 2005/2006, sendo atribuídas a problemas climáticos, com estiagem, que afetaram os canaviais da região Centro/Sul, sobretudo no Paraná (DIAS, 2005).

O mesmo comportamento pode ser observado em relação à área plantada. Verifica-se, pela Figura 2, que no período que compreende as safras 1991/92 a 2009/10, houve tendência de crescimento da área plantada com cana no estado.

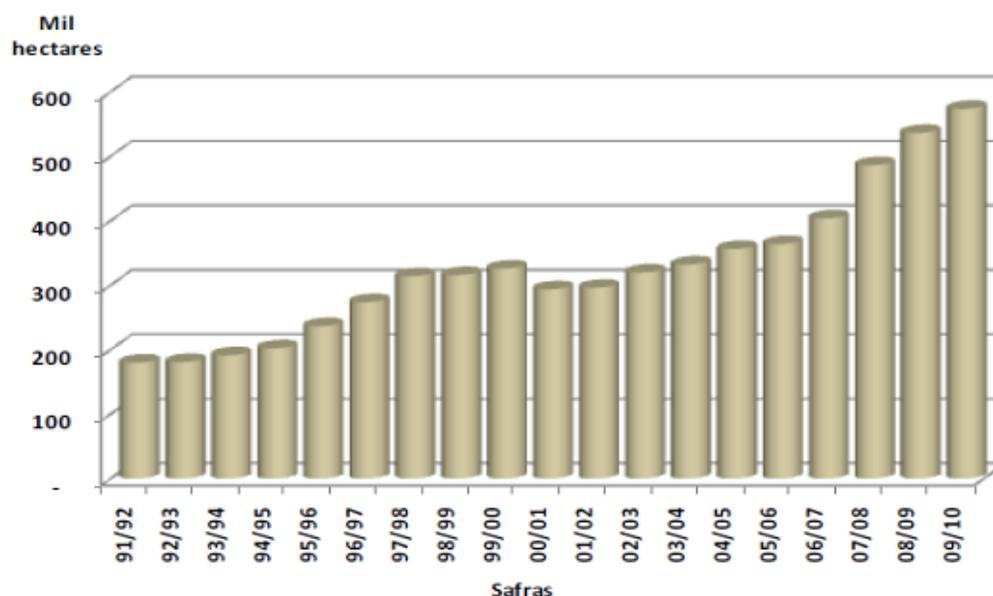


Figura 2 - Evolução da Área de Cana plantada para a Indústria Sucroalcooleira no Estado do Paraná - Safras 1991/92 a 2009/10

Fonte: ALCOPAR (2010)

Em termos de distribuição espacial no estado, de acordo com a SEAB/DERAL (2009), com uma expansão média de 9% ao ano, no período 2000-2008, a área de cana-de-açúcar no Paraná está concentrada na região norte do estado. A Tabela 2 apresenta a participação de cada região na oferta de cana no estado.

Tabela 2 – Distribuição espacial da cana-de-açúcar no Paraná – 2009, segundo os núcleos regionais

Região	Participação %	Ranking
Umuarama	27,6	1°
Paranavaí	19,5	2°
Maringá	15,5	3°
Jacarezinho	9,9	4°
Londrina	9,9	5°
Cornélio Procópio	6,5	6°
Campo Mourão	4,4	7°
Apucarana	2,6	8°
Ivaiporã	1,9	9°
Sub total	97,8	-
Paraná	100,0	-

Fonte: SEAB/DERAL (2010)

A presença da cultura no estado, com destino à indústria, em termos de distribuição espacial pode ser visualizada através da Figura 3.



Figura 3 – Distribuição espacial da cana-de-açúcar no Paraná, segundo os Núcleos Regionais, 2009

Fonte: SEAB/DERAL (2010)

Nota: Destaques feitos pelo autor a partir dos dados da Tabela 2.

Segundo a ALCOPAR (2009), a produção de cana tem acompanhado as necessidades da indústria sucroalcooleira, através de investimentos na ampliação da área de cultivo e no volume de cana produzida, além do aumento da produtividade e da melhoria da qualidade da matéria-prima. Entre os subprodutos, o bagaço da cana é destinado à geração de energia calorífica em unidades termoeletricas, além de constituir suplemento para a engorda do gado (ALCOPAR, 2009).

No que se refere à produção de açúcar e álcool, verifica-se, pelas figuras 4 e 5, que a produção de açúcar cresceu até a safra 1999/00, tendo uma queda na safra

2000/01, voltando a crescer a partir deste período. Já a produção do álcool, teve uma elevação até a safra 1997/98, sofrendo uma redução até a safra 2000/01 e, assim como o açúcar, voltou a apresentar crescimento até os dias atuais, para atender à crescente demanda, tanto no mercado interno, quanto no mercado internacional.

Aliás, as quedas nas safras 2000/01 podem ser percebidas também na área plantada e produção de cana (figuras 1 e 2), que certamente se refletiram na produção de açúcar e álcool.

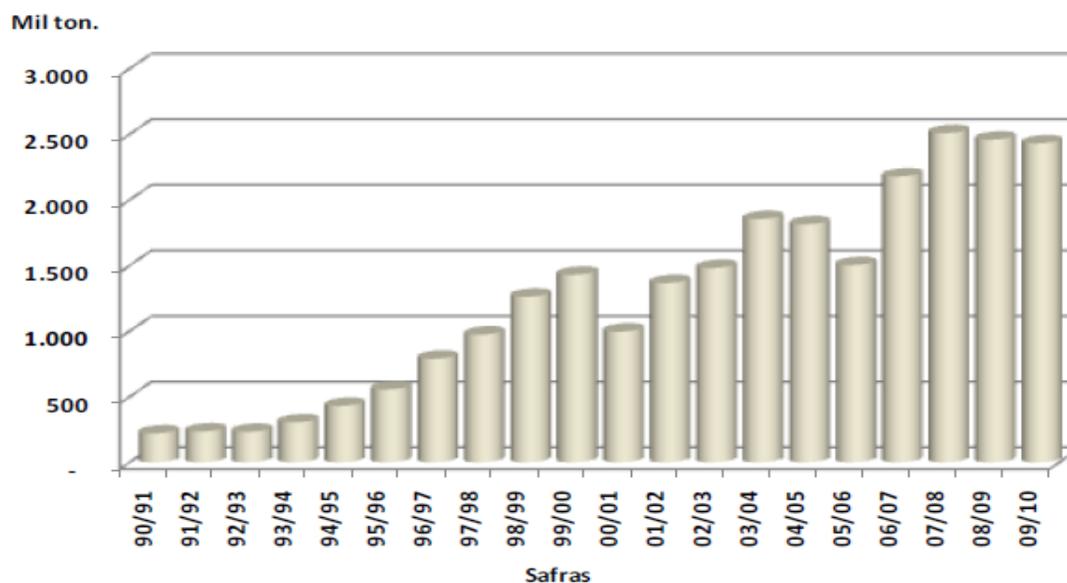


Figura 4 - Produção de Açúcar no Paraná Safras 1990/91 a 2009/10  
Fonte: ALCOPAR (2010)

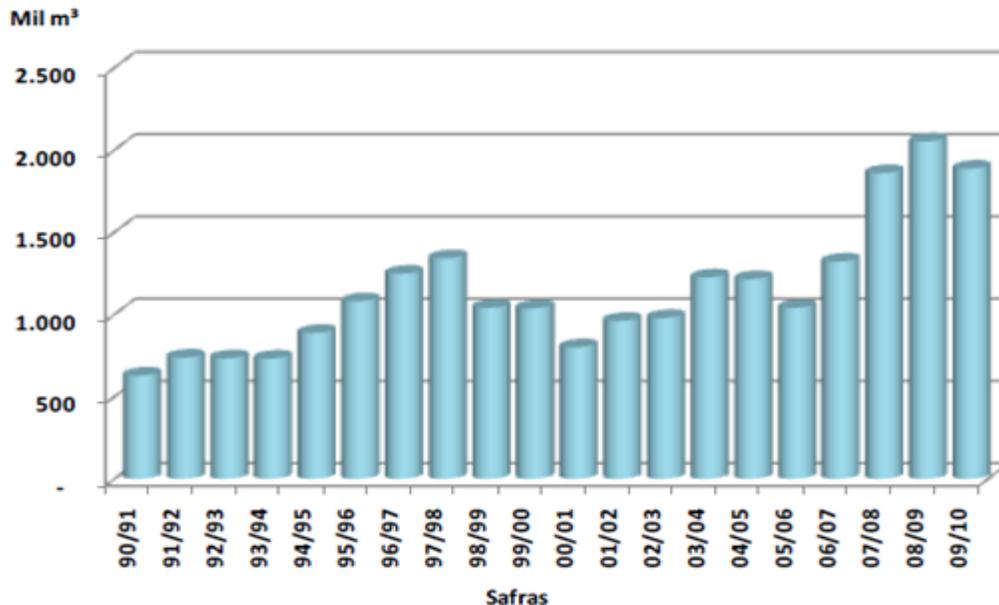


Figura 5 - Produção de Álcool Total (Anidro + Hidratado) no Paraná - Safras 1990/91 a 2009/10  
Fonte: ALCOPAR (2010)

É então apontado por Zampieri (2008) e pela ALCOPAR (2009) a importância do setor para a economia paranaense. Zampieri (2008) registra que “com um parque industrial no Brasil de 414 usinas e destilarias, o Paraná é o terceiro colocado e contribui com 32 unidades, resultando em uma participação média de 7,7% em todo o segmento sucroalcooleiro”. Já a ALCOPAR (2009) aponta que o setor gera um “impacto econômico sobre 130 municípios, onde são proporcionados 74 mil empregos diretos”.

No cenário nacional, Marques et al (2009, p.10) afirmam que

O setor sucroalcooleiro consolidou-se ao longo dos anos como um dos pilares da atividade agrícola brasileira. A expressiva expansão da cana-de-açúcar frente a outras culturas (...) demonstra a dimensão que o setor possui dentro do cenário nacional. Da mesma forma observa-se grande crescimento da produção dos produtos gerados a partir desta matéria prima, sendo eles: o álcool, o açúcar e a energia elétrica (MARQUES et al., 2009, p.10).

É então notória a importância do setor para a economia nacional e paranaense. Sendo assim, mudanças ocorridas neste segmento ocasionam impactos importantes para todos os agentes envolvidos, principalmente em relação à sustentabilidade econômica. É o que se observou com a desregulamentação deste setor, quando os produtores passaram a enfrentar a concorrência de livre mercado. As alterações do ambiente institucional levaram à concentração da produção pelas usinas, o que exigiu maior competitividade e eficiência dos participantes deste mercado, incluindo aí o produtor independente, que atuando como fornecedor da indústria, subordina-se a esta, tendo também que atender às suas exigências.

#### **4.3 As transformações do setor sucroalcooleiro e os impactos para o produtor/fornecedor independente**

A atividade econômica brasileira convive, desde os primórdios, com a intervenção do governo. A agricultura, inserida neste contexto, nunca foi exceção. Entre os segmentos da agricultura, a atividade canavieira, uma das primeiras e mais importantes, tem sua história marcada pela atuação do Estado.

Neste aspecto, de acordo com Moraes (2000) pode-se dizer que a intervenção do Estado no setor confunde-se com o seu próprio surgimento. Tal controle governamental esteve ligado fundamentalmente à preservação do equilíbrio entre produção e consumo de açúcar, haja vista a história marcada de ciclos alternados de escassez e superprodução.

Contudo, registra-se como marco a criação, em 1933, do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA). De acordo com Sachs (2007, p.55),

Entre as diversas funções desse Instituto destacavam-se a determinação dos limites de produção de açúcar e de álcool através de cotas para cada usina ou destilaria, quando da definição do Plano de Safra, a fixação de preços da matéria-prima e dos produtos finais, como também a operacionalização das exportações do açúcar excedente produzido (SACHS, 2007, p.55).

Moraes (2000) aponta que desde a década de 1930, pode-se distinguir algumas fases distintas do processo intervencionista: entre as décadas de 1930 e 1960 com o estabelecimento de cotas de produção, tabelamento de preços e imposição de normas de comercialização, a intervenção foi intensa e se deu a pedido dos próprios produtores, para que fossem atenuados problemas de excesso de produção.

Foi neste período que se instituiu o Estatuto da Lavoura Canavieira (Decreto-Lei 3855, de 21 de novembro de 1941), no qual tem destaque a conceituação da figura do fornecedor, bem como a limitação do percentual de cana própria que as usinas poderiam utilizar em seu processo. Neste aspecto, o estatuto garantia ao fornecedor mercado para sua produção (BRASIL, 2010).

Já na década de 1970, ainda com forte intervenção, dadas as condições favoráveis do mercado externo, tanto a produção quanto a demanda eram estimuladas pelo governo. Continuavam, nesse período, as cotas de produção e os preços estabelecidos pelo governo. Foi nessa ocasião que teve início o Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL), “primeiramente com o incentivo à produção de álcool anidro, com as regras de comercialização e produção bem definidas, preservando ainda os produtores dos riscos de mercado” (MORAES, 2000, p. 46).

Na década de 1980 observa-se nova fase da intervenção governamental quando, com indicadores macroeconômicos desfavoráveis, os recursos públicos para programas de investimento tornaram-se mais escassos. Nessa época, fase final de implantação do PROÁLCOOL, usinas e destilarias precisaram adiar ou desistir de projetos que contavam com recursos do governo. No final da década, exportações de açúcar, antes realizadas pelo IAA foram privatizadas (MORAES, 2000).

A década de 1990 foi marcante para o setor. O arrefecimento do PROÁLCOOL, com o descompasso entre oferta e demanda do produto e a abertura da economia redefiniu a atuação do Estado.

Segundo Sachs (2007, p. 55),

As mudanças ocorridas a partir do início da década de 1990 para reduzir e modernizar o papel do governo e promover a privatização e a competitividade na economia concorreram para o esgotamento das

potencialidades do IAA, resultando na sua extinção em março de 1990. Tal fato passou a se constituir em um marco inicial da desregulamentação do setor sucroalcooleiro (SACHS, 2007, p.55).

Dentro de um contexto de liberalização econômica como um todo, a reforma administrativa vivenciada na década de 1990, constituiu um novo cenário para o setor sucroalcooleiro. Para este, a desregulamentação implicou o estabelecimento de condições mais competitivas, visto que os preços da cana-de-açúcar, açúcar e álcool passaram a ser determinados de acordo com as regras de livre mercado.

De acordo com Moraes (2000), em relação aos preços dos produtos da cadeia sucroalcooleira, em março de 1996, foi emitida a Portaria Ministerial nº 64, que liberava os preços da cana-de-açúcar, açúcar cristal *standard*, do álcool para fins carburantes e não carburantes e do mel residual. Esta portaria deveria entrar em vigor em janeiro de 1997.

Contudo, ocorreram adiamentos para entrada em vigor desta decisão: o primeiro adiamento, através da Portaria do Ministério da Fazenda nº 294, de dezembro de 1996, adiou a liberação dos preços para o álcool anidro para maio de 1997 (o que realmente aconteceu) e os preços da cana, açúcar cristal *standard*, do álcool (exceto anidro) e do mel residual para maio de 1998. O segundo adiamento da liberação foi feito por meio da Portaria do Ministério da Fazenda nº 102, de abril de 1998, adiando a liberação de preços para novembro de 1998. O terceiro adiamento, através da Portaria do Ministério da Fazenda nº 275, de outubro de 1998, postergou por mais três meses a liberação dos preços, de novembro de 1998 para fevereiro de 1999. Finalmente, em 1º de fevereiro de 1999, instalou-se o sistema de preços liberados, tanto para a cana-de-açúcar como para todos os produtos da agroindústria sucroalcooleira (MORAES, 2000, p. 88).

Tanaka, Pereira e Pigatto (2008) assim resumem os fatos marcantes na trajetória da cana-de-açúcar:

- a) 1933 quando foi criado o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA);
- b) 1975 com a criação do Proálcool, que tinha como objetivo produzir álcool anidro, para utilização no transporte rodoviário nacional, buscando reduzir a dependência do petróleo, que passava por grave crise de produção e preço;
- c) 1990 com a extinção do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), que alterou a

dinâmica do mercado de açúcar, e fez com que os produtores passassem a atuar em um ambiente competitivo, sendo forçados a empregar mecanismos de mercado; d) 1997 com a liberação do preço do álcool anidro e) 2003 com a introdução dos primeiros carros flex fuel; f) 2004 quando o país conseguiu junto à Organização Mundial do Comércio (OMC) o reconhecimento de que a União Européia, seu maior concorrente, deveria reduzir os subsídios aplicados no açúcar entendendo-se que eles interferem na justa competitividade pelos mercados; g) 2007/2008 com a assinatura por parte de indústrias e fornecedores de cana, do protocolo que determina o fim das queimadas nos canaviais paulistas em 2014 (TANACA; PEREIRA E FIGATTO, 2008, p.3).

Tais fatos apontados pelos autores denotam alterações não só econômicas, mas também institucionais e ambientais que geram impactos em todos os agentes envolvidos na cadeia sucroalcooleira.

Como apontam Schmidtke, Vieira e Shikida (2005, p.3), “com a desregulamentação muitas das funções que antes pertenciam ao governo passaram a ser de responsabilidade das usinas, que sentiram a necessidade de um nível elevado de capacitação tecnológica para garantir a sua sobrevivência no mercado”.

Nesta mesma linha, Andriolli e Moraes (2007, p.2), afirmam que

Após a desregulamentação (fim da administração de preços e produção), o setor sucroalcooleiro passou a atuar em ambiente de livre mercado, o qual exige, além de estratégias de sobrevivência, aquelas voltadas também para o crescimento e sustentabilidade do negócio. Dentre as diversas alternativas de reestruturação existentes nesse mercado, têm-se destacado as aquisições e fusões entre empresas.

Neste contexto, destaca-se o processo de concentração do mercado pelas empresas do setor. Em trabalho sobre o setor sucroalcooleiro do estado do Paraná pós desregulamentação, Shikida et al (2008) concluem sobre o aumento do grau de concentração

do setor como resultado da maior competitividade instalada depois do fim da intervenção estatal. Segundo os autores,

De modo geral, pode-se dizer que houve um aumento da concentração da produção de moagem de cana, sendo este processo relacionado ao avanço da competitividade das empresas, especialmente as maiores, que buscam uma redefinição estratégica a fim de ganhar e/ou consolidar posição no mercado. Tal corolário também está atrelado ao ambiente de desregulamentação, em que foram extintas as cotas de produção e exportação e os controles de preços. Nesse período o dinamismo do setor se acentuou com o aparecimento de novas estratégias competitivas, em que empresas menos dinâmicas foram absorvidas pelas mais competitivas (SHIKIDA et al., 2008, p. 60).

Bierhals e Boszczowki (2009, p. 239) afirmam que “a importância do segmento sucroalcooleiro é crescente, mas somente os grupos com elevado poder de barganha conseguirão se manter na atividade”. Para isso, adotam estratégias como a verticalização, formação de grupos, fusões e abertura de capital, com o intuito de reduzir custos de comercialização.

Nesta mesma linha, entre as estratégias de competitividade, Andriolli e Souza (2007) apontam a integração vertical. Nesta, a agroindústria busca ter controle sobre a matéria prima, através de produção em terras próprias ou arrendadas de outros produtores. Em menor escala, são feitos contratos com produtores independentes, que passam a ser fornecedores, devendo entregar a produção à usina/destilaria.

Neste aspecto, cabe ressaltar que, além do controle da matéria prima, em termos de quantidade, a indústria busca também receber a cana com padrões de qualidade que atendam às necessidades da usina/destilaria. Tal controle se dá basicamente pela forma como se remunera o produto ao fornecedor.

Com a liberação dos preços do álcool anidro, do álcool hidratado e da cana-de-açúcar, como aponta Sachs (2007), surgiu a necessidade de uma nova remuneração da cana-de-açúcar em substituição ao tabelamento de preços anteriormente praticado pelo governo, que atendesse tanto aos fornecedores como às usinas e destilarias.

Nesse contexto, de acordo com Sachs (2007), em 1997 foi criado em São Paulo o CONSECANA-SP (Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo). Na ocasião foi constituído um grupo técnico e econômico formado por cinco representantes dos produtores de cana, indicados pela Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA) e cinco representantes do setor industrial, indicados pela União da Agroindústria do Açúcar e do Álcool do Estado de São Paulo (UNICA), formando o CONSECANA-SP, tendo a principal atribuição de desenvolver um novo sistema de pagamento pela qualidade de cana entregue pelos produtores às unidades industriais. Tal sistema de remuneração da cana foi denominado Sistema de Remuneração da Tonelada de Cana pela Qualidade/CONSECANA. Começou a ser adotado pelas unidades produtoras no ano-safra 1998/99, e consistiu em um conjunto de regras de livre adoção, empregadas para o cálculo do preço da tonelada da cana-de-açúcar durante o ano safra.

Seguindo o modelo adotado no estado de São Paulo, foi criado no estado do Paraná, em 2000, o órgão com a finalidade de orientar a fixação do preço da cana, o CONSECANA-PR. De acordo com o CONSECANA-Paraná (2008, p. 1),

Com a saída do Governo na fixação dos preços, o setor produtivo rural paranaense não estava preparado para enfrentar esta nova situação, discutir com o setor industrial os parâmetros para se fixar os preços da matéria prima. Destaca-se, então, os trabalhos desenvolvidos pela Comissão Técnica de Cana-de-Açúcar da Federação da Agricultura do Estado do Paraná, que passou a discutir e analisar as propostas a serem implementadas. Como proposta, destaca-se aquela para se implantar um Grupo, com a participação de representantes do setor industrial, para estudar e propor um novo método para a formação do preço da cana-de-açúcar para o Estado do Paraná, proposição essa resultante dos dois Seminários do Setor Sucroalcooleiro – Dificuldades e Perspectivas, realizados no mês de setembro de 1999, no Estado do Paraná. Em 02 de março de 2000 é criado o Grupo de Estudo, que passou a analisar os modelos existentes para a fixação do preço da cana-de-açúcar. Concluíram, após várias reuniões, que o modelo CONSECANA, com algumas adaptações às condições paranaenses, seria ideal para determinar o

preço da matéria prima em nosso Estado. Em 26 de abril de 2000, é criado o CONSECANA – PARANÁ – CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DO PARANÁ, cuja função principal é oferecer subsídios aos produtores de cana-de-açúcar, açúcar e álcool sediados no Estado do Paraná, na formação dos preços da cana-de-açúcar, em regime de livre mercado.

O sistema de pagamento da cana utiliza como base a qualidade da cana-de-açúcar expressa pela concentração total de açúcares recuperáveis no processo industrial (sacarose, glicose e frutose), expressa em quilograma por tonelada de cana. Esse conjunto de açúcares é denominado Açúcar Total Recuperável (ATR) contido em uma tonelada de cana (SACHS, 2007).

Esta forma de fixação de preço expressa uma visão à frente do processo produtivo no campo. Segundo o CONSECANA-Paraná (2009), o princípio fundamental é que o valor da cana-de-açúcar é função direta dos preços de seus derivados: açúcar comercializado no mercado interno, açúcar exportado, álcool combustível anidro, hidratado e para outros fins, medidos através de uma unidade comum, o ATR.

Neste contexto, verifica-se a magnitude das transformações ocorridas com a desregulamentação do setor. Ainda mais, cabe observar que os impactos se deram para todos os agentes envolvidos. Neste sentido, é de se considerar que neste cenário encontra-se um contingente de produtores independentes, que produzem e passam, como fornecedores para a indústria, a seguirem as regras deste ambiente, necessitando também buscar cada vez mais a eficiência na produção.

Como aponta Severo (2007, p.1), “as expectativas de ganhos do setor sucroalcooleiro com o crescimento das vendas de álcool e açúcar ainda não alcançaram o fornecedor de cana-de-açúcar. A melhor remuneração da cana foi para pequena parcela de produtores que adotam as melhores tecnologias, para obter maior rendimento da cana em Açúcar Total Recuperável (ATR), além da capacidade de negociar melhores preços com a unidade industrial”.

Esta tendência é também percebida por Ramos (2008) que aponta que o avanço da produção da cana-de-açúcar em São Paulo se dá com uma concentração maior nas

mãos das usinas e grandes fornecedores. Segundo o pesquisador, o número de fornecedores se elevou, mas as áreas das usinas também cresceram.

Em estudo sobre os impactos das transformações do setor sobre os fornecedores independentes do estado do Paraná, Shikida et al (2005) constataram que com as mudanças duas tendências foram observadas na categoria: a redução do número de fornecedores e o crescimento de práticas de novas parcerias, arrendamento ou compra de terras de fornecedores pelas usinas. Os autores sugerem que tais resultados significam que poderia estar ocorrendo eliminação gradual dos proprietários fornecedores sendo que esta categoria poderia ressurgir numa condição subordinada às usinas.

E este cenário pode ser percebido em outras regiões. Comentando sobre a situação no Nordeste, a UDOP (2007, p.1) registra que

Os fornecedores independentes de cana foram enfraquecidos pelo processo de concentração da produção de açúcar e de álcool nas grandes usinas. Até o final dos anos 90, metade da cana moída para a produção de açúcar e álcool no Nordeste vinha de fornecedores independentes. A participação atual é em torno de 30%. Especialistas temem a eliminação de milhares de pequenos produtores, que ainda formam uma classe média rural. A extinção do IAA (Instituto do Açúcar e do Álcool), em 1990, a suspensão do pagamento do subsídio ao Nordeste, em 2001, e o aumento da produção no centro-sul levaram à concentração da produção no Nordeste (UDOP, 2007, p.1).

No mesmo sentido, Monteiro (2009) afirma que “sem a presença do órgão regulador, desde então as agroindústrias partiram em busca da competitividade, na qual a regularidade no abastecimento da matéria-prima se tornou um imperativo para manter a capacidade produtiva industrial”.

A fim de ilustrar a situação dos produtores independentes, referindo-se a 2006/2007, o autor continua, afirmando que

Segundo a Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (Orplana), em São Paulo (maior produtor do País), dos 207 milhões de toneladas de cana-de-açúcar colhidas, 25,85% são de fornecedores. No Paraná (segundo no ranking dos produtores), com 30 milhões de toneladas de cana, a presença dos produtores independentes de matéria-prima é ainda menor (...). No Nordeste, embora Alagoas tenha um volume de produção maior do que o de Pernambuco, lá no Estado vizinho a participação deles é maior, de 40% (MONTEIRO, 2009).

É então possível verificar o impacto sobre os produtores independentes que, como elo da cadeia, também precisam buscar a competitividade e eficiência, para se manter neste mercado. É também interessante observar que, além dos aspectos sociais ligados à permanência deste segmento, a participação deste na produção de cana, apesar de menor que a da própria usina, não deixa de ser considerável, empregando mão-de-obra e outros fatores de produção, com repercussões econômicas importantes nas regiões onde atuam.

## **5 METODOLOGIA**

### **5.1 Área de estudo e fonte dos dados**

O Paraná é um dos 26 estados do Brasil e está situado na região sul do país. Faz divisa com os estados de São Paulo, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul, fronteira com a Argentina e o Paraguai e limite com o Oceano Atlântico. O mapa mostra a localização geográfica do estado do Paraná (Figura 6).

Ocupa uma área de 199.880 km<sup>2</sup>, com 399 municípios, sendo Curitiba sua capital. A população estimada, em 2009, é da ordem de 10.686.246 habitantes, apresentando IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) de 0,820 em 2005. O clima apresenta diferenças marcantes, dependendo da região, de tropical úmido ao norte a temperado úmido ao sul (IPARDES, 2010)

Na agricultura, o Paraná é o maior produtor nacional de grãos, apresentando uma pauta agrícola diversificada. A soja, o milho, o trigo, o feijão e a cana-de-açúcar sobressaem na estrutura produtiva da agricultura local. Já na pecuária, destaca-se a avicultura, com 26% do total de abates do País. Nos segmentos de bovinos e suínos, a participação do Estado atinge 4,3% e 17%, respectivamente (IPARDES, 2010).



Figura 6 – Localização geográfica do estado do Paraná.  
Fonte: IPARDES (2010)

No que se refere à produção de cana-de-açúcar, destaca-se a região norte do estado como principal produtora, destinando o produto basicamente para usinas e destilarias, sendo estas as responsáveis por maior parte da produção. Segundo informações da FAEP (Federação da Agricultura do Estado do Paraná), quanto à distinção entre cana própria e de fornecedores, não há dados concretos, mas estima-se que no Paraná seja à ordem de 20 a 25% de fornecedores (FAEP, 2008, informação pessoal)<sup>2</sup>.

A produção praticada por fornecedores independentes é observada principalmente nas regiões de Jacarezinho e Cornélio Procópio. Segundo a SEAB/DERAL (2009), em resultado de pesquisa junto às usinas/destilarias, pela equipe técnica dos Núcleos Regionais, o Paraná registra cerca de 1100 produtores/fornecedores de cana independentes, com base na safra 2008, sendo que cerca de 80% deles, ou seja, 880, se localizam no Núcleo de Jacarezinho principalmente e, em menor escala, no Núcleo de Cornélio Procópio (SEAB/DERAL, 2009, informação pessoal)<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Informação fornecida por Jeffrey Kleine Albers, técnico da FAEP, secretário executivo do Consecana-PR, por e-mail, em 08/06/2008.

<sup>3</sup> Informação fornecida por Disonei Zampieri, técnico da SEAB/DERAL, responsável pelo Setor Sucroalcooleiro, por e-mail, em 04/02/2009.

Sendo assim, esta pesquisa tem como área de estudo as regiões de Jacarezinho e Cornélio Procópio, tomando como marco de referência a divisão em núcleos regionais feita pela Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná.

Com base nas informações da SEAB/DERAL referente ao número de fornecedores/produtores independentes, foi definida a amostra a ser pesquisada, pela técnica de amostragem aleatória simples, conforme o proposto por Triola (1999), expresso na equação 1:

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q \cdot (Z_{\alpha/2})^2}{p \cdot q \cdot (Z_{\alpha/2})^2 + (N - 1) \cdot E^2} \quad (1)$$

Onde:

n = Tamanho da amostra

N = Tamanho da população

p = Proporção populacional de indivíduos que pertence ao conjunto de interesse.

q = Proporção populacional de indivíduos que não pertence ao conjunto de interesse (q = 1 – p)

$Z_{\alpha/2}$  = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado.

E = Erro amostral

Considerando, então, a população (N) de 1100; a proporção populacional na área da pesquisa p = 0,8; q = 0,2;  $Z_{\alpha/2} = 1,96$  (valor crítico para 95% de confiança,  $\alpha = 0,05$ ) e um erro amostral (E) de 10%, o tamanho da amostra (n) foi estimado em 59.

O acesso aos produtores se deu a partir de uma lista de fornecedores disponibilizada pela CANAPAR (Associação de Plantadores de Cana do Estado do Paraná). Foi possível observar, inicialmente, ser freqüente o cultivo da cana por um fornecedor em mais de uma área (propriedade), além de serem listados fornecedores membros de mesma família. Esta constatação foi ratificada na pesquisa de campo, verificando-se, ainda, que em muitos casos a gestão do(s) empreendimento(s) ocorre de modo que, mesmo mantendo a independência de determinado fornecedor, outros membros da família participam e detêm

conhecimento do processo de produção. Diante disso, adotou-se o critério de se considerar como unidade de análise as unidades de produção (propriedades – áreas plantadas com cana), sendo estas designadas por DMUs (Unidades de Tomada de Decisão), adotando-se assim a terminologia do modelo DEA, empregado neste trabalho para análise da eficiência.

A coleta de dados das unidades de produção se deu em função da aceitação, disposição e disponibilidade do fornecedor em participar da pesquisa, não seguindo, portanto, nenhum critério estatístico pré-estabelecido de sorteio de elementos da amostra.

Os dados relativos às quantidades de fatores de produção (máquinas, equipamentos, mão-de-obra, insumos e área plantada), produção e produtividade foram obtidos junto aos produtores, por meio de aplicação de questionários, no período de julho e agosto de 2009 e janeiro de 2010. Em relação aos preços, foram consultadas, principalmente, o Departamento de Economia Rural da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB/DERAL) e o CONSECAN-PR. Para complementações necessárias em relação a preços foi consultado o IEA (Instituto de Economia Agrícola). Informações adicionais e qualitativas, importantes para o entendimento da dinâmica do processo produtivo no estado e posterior desenvolvimento da pesquisa, foram levantadas junto à CANAPAR (Associação de Produtores de Cana de Açúcar do Estado do Paraná), SEAB/DERAL (Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural), FAEP (Federação da Agricultura do Paraná), CONSECAN-PR (Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Álcool do Estado do Paraná).

## **4.2 Método de análise**

### **4.2.1 Produção e eficiência**

A análise econômica de qualquer atividade produtiva serve de balizamento e orientação, no sentido de permitir ao produtor e demais agentes envolvidos informações importantes no processo de tomada de decisão. Contribui, ademais, para norteamento na concepção e elaboração de políticas públicas destinadas a determinado setor.

Destacam-se, na análise econômica, estudos que permitem estimar a eficiência na alocação dos recursos. Neste sentido, pretende-se proceder a análise econômica

da produção da cana-de-açúcar enfocando a eficiência técnica e de escala das unidades de produção de fornecedores independentes do estado do Paraná.

O cálculo da eficiência de unidades ou setores produtivos tem importância tanto para fins estratégicos, quanto para o planejamento e tomada de decisão. Franke e Dorfman (1998) assinalam que “a eficiência na alocação de recursos produtivos constitui um objetivo natural de todo indivíduo ou empresa que se envolve na produção de determinado bem a partir de um dado número de recursos”.

O estudo de análise de eficiência produtiva em economia baseia-se nos princípios da teoria da produção, mais especificamente, no conceito de função de produção. “A função de produção é a relação que mostra a quantidade física obtida de produto a partir da quantidade física utilizada dos fatores de produção num determinado período de tempo” (VASCONCELLOS E GARCIA, 2008, p. 58).

De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2002, p.177), “as funções de produção descrevem o que é tecnicamente viável quando a empresa opera eficientemente, ou seja, quando utiliza cada combinação de fatores de produção da melhor forma possível”. Neste mesmo sentido, Vasconcelos e Garcia (2008) apontam que na função de produção, admite-se que o empresário esteja usando a maneira mais eficiente de combinar os fatores de produção e, assim, obter a maior quantidade de produto possível. Desse modo, a função de produção reflete as melhores práticas e, portanto, a eficiência da unidade produtora.

Por outro prisma, a eficiência de uma unidade produtora pode ser vista também pelo aspecto monetário ou econômico. Dito de outra forma, a utilização de recursos para produção conduz à ocorrência de custos. Vasconcelos e Garcia (2008) apontam que, intrinsecamente ligada à Teoria da Produção está a Teoria dos Custos de Produção: enquanto a Teoria da Produção preocupa-se com a relação técnica ou tecnológica entre a quantidade física de produtos (*outputs*) e de fatores de produção (*inputs*), a Teoria dos Custos de Produção relaciona a quantidade física de fatores e de produtos com seus preços (VASCONCELLOS E GARCIA, 2008).

Neste contexto, para Vasconcelos e Garcia (2008), o conceito de eficiência pode ser enfocado do ponto de vista técnico ou econômico. Segundo os autores,

Um método é tecnicamente eficiente (eficiência técnica ou tecnológica) quando, comparado com outros métodos, utiliza menor quantidade de insumos para produzir uma quantidade equivalente de produto. A eficiência econômica está associada ao método de produção mais barato (isto é, os custos de produção são menores) relativamente a outros métodos (VASCONCELOS E GARCIA, 2008, p.58).

Do mesmo modo, Franke e Dorfman (1998) afirmam que “em todos os modelos de eficiência econômica o objetivo é a minimização dos custos de produção ou maximização dos retornos econômicos (...)”.

Tupy et al (2005) afirmam que a eficiência de uma unidade produtiva deve ser entendida como a comparação entre valores observados e valores ótimos de insumos e produtos. Nas palavras dos autores,

Nessa comparação, o ótimo é definido em termos de possibilidades de produção e diz respeito à eficiência técnica (e) pode também ser definido em termos do objetivo comportamental da unidade produtiva, cuja medida é obtida comparando-se o custo (lucro ou receita) observado com o custo (lucro ou receita) ótimo, dando como resultado a estimativa de eficiência econômica (TUPY et al, 2005, p.9).

De acordo com Tupy et al (2005), os estudos sobre eficiência em economia têm como marco o trabalho de Farrel, de 1957. De acordo com esses autores, para Farrel, a eficiência pode ser decomposta em eficiência técnica e alocativa que, uma vez juntas, formam a eficiência total. A eficiência técnica reflete a habilidade de uma unidade produtiva em obter o produto máximo para um dado grupo de insumos; e a eficiência alocativa traduz a habilidade da unidade produtiva utilizar os insumos em proporções ótimas. Entretanto, eficiência técnica é uma condição necessária para eficiência alocativa, ou seja, se a unidade produtiva não está na fronteira (é tecnicamente ineficiente), então está usando muito mais insumos para produzir os mesmos produtos que outro produtor que esteja na fronteira. A idéia é que existiriam produtores eficientes e estes estariam numa fronteira de eficiência, dada pela sua produção e que os produtores ineficientes estariam próximos à fronteira, sendo sua

ineficiência definida pela distância entre o nível de produção da unidade ineficiente em relação à fronteira.

Neste mesmo sentido, Soares de Mello et al (2005) apontam que o conceito de eficiência é relativo, ou seja, compara o que foi produzido, dado os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmos recursos. Estes autores consideram a importância de se diferenciar eficácia, produtividade e eficiência: A eficácia trata da capacidade da unidade produtiva atingir a produção que tem como meta, não considerando os recursos gastos para atingir tal resultado e nem os resultados de outras unidades produtivas. Já a produtividade constitui-se na razão entre o que foi produzido e o que foi gasto para produzir. Por seu turno, sendo um conceito relativo, a eficiência tem relação com certas comparações de produtividade.

No que se refere à forma de avaliar tal eficiência, os mesmos autores esclarecem que há importantes distinções, destacando que “os métodos paramétricos supõem uma relação funcional pré definida entre os recursos e o que foi produzido. Outros métodos, entre os quais a Análise Envoltória de Dados, não fazem nenhuma suposição funcional e consideram que o máximo poderia ter sido produzido é obtido por meio da observação das unidades mais produtivas” (SOARES DE MELLO et al, 2005, p. 2522).

Tendo como propósito estimar a eficiência na produção de cana-de-açúcar no estado do Paraná, este estudo toma como base metodológica o modelo de envelopamento de dados, conhecido como modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*). O uso do modelo DEA para medir a eficiência relativa de unidades produtivas tem se mostrado bastante atrativo em diversos setores de aplicação. O emprego de modelos DEA em agricultura pode apoiar decisões dos agricultores, ao indicar as fontes de ineficiência e as unidades que podem servir de referência às práticas adotadas (*benchmarks*).

Podem ser citados vários trabalhos que utilizaram tal técnica. Tupy; Vieira e Esteves (2003) estimaram a eficiência técnica e de escala para uma amostra de 10 cooperativas de laticínios do estado de São Paulo. Estes mesmos autores citam outros trabalhos desenvolvidos: Ferrier (1995) que estimou a eficiência relativa de cooperativas e empresas privadas de laticínios nos Estados Unidos da América, além de Singh; Coelli; Fleming (2000) que mediram a eficiência técnica de 13 cooperativas e 10 empresas privadas na Índia, utilizando o método de programação matemática *Data Envelopment Analysis* (DEA).

Utilizando o mesmo método, Guiducci e Cunha (2003) analisaram a eficiência técnica da agropecuária no estado de Goiás. Dias; Gomes e Finamore (2004) avaliaram o desempenho setorial da economia gaúcha, aplicando o modelo DEA. Podem ainda ser destacados os trabalhos de Gomes e Mangabeira (2004), que aplicaram a análise de envoltória de dados na agricultura, enfocando o caso de Holambra; Silva e Sampaio (2002), verificaram a eficiência técnica dos colonos em perímetros irrigados em Petrolina (PE) e Juazeiro (BA); Silva (s/d) verificou a ineficiência técnica e desperdício de água na fruticultura irrigada do Vale do São Francisco; Torquato, Martins e Ramos (2009) avaliaram a eficiência econômica das regionais novas e tradicionais produtoras de cana no estado de São Paulo. O estado da arte do uso do modelo DEA em agricultura pode ser visto no trabalho de Gomes (2008).

#### 4.2.2 O Modelo DEA

A Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica não paramétrica que, por meio de programação linear, constrói fronteiras de produção de unidades produtivas que empregam processos tecnológicos semelhantes para transformar múltiplos insumos em múltiplos produtos. As unidades de produção são tratadas como unidades tomadoras de decisão, sendo então chamadas DMUs (*Decision Making Units*).

Segundo Gomes et al (2006), a Análise de Envoltória de Dados surgiu formalmente com o trabalho de Charnes et al , datado de 1978, com o objetivo de medir a eficiência de unidades tomadoras de decisão, podendo-se destacar dois modelos DEA clássicos: CCR (de Charnes, Cooper e Rhodes) e BCC (de Banker, Charnes e Cooper). O modelo CCR considera retornos constantes de escala, isto é, qualquer variação nas entradas (*inputs*) produz variação proporcional nas saídas (*outputs*). Já o modelo BCC considera retornos variáveis de escala, ou seja, substitui o axioma da proporcionalidade entre *inputs* e *outputs* pelo da convexidade (GOMES et al, 2006).

Geralmente, são seguidas duas orientações para esses modelos: orientação a *inputs*, quando se deseja minimizar os recursos disponíveis, sem alteração do nível de produção e orientação a *outputs*, quando o objetivo é aumentar os produtos, sem alterar os recursos utilizados.

Além de avaliar a eficiência relativa das DMUs, as fronteiras de

eficiência servem como referência para o estabelecimento de metas eficientes para cada unidade produtiva. A idéia é que existem produtores eficientes e estes estão numa fronteira de eficiência, dada pela sua produção e que os produtores ineficientes estariam próximos à fronteira, sendo sua ineficiência definida pela distância entre o nível de produção da unidade ineficiente em relação à fronteira. Desse modo, fornece o *benchmark* para as DMUs ineficientes. Esse *benchmark* é determinado pela projeção das DMUs ineficientes na fronteira de eficiência. A forma como é feita esta projeção determina orientação do modelo: orientação a *inputs* (quando se deseja minimizar os *inputs*, mantendo os valores dos *outputs* constantes) e orientação a *outputs* (quando se deseja maximizar os resultados sem diminuir os recursos) (GOMES et al, 2006; SOARES DE MELLO et al, 2005).

Outra importante contribuição do modelo DEA é a indicação dos alvos a serem alcançados. Os resultados dos alvos permitem visualizar os ajustes necessários para orientar as unidades produtoras.

Existem duas formulações equivalentes para DEA que, por serem duais, estimam a mesma eficiência: o modelo dos Multiplicadores, que trabalha com a razão de somas ponderadas de produtos e recursos; e o modelo do Envelope, que define uma região viável de produção e trabalha com uma projeção de cada DMU na fronteira dessa região (GOMES, MANGABEIRA, SOARES DE MELLO, 2005).

Para medir a eficiência das unidades produtoras de cana de açúcar do estado do Paraná foi empregado o modelo DEA-BCC (retornos variáveis de escala) com orientação a *inputs*. A observação dos sistemas de produção pesquisados norteou a escolha deste modelo. Partindo-se do pressuposto básico que o produtor busca maximizar seus resultados, procura, em sua propriedade rural, usar os recursos que dispõem de forma racional, a fim de obter o melhor resultado, tendo sustentabilidade econômica, podendo assim permanecer e prosperar na atividade. O melhor retorno possível pode ser alcançando através da maximização do resultado do valor da produção ou da minimização do custo associado a esta produção ou dos recursos gastos.

A observação das relações entre os agentes envolvidos em toda a cadeia de produção da cana leva a considerar que o fornecedor/produtor independente torna-se, de modo geral, um tomador de preços. Na fase à jusante depara-se com um setor de insumos e máquinas oligopolizado com grande poder de fixação de preços. Já na fase a

montante, verifica-se também baixa possibilidade de imposição de preços por parte do produtor/fornecedor, sendo o preço do produto fixado a partir de normas estabelecidas pelo sistema CONSECANA.

Estas considerações justificam a opção, nesta pesquisa, pelo modelo com orientação a *inputs* do modelo DEA. Considera-se que o fornecedor pode ter maior controle sobre os fatores de produção, decidindo pela sua utilização e manejo, podendo minimizar o seu uso e custo.

Já a adoção de modelo de retornos variáveis deu-se em função das diferentes escalas de produção das unidades produtivas pesquisadas. Ademais, este modelo permite a verificação do tipo de retorno de escala em que a unidade produtiva está operando.

A seguir é descrito o modelo DEA BCC linearizado, orientado a *inputs*, conforme apresentado por Gomes, Mangabeira e Soares de Mello (2005). Em (2) apresenta-se o modelo do Envelope e, em (3), o modelo dos Multiplicadores:

$$\text{Min } h_0 \tag{2}$$

*Sujeito a :*

$$h_0 x_{i0} - \sum_{k=1}^n x_{ik} \lambda_k \geq 0, \forall i$$

$$- y_{j0} + \sum_{k=1}^n y_{jk} \lambda_k \geq 0, \forall j$$

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k = 1$$

$$\lambda_k \geq 0, \forall k$$

$$\text{Max } \text{Eff}_0 = \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} + u_* \tag{3}$$

*Sujeito a :*

$$\sum_{i=1}^r v_i x_{i0} = 1$$

$$- \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} + u_* \leq 0, \forall k$$

$$v_i, u_j \geq 0, u_* \in \mathfrak{R}$$



De acordo com Finamore, Gomes e Dias (2004) após processar os modelos DEA, as DMUs podem se encontrar em uma das seguintes situações, em termos de retornos à escala:

1) De acordo com a pura eficiência técnica obtida no modelo pressupondo-se retornos variáveis. Nesse caso, as DMUs podem ser tecnicamente eficientes ou ineficientes. As DMUs eficientes são aquelas que estão produzindo uma quantidade compatível com o uso dos insumos. Por outro lado, as ineficientes estão utilizando em excesso os insumos. Isso significa que, para se tornarem eficientes, podem ser reduzidos os insumos, mantendo-se a mesma produção, ou, de modo equivalente, aumentar a produção utilizando-se os mesmos insumos.

2) De acordo com a eficiência de escala. Nessa categoria, as DMUs podem estar operando com retornos constantes, crescentes ou decrescentes. A produção com retornos constantes é conhecida como escala ótima. Assim, a DMU operando com retornos crescentes está abaixo da escala ótima, necessitando expandir a produção. Já a operação com retornos decrescentes implica em uma situação acima da escala ótima, indicando necessidade de reduzir o volume produzido ou melhorar a tecnologia, ou seja, deslocar a fronteira de produção (ajustes qualitativos).

Assim, podem ocorrer seis situações distintas, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Situações possíveis nos resultados dos modelos DEA BCC

Tipo de retorno	Condição da DMU segundo a eficiência técnica	
	Eficiente	Ineficiente
Constante	Esta é a melhor situação. A DMU está utilizando os recursos sem desperdícios e opera em escala ótima. O aumento da produção deve ocorrer mantendo-se a proporção de uso dos fatores.	Apesar de estar operando na escala ótima, existe ineficiência técnica. Isso significa que se pode reduzir o uso dos insumos e continuar produzindo a mesma quantidade. De maneira equivalente, a produção pode crescer utilizando-se os mesmos insumos. Eliminando as ineficiências técnicas, a DMU torna-se eficiente com retornos constantes.
Crescente	Apesar de tecnicamente eficiente, ou seja, não existem insumos utilizados em excesso, o volume de produção está abaixo da escala ótima. Isso significa que a DMU pode aumentar a produção a custos decrescentes. Nesse sentido, o aumento da produção deve ocorrer mediante incorporação de insumos, porém mantendo-se as relações entre as quantidades de produto e insumos.	Nesta situação, existem dois problemas: ineficiência técnica, devido ao uso excessivo de insumos, e ineficiência de escala. Esta última ocorre pois a DMU está operando abaixo da escala ótima. Para aumentar a eficiência técnica é preciso eliminar os excessos de uso nos insumos. Por outro lado, para operar em escala ótima é necessário aumentar a produção. Em síntese, a DMU deve aumentar a produção, porém esse aumento deve ocorrer reduzindo as relações entre quantidades utilizadas de insumo e o volume de produção.
Decrescente	DMU tecnicamente eficiente, porém operando acima da escala ótima. Mantendo-se essa situação, o aumento da produção se dará a custos crescentes. Uma alternativa é reduzir o tamanho da produção das DMUs, utilizando mais unidades, porém menores. Note que essas unidades menores devem operar utilizando a mesma proporção entre produto e insumos. Outra alternativa para crescer a produção seria a adoção de políticas qualitativas, ou seja, o aumento da produtividade dos fatores possibilitaria o crescimento da produção sem a necessidade de se utilizar mais insumos.	Nesta situação, a DMU está operando acima da escala ótima e tem ineficiência técnica. É preciso corrigir os dois problemas. Para aumentar a eficiência técnica, deve-se eliminar os insumos que estão sendo utilizados em excesso, o que equivale a produzir mais utilizando os mesmos insumos. Com relação ao problema de escala, pode-se simplesmente reduzir a produção em cada DMU, utilizando um número maior de DMUs menores para produzir a mesma quantidade anterior. Pode-se, ainda, melhorar a tecnologia, aumentando a produtividade dos fatores de produção.

Fonte: Finamore, Gomes e Dias (2004)

### 4.3 Variáveis selecionadas e procedimentos metodológicos

A seleção e definição das variáveis utilizadas no modelo para medir a eficiência partiram da observação dos principais itens necessários e usados na produção. Desse modo, foram coletadas informações acerca das operações realizadas e dos insumos utilizados no processo de produção dentro do ciclo produtivo da cana.

O ciclo produtivo da cana-de-açúcar envolve basicamente as etapas de implantação e condução da lavoura e colheita. Na implantação da lavoura são realizadas operações de preparo do solo e plantio, a condução da lavoura envolve as operações de tratamentos culturais da soqueira e, na colheita, o corte, carregamento e transporte (CCT). Em cada uma das etapas e operações são necessárias combinações de fatores de produção: máquinas e implementos, mão-de-obra e insumos.

Uma vez dispostas as quantidades (coeficientes técnicos) de fatores de produção e de preços dos fatores de produção e do produto, foram estimados os custos de produção (custo com operações mecanizadas, custo com operações manuais e custo com insumos), e o valor da produção. Para medir quanto, em média, são gastos com os fatores de produção e o valor da produção durante o ciclo produtivo, foram estimados os valores anuais equivalentes (dos fatores e da produção). Foram, então definidas quatro variáveis como *inputs* e um *output* utilizadas e aplicadas ao modelo DEA:

**Input 1:** ÁREA = Área plantada com cana-de-açúcar (hectares).

**Input 2:** CAE MEC = Custo Anual Equivalente com Operações Mecanizadas (R\$).

**Input 3:** CAE MDO = Custo Anual Equivalente com Operações Manuais (R\$).

**Input 4:** CAE INS = Custo Anual Equivalente com Insumos (R\$).

**Output:** VAE LIQ PROD = Valor Anual Equivalente Líquido da Produção (R\$)

A seguir são detalhados os procedimentos adotados para a estimativa dos custos e valor da produção.

Para a estimativa do custo com máquinas (operações mecanizadas), adotou-se a metodologia da ASAE (2000), que considera os custos com máquinas agrícolas como provenientes de gastos que independem de seu uso (custos de propriedade ou fixos): depreciação, juros, taxas, abrigo e seguro, e gastos advindos diretamente do uso das máquinas (ou custos variáveis): operador, combustível, lubrificantes e reparos e manutenção (ASAE, 2000; CROSS, 2002; EDWARDS, 2002).

Por esta metodologia, o custo com o operador é dado pela expressão:

$$C_o = (W \times 1,25) \quad (4)$$

Onde:

$C_o$  = custo do operador por hora

$W$  = salário médio por hora

1,25 = fator de ajuste, ou seja, paga-se 25% a mais em função do tempo ocioso à espera de por a máquina em funcionamento no campo

O gasto com combustível é assim estimado:

$$C_c = Q_m \times P_c \quad (5)$$

Onde:

$C_c$  = custo de combustível

$P_c$  = preço do diesel por litro

$Q_m$  = consumo médio de diesel (em l/hora)

Para determinar a quantidade média de combustível ( $Q_m$ ), deve-se basear na potência real da máquina requerida para a operação.

$$Q_m = 0,166 \times P_t \quad (6)$$

Onde:

$Q_m$  = consumo médio de diesel

0,166 é o consumo específico de diesel em litros por cv-hora

Pt = Potência do trator em hp

O Consumo de óleos lubrificantes e graxas é baseado num intervalo de trocas de 100 horas. O consumo em cada troca varia de 0,0378 a 0,0946 l/h, dependendo do volume e capacidade da máquina. Os filtros são trocados em cada duas trocas de óleo, mas em geral, o custo total de lubrificação é de 15% do custo total de combustível .

$$CL = 0,15 \times Cc \quad (7)$$

Onde:

CL = custo com lubrificantes e graxas

Cc = custo com combustível

Os gastos com reparos e manutenção são calculados como uma percentagem do preço da máquina e nas horas de uso anual acumuladas.

$$RM = (RF)(P)\left(\frac{1}{h}\right) \quad (8)$$

Onde:

RM = custos de reparos e manutenção por hora

RF = fator de reparo (percentual aplicado de acordo com o número de horas acumuladas de uso)

P = preço inicial da máquina

h = número de horas acumuladas de uso.

O custo com depreciação é expresso pela equação (9):

$$D = \frac{Va - Vf}{Vu \times h} \quad (9)$$

Onde:

D = depreciação por hora

Va = Valor de aquisição

Vf = valor final (de revenda ou de sucata)

Vu = vida útil em anos

h = horas de uso por ano

O custo com juros foi estimado através da equação:

$$J = (Vi + Vf) / 2)(r) \left( \frac{1}{h} \right) \quad (10)$$

Onde:

J = Juros por hora

Vi = valor inicial do equipamento

Vf = valor residual, valor de sucata, ou valor final do equipamento

r = taxa de juros. Utilizou-se como referência a TJLP acumulada de 12 meses (junho/2009 a maio/2010), ou seja, (r) de 6,19%.

Outros custos: taxas, abrigo e seguro: os custos anuais são estimados como porcentagem do preço inicial da máquina:

Taxas: 1%

Abrigo: 0,75%

Seguro: 0,25%

Para a estimativa do custo por hora, o valor anual é dividido pela vida útil em horas.

As equações usadas para estimar os custos com máquinas e implementos exprimem os gastos por hora. Para se obter o gasto por área (hectare) foi multiplicado pelo número de horas gastas (tempo da operação por hectare). Para obter o custo da área total, foi multiplicado pela área plantada (número de hectares) de cada propriedade pesquisada.

A partir daí foi estimado o custo total atualizado para as operações mecanizadas, durante o ciclo de produção da cana (equação 11):

$$CTAMEC = \sum_{n=0}^5 \frac{(CMEC_n)}{(1+r)^n} \quad (11)$$

Onde:

CTAMEC = Somatória do custo com operações mecanizadas em todos os anos de duração da cultura, descontadas via taxa de juros, expressando o valor bruto da produção considerando o tempo total de produção da cana (R\$/ha).

$CMEC_n$  = Custo com operações mecanizadas no ano n

r = taxa de desconto (% ao ano)

n = duração da cultura (em anos, sendo n= 0, ..., 5)

O Custo Anual Equivalente com operações mecanizadas foi calculado através da equação 12:

$$CAEMEC = CTMEC \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \quad (12)$$

Onde:

CAEMEC = Custo Anual Equivalente das Operações Mecanizadas (R\$/ha)

CTMEC = Custo Total das Operações Mecanizadas Atualizado (R\$/ha)

r = taxa de desconto (% ao ano)

n = tempo de duração da cultura (anos)

Para a estimativa do custo com as operações manuais foi multiplicado o número de horas gastas em cada operação pelo valor do salário pago ao trabalhador, obtendo-se o custo por área (hectare). Para obtenção do custo da área total, o valor obtido por hectare foi multiplicado pela área plantada (número de hectares) de cada propriedade pesquisada.

A partir daí foi estimado o custo total atualizado para as operações manuais, durante o ciclo de produção da cana (equação 13):

$$CTAMDO = \sum_{n=0}^5 \frac{(CMDO_n)}{(1+r)^n} \quad (13)$$

Onde:

CTAMDO = Somatória do custo com operações manuais em todos os anos de duração da cultura, descontadas via taxa de juros, expressando o valor bruto da produção considerando o tempo total de produção da cana (R\$/ha).

CMDO<sub>n</sub> = Custo com operações manuais no ano n

r = taxa de desconto (% ao ano)

n = duração da cultura (em anos, sendo n= 0, ..., 5)

O Custo Anual Equivalente com operações manuais foi calculado através da equação 14:

$$CAEMDO = CTAMDO \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \quad (14)$$

Onde:

CAEMDO = Custo Anual Equivalente das Operações Manuais (R\$/ha)

CTAMDO = Custo Total das Operações Manuais Atualizado (R\$/ha)

r = taxa de desconto (% ao ano)

n = tempo de duração da cultura (anos)

Para a estimativa dos custos com insumos, foram multiplicados os preços dos insumos pelas quantidades usadas por hectare, obtendo-se assim o custo por área (hectare). Para obtenção do custo da área total, o valor obtido por hectare foi multiplicado pela área plantada (número de hectares) de cada propriedade pesquisada.

A partir daí foi estimado o custo total atualizado com insumos, durante o ciclo de produção da cana (equação 15):

$$CTAINS = \sum_{n=0}^5 \frac{(CINS_n)}{(1+r)^n} \quad (15)$$

Onde:

CTAINS = Somatória do custo com insumos em todos os anos de duração da cultura, descontadas via taxa de juros, expressando o valor bruto da produção considerando o tempo total de produção da cana (R\$/ha).

$CINS_n$  = Custo com insumos no ano n

r = taxa de desconto (% ao ano)

n = duração da cultura (em anos, sendo n= 0, ..., 5)

O Custo Anual Equivalente com insumos foi calculado através da equação 16:

$$CAEINS = CTAINS \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \quad (16)$$

Onde:

CAEINS = Custo Anual Equivalente com Insumos (R\$/ha)

CTAINS = Custo Total com Insumos Atualizado (R\$/ha)

r = taxa de desconto (% ao ano)

n = tempo de duração da cultura (anos)

As quantidades usadas dos fatores de produção (mão-de-obra, área plantada, insumos) foram obtidas junto aos produtores e os valores (preços) junto à SEAB/DEARL. Os valores (preços) são de maio de 2010.

Para a estimativa do Valor da Produção foram consideradas a quantidade de ATR, o valor da ATR e a quantidade de cana produzida (equação 17). As informações sobre quantidades de ATR e de cana foram obtidas junto aos fornecedores e o preço da ATR foi coletado junto ao CONSECAN-PR, que divulga o preço da ATR para o estado do Paraná. Como para a estimativa dos custos foram tomados preços de maio de 2010, o mesmo procedimento foi adotado quanto ao preço da ATR (R\$0,3394/kg, que é referente ao valor realizado no mês de maio de 2010).

$$VPROD = QATR \times VATR \times QC \quad (17)$$

Onde:

VPROD = Valor da Produção (R\$/ha)

QATR = Quantidade de ATR (kg/t)

VATR = Valor da ATR (R\$/kg)

QC = Quantidade de cana (t/ha)

A partir daí foi estimado o Valor Total da Produção Atualizado, por área, para o ciclo produtivo da cana, conforme equação 18:

$$VTPA = \sum_{n=0}^5 \frac{(QATR_n \times VATR_n \times QC_n)}{(1+r)^n} \quad (18)$$

Onde:

VTPA = Somatória do valor da produção em todos os anos de duração da cultura, descontadas via taxa de juros, expressando o valor bruto da produção considerando o tempo total de produção da cana (R\$/ha).

QATR<sub>n</sub> = Quantidade de ATR no ano n por tonelada de cana (kg/t de cana)

VATR<sub>n</sub> = Valor da ATR no ano n (R\$/kg de ATR)

QC<sub>n</sub> = Produtividade física da cana-de-açúcar no ano n (t/ha).

r = taxa de desconto (% ao ano)

n = duração da cultura (em anos, sendo n= 0, ..., 5)

A taxa de juros utilizada é a TJLP acumulada de 12 meses, no valor de 6,19%, obtida junto ao site do Ministério da Fazenda/Receita Federal. O número de períodos n, indicador do ciclo produtivo da cana, de zero a cinco, foi adotado por ter sido declarado pelos fornecedores pesquisados, que estes possuem contratos para entrega de cana por cinco cortes.

Para estimar quanto, em média, é o valor da produção por ano de duração da cultura, foi determinada o Valor Anual Equivalente da Produção (VAEP). Este indicador expressa o valor da produção distribuída por todos os anos de produção. A equação 19 indica como este valor foi calculado.

$$VAEP = VTPA \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \quad (19)$$

Onde:

VAEP = Valor Anual Equivalente da Produção (R\$/ha)

VTPA = Valor Total da Produção Atualizado (R\$/ha)

r = taxa de desconto (% ao ano)

n = tempo de duração da cultura (anos)

Para obter o Valor Anual Equivalente da Produção pela área total cultivada com cana, o resultado obtido na equação 19 foi multiplicado pela área plantada com cana em cada propriedade pesquisada.

O Valor Anual Equivalente Líquido da Produção para a área total plantada com cana em cada propriedade pesquisada (VAELIQPROD), indicador usado como variável “*output*” para cálculo da eficiência das DMUs, foi obtido pela diferença entre o VAEP e os itens de custo (CAEMEC, CAEMDO e CAEINS) (equação 20).

$$VAELIQPROD = [VAEP - (CAEMEC+CAEMDO+CAEINS)] \quad (20)$$

Onde:

VAELIQPROD = Valor Anual Equivalente Líquido da Produção (R\$/área plantada)

VAEP = Valor Anual Equivalente da Produção (R\$/área plantada)

CAEMEC = Custo Anual Equivalente das Operações Mecanizadas (R\$/área plantada)

CAEMDO = Custo Anual Equivalente das Operações Manuais (R\$/área plantada)

CAEINS = Custo Anual Equivalente com Insumos (R\$/área plantada)

Os resultados da eficiência econômica pelo modelo DEA foram obtidos com o uso do *software* SIAD v.3.0 (ANGULO MEZA et al, 2005).

## **6 RESULTADOS**

Os produtores independentes de cana-de-açúcar que destinam sua produção às usinas e destilarias, inserem-se em uma estrutura concentrada do mercado sucroalcooleiro e fazem face às exigências quanto à quantidade e qualidade da matéria-prima demandada pela indústria. Isto lhes impõe a necessidade de busca contínua por maior eficiência e produtividade, por isso este estudo buscou verificar e analisar a eficiência destas unidades de produção. Antes de expor os resultados acerca da eficiência das unidades pesquisadas, é feita uma descrição sumária da produção independente de cana-de-açúcar no estado do Paraná.

Através da pesquisa de campo foi possível verificar que a produção de cana pelos produtores independentes/fornecedores se dá majoritariamente em terras próprias. Observou-se ser freqüente o produtor possuir mais de uma propriedade com a exploração do produto. Verificou-se a existência de produtores que, além de plantar em área própria, arrendam terra para exploração com cana. A comercialização da produção é assegurada por contrato com as usinas instaladas na região.

No processo produtivo, de modo geral, o uso de operações mecanizadas é uma realidade, bem como o uso de adubação química e de herbicidas, não diferenciando assim, do relatado em trabalhos sobre a produção de cana em outras regiões do país. Na fase de preparo do solo, verificou-se que em áreas onde anteriormente se cultivava soja e passou-se a produzir cana, e alguns produtores puderam se beneficiar com a redução e

menores dispêndios em algumas operações, como dessecação pré-plantio, calagem, construção de terraços e marcação de carreadores. Tais produtores relataram que a motivação para mudar o produto a ser cultivado se deu por problemas vivenciados com a cultura da soja (preço de mercado), aliado a perspectivas otimistas do setor sucroalcooleiro, com a instalação de novas usinas na região e conseqüente aumento de demanda por cana. Já na fase de plantio, de modo geral, as operações seguem um padrão, não se verificando grandes divergências em termos de operações realizadas.

Entre os produtores que cultivam o produto há mais tempo, foi possível verificar que estes comumente fazem rotação de cultura (basicamente com a soja e, em menor escala com milho). Estes produtores disseram que, em média, fazem este tipo de manejo em 20% da área.

Na fase de colheita (corte, carregamento e transporte), verificou-se que entre os pesquisados, a cana é queimada e o corte é feito manualmente. O carregamento é mecanizado e o transporte é feito através de caminhões. De acordo com as informações dos produtores, predomina no estado a queima da cana e o corte manual, sendo que a colheita mecanizada está sendo introduzida, mas de forma ainda incipiente. As figuras 8, 9 e 10 mostram fases da produção de cana no estado.



Figura 8 – Plantação de cana-de-açúcar na região de Jacarezinho – PR, julho/2009



Figura 9 – Queima e corte da cana-de-açúcar na região de Jacarezinho-PR, agosto/2009.



Figura 10 – Carregamento da cana-de-açúcar na região de Jacarezinho-PR, agosto/2009.  
Fonte: Elaboração própria

O levantamento de dados permitiu apurar que a produção se dá, em média, em área de 61,51 hectares, sendo a média do custo anual equivalente total (soma dos custos anuais equivalentes, por hectare, com operações mecanizadas, manuais e insumos) por hectare da ordem de R\$2.719,84 (Apêndice – Tabela 1). Tal resultado não diferencia significativamente do apurado no trabalho realizado por Marques et al (2009), no qual aferiu-se um custo operacional efetivo da ordem de R\$2.647,00 por hectare para fornecedores da região tradicional (que abarca estados de São Paulo, exceto oeste, Paraná e Rio de Janeiro).

A análise da eficiência econômica, pelo modelo DEA-BCC, realizada a partir das informações coletadas junto à amostra de unidades de produção e tratamento dos dados, conforme descrito na metodologia deste trabalho, possibilitou o alcance dos resultados para as variáveis utilizadas no modelo. A Tabela 3 mostra as estatísticas descritivas destas variáveis.

Tabela 3 – Estatística descritiva das variáveis utilizadas no modelo DEA-BCC

Indicadores	Área plantada (ha) <i>Input 1</i>	CAE MEC (R\$/área plantada) <i>Input 2</i>	CAE MDO (R\$/área plantada) <i>Input 3</i>	CAE INS (R\$/área plantada) <i>Input 4</i>	VAE LÍQ PROD (R\$/área plantada) <i>Output</i>
Média	61,51	87.342,88	39.858,42	42.361,34	66.199,64
Mediana	39	51.069,33	26.837,17	27.542,77	38.191,13
Máximo	480	793.665,23	285.817,48	357.171,37	560.598,42
Mínimo	3,6	4.366,39	2.416,67	2.079,65	1.166,06
Desvio Padrão	78,16	122.925,18	47.776,91	55.751,76	90.735,45

Fonte: Dados da pesquisa

A observação de valores médios anuais equivalentes durante o ciclo de produção (da implantação ao quinto corte) permite uma visualização geral da situação dos produtores pesquisados. Em termos de custos, é possível verificar que são os custos com mecanização (CAEMEC) que mais oneram a produção de cana-de-açúcar. Em seguida vêm os custos com insumos (CAEINS) e com as operações manuais (CAEMDO).

Observa-se que para todas as variáveis, a mediana se mostra menor que a média, o que significa que os produtores que estão acima do percentil 50% apresentam valores maiores que aqueles que estão abaixo deste percentil, elevando assim o valor da média. Percebe-se, também, que entre os custos, o CAEMEC é o que apresenta maior desvio padrão, sugerindo um comportamento mais heterogêneo da amostra em relação a este fator de produção. Os custos com operações manuais e com insumos apresentam valores de desvio padrão menores, indicando menor dispersão e, portanto, comportamento mais homogêneo.

Os resultados da eficiência na produção de cana-de-açúcar no Paraná, pelos fornecedores independentes, mostram que, considerando o modelo orientado a *inputs* com retornos variáveis à escala (DEA-BCC), das 59 unidades produtoras da amostra, oito apresentaram máxima eficiência técnica (escore de eficiência igual a 1), o que corresponde a 13,56% da amostra total. Isto indica que tais produtores buscam combinar os recursos disponíveis de modo a minimizar o seu uso ou o custo de sua utilização, sem comprometer o nível de produção.

A eficiência média da amostra pesquisada foi da ordem de 0,71024, o que sugere que as unidades de produção poderiam reduzir os gastos com o uso de recursos em cerca de 28,98%, sem comprometer os retornos obtidos com o nível de produção. As Tabelas 4 e 5 mostram resultados para o conjunto de DMUs. Os resultados da eficiência para cada uma das DMUs podem ser visualizados na Tabela 2 do Apêndice.

Tabela 4 – Eficiência técnica dos produtores independentes de cana-de-açúcar do estado do Paraná, sob condição de retornos variáveis à escala (DEA-BCC), orientação *input*.

Indicadores	DEA-BCC
Escore Médio	0,710244
Escore Máximo	1,000000
Escore Mínimo	0,187474
DMUs Eficientes	08
% da amostra	13,56

Fonte: Resultados da pesquisa

As DMUs consideradas ineficientes (com escores menores que um) totalizaram 51 (86,44% da amostra), e apresentaram eficiência média de 0,664790. Verificou-se o menor valor de eficiência observado da ordem de 0,187474 (DMU 17), o que indica que esta unidade de produção deve, a fim de atingir a eficiência, reduzir a utilização dos *inputs* (área plantada, custos com operações mecanizadas, operações manuais e insumos), em média, em torno de 81,25%, sem alterar a produção. Já o maior escore encontrado foi de 0,986049 (DMU 5), sugerindo que neste caso a redução dos *inputs* deve ser de 1,39%, em média.

Tabela 5 – Resultados para DMUs segundo o nível de eficiência, sob condição de retornos variáveis à escala (DEA-BCC), orientação *input*

	Eficientes	Ineficientes
Número de DMUs	08	51
% da amostra	13,56	86,44
Escore máximo	1,0000	0,986049
Escore mínimo	1,0000	0,187474
Escore médio	1,0000	0,664790

Fonte: Resultados da pesquisa

Analisando de forma mais detalhada os resultados obtidos pelo modelo DEA-BCC orientado a *inputs*, ao agrupar as DMUs de acordo com a área, observa-se que das oito DMUs com máxima eficiência técnica (escore igual à unidade), quatro estão enquadradas na categoria com área plantada de até 20 hectares. É também neste grupo que se observa a maior média de eficiência (0,8105033).

Já no grupo das DMUs com área plantada entre 20 e 50 hectares, constatou-se que nenhuma apresentou eficiência técnica máxima, com média para o grupo da ordem de 0,6280014, inferior à média dos demais grupos. É neste grupo que se observou o menor escore de eficiência entre as unidades pesquisadas (0,187474). A DMU com este resultado situa-se no município de Cambará e, de acordo com os dados levantados, obteve produtividade média (83 t/ha) inferior à média do conjunto da amostra (97,38 t/ha). Na pesquisa de campo, o produtor relatou que ocorria demora na retirada da cana, por problemas de atrasos da usina, o que pode ter contribuído para tal desempenho.

No que se refere ao grupo como um todo, grande parte é constituída de produtores que estão cultivando cana há menos de 10 anos, mas atuam no setor agrícola há muito tempo. Em relação ao custo anual equivalente total por hectare, foi possível verificar que a média para este grupo (R\$2.759,21/ha) situou-se em patamar superior ao apurado para a média do conjunto de DMUs pesquisadas (2.719,84/ha).

Contudo, há que se apontar que, para o grupo, também outros fatores além do custo como, por exemplo, média de produtividade, experiência com a atividade, relato

de atrasos para a colheita e problemas climáticos, não se distanciam muito do apurado para a média do conjunto da amostra, uma vez que em todos os grupos há presença, mesmo que em menores proporções, de DMUs que expuseram ter vivenciaram problemas desta natureza ou passaram a cultivar cana há menos tempo. Desse modo, uma possível explicação para o constatado, de baixa eficiência deste grupo em relação aos demais, demandaria um estudo com enfoque diferenciado do objetivo desta pesquisa.

Já os grupos 3 (com área entre 50 e 100 ha) e 4 (com área acima de 100 ha) apresentaram resultados de eficiência semelhantes. No grupo 3, constatou-se a presença de duas DMUs com máxima eficiência técnica, sendo a média do grupo da ordem de 0,7168518. No grupo 4, também duas DMUs mostram-se tecnicamente eficientes e a média para o grupo situou-se em 0,7247549.

A Tabela 6 apresenta a estatística descritiva para as DMUs agrupadas de acordo com a área.

Tabela 6 – Resultados para os grupos de DMUs segundo a área plantada, sob condição de retornos variáveis à escala (DEA-BCC), orientação *input*.

Indicadores	Grupos			
	1	2	3	4
	Até 20 ha	20<DMU≤50 ha	50<DMU≤100 ha	Acima de 100 ha
Número de DMUs	15	21	14	09
% da amostra	25,42	35,59	23,73	15,26
Eficientes	04	--	02	02
Ineficientes	11	21	12	07
Média	0,8105033	0,6280014	0,7168518	0,7247549
Mínimo	0,571238	0,187474	0,418256	0,466986
Máximo	1	0,914608	1	1

Fonte: Resultados da pesquisa

Ainda em relação aos escores de eficiência, é interessante observar que entre as unidades de produção ineficientes, oito obtiveram valores acima de 0,9 (duas no grupo 1, uma no grupo 2, duas no grupo 3 e uma no grupo 4). Trabalho realizado por Magalhães e Campos (2006), que aplicou o modelo DEA para verificar a eficiência dos produtores de leite do estado do Ceará, tomou como critério considerar eficientes aqueles que apresentassem escores de eficiência entre 0,9 e 1, e ineficientes os que apresentaram medidas inferiores a esse valor. Estes mesmos autores citam outros trabalhos que adotaram tal procedimento, como em Gomes (1999) e Sousa Junior (2003) (MAGALHÃES E CAMPOS, 2006).

Em relação aos retornos à escala, do conjunto de DMUs da amostra, duas apresentaram retornos constantes de escala, 48 apresentaram retornos crescentes e as demais (nove) retornos decrescentes de escala. Isto mostra que para a maioria das propriedades avaliadas, acréscimos na utilização dos *inputs* acarretam aumentos mais que proporcionais na produção. Na Tabela 7 é possível visualizar estes resultados para as DMUs agrupadas de acordo com a área plantada com cana. Na Tabela 2 do Apêndice encontram-se os valores do fator de escala de cada DMU, bem como a indicação do tipo de retorno de escala no qual a DMU opera.

Tabela 7 - Retornos à escala para os grupos de DMUs segundo a área plantada, produtoras de cana-de-açúcar no estado do Paraná.

Tipos de retornos	Grupos				Total
	1	2	3	4	
	Até 20 ha	20<DMU≤50 ha	50<DMU≤100 ha	Acima de 100 ha	
Crescente	15	21	10	02	48
Constante	--	--	02	--	02
Decrescente	--	--	02	07	09
Total	15	21	14	09	59

Fonte: Resultados da pesquisa

Observou-se que as DMUs com área de até 50 ha (grupos 1 e 2) operam com retornos crescentes de escala, o que ocorre também com a maioria das DMUs do grupo 3 (até 100 ha). O mesmo não se constata para as do grupo 4 (acima de 100 ha).

As DMUs eficientes, mas com retornos crescentes de escala (quatro DMUs do grupo 1) encontram-se numa situação em que, apesar de tecnicamente eficiente, ou seja, não existem insumos utilizados em excesso, o volume de produção está abaixo da escala ótima. Isso significa que a DMU pode aumentar a produção a custos decrescentes. Nesse sentido, o aumento da produção deveria ocorrer mediante intensificação do uso de insumos, porém mantendo-se as relações entre as quantidades de produto e insumos, uma vez que são tecnicamente eficientes na combinação dos recursos.

As demais unidades produtoras, consideradas ineficientes (eficiência abaixo de 1), com retornos crescentes de escala enfrentam dois problemas: ineficiência técnica, devido ao uso excessivo de insumos, e ineficiência de escala. Esta última ocorre pois a DMU está operando abaixo da escala ótima. Para aumentar a eficiência técnica seria preciso eliminar o excesso de uso nos insumos. Por outro lado, para operar em escala ótima seria necessário aumentar a produção. Em síntese, aumento de produção deveria ocorrer reduzindo as relações entre quantidades utilizadas de insumo e o volume de produção.

As duas unidades de produção que apresentaram retornos constantes à escala tiveram também eficiência de 100% (duas DMUs do grupo 3). Assim, é possível perceber que tais DMUs apresentam eficiência técnica e de escala. Esta é a melhor situação, ou seja, estão otimizando o uso dos recursos e operam em escala ótima. Estas duas DMUs são a 6 e a 9. A primeira delas possui área plantada de 53 hectares e localiza-se no município de Cambará e a segunda em Jacarezinho, com área plantada de 56 hectares. Ambas apresentaram produtividades acima da média da amostra.

As unidades de produção eficientes que apresentaram retornos decrescentes (duas do grupo 4) encontram-se numa situação em que, mesmo tendo eficiência técnica, há ineficiência de escala. Ou seja, não estão operando na escala ótima: aumento de produção ocorre em proporção menor que aumento de uso de fatores.

Já as ineficientes que apresentaram retornos decrescentes de escala, encontram-se numa situação de ineficiência técnica e de escala. No que se refere à ineficiência de escala, isso ocorre por estar operando acima da escala ótima de produção, ou seja,

incrementos de fatores ocasionam resposta menos que proporcional nos resultados de produção.

Outro resultado interessante do modelo DEA refere-se à indicação dos *benchmarks*. Segundo Magalhães e Campos (2006, p.698), “o *benchmarking* é um instrumento valioso para os produtores, facilitando também o trabalho de pesquisa e da extensão rural, pois ao serem identificados os sistemas de produção eficientes ou de fronteira (*benchmarks*), estarão sendo identificadas as melhores práticas produtivas para as unidades ineficientes”.

Os números expressam os valores, numa escala de zero a um, que para as firmas eficientes serão iguais a zero, enquanto que para as ineficientes são os pesos utilizados na combinação linear de outras unidades de produção eficientes, as quais têm influência na projeção da firma ineficiente sobre a fronteira de produção. Quanto maior, mais alta importância da DMU *benchmark* para a firma ineficiente.

As práticas adotadas pelas DMUs eficientes identificadas como *benchmarks* devem ser observadas pelas unidades produtoras que não alcançaram a máxima eficiência, especialmente por aquelas diretamente influenciadas.

Pelos dados levantados, pode-se verificar que, de modo geral, as DMUs *benchmarks* apresentaram produtividades superiores à média do conjunto da amostra pesquisada. Em todos os casos das DMUs *benchmarks*, a comercialização da produção se dá via contrato com usina.

A unidade de produção que aparece o maior número de vezes como referência (DMU 9) é uma propriedade situada no município de Jacarezinho, com área plantada superior a 50 ha, com produtividade acima da média da amostra. Na segunda mais referenciada (DMU 33), o cultivo da cana se dá numa área inferior a 20 ha, localizada no município de Cambará. Também nesta observou-se produtividade acima da média da amostra. A Tabela 8 mostra resumidamente informações acerca das DMUs *benchmarks*. Os resultados para todas as DMUs podem ser vistos na Tabela 4 do Apêndice.

Tabela 8 – DMUs benchmarks, número de vezes que aparecem como referência e DMUs influenciadas

DMU <i>benchmark</i>	Número de vezes referência	Referência para as DMUs
6	12	2, 5, 11, 27, 38, 40, 46, 51, 52, 53, 54, 59
9	45	1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 39, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 41, 42, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 55, 54, 57, 58, 59
19	04	4, 29, 35, 40
33	23	1, 3, 8, 13, 15, 17, 18, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 42, 44, 45, 47, 55, 57
39	12	5, 8, 17, 18, 27, 28, 36, 38, 40, 47, 52, 53
43	04	14, 29, 41, 49
48	12	2, 11, 18, 27, 34, 37, 38, 46, 51, 52, 53, 54
56	13	1, 10, 2, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 44, 50, 58

Fonte: Resultados da pesquisa

Outra importante contribuição do modelo DEA para a agricultura diz respeito à informação sobre os alvos a serem alcançados pela unidade de produção, a fim de alcançar a eficiência.

Segundo Gomes, Mangabeira e Soares de Mello (2005, p. 615), “em relação aos alvos, destaca-se uma das principais contribuições dos modelos DEA para a agricultura, qual seja, informar ao agricultor quais são as fontes de ineficiência e o que deve ser feito para a busca da eficiência”.

Os resultados mostraram que, para as DMUs eficientes (6, 9, 19, 33, 39, 43, 48, 56), os alvos apresentaram valores iguais aos atuais, ou seja, aos valores utilizados. Estas unidades produtoras não exibiram folga, o que significa que combinam os fatores de produção sem desperdício.

Já para as DMUs ineficientes, os resultados mostraram valores divergentes entre os atuais e os alvos. A diferença entre os valores atuais e os alvos indicam a magnitude e o recurso produtivo que está sendo mal utilizado. Neste caso, a unidade produtora, a fim de melhorar a utilização de seus recursos produtivos, deve verificar em que

etapa do processo está ocorrendo problemas com a utilização e alocação dos recursos produtivos.

Observa-se que no caso da DMU com a menor eficiência, de 0,187474 (DMU 17) a recomendação para que se situasse na fronteira de eficiência, é que ocorresse uma redução de aproximadamente 81,25% com *inputs*, mantendo o valor líquido da produção atual. Já no caso da DMU 5, com eficiência de 98,60%, os resultados dos alvos são mais próximos dos valores atuais. Mesmo assim, na busca da eficiência esta DMU deve observar as fontes e a magnitude da ineficiência, ou seja, as quantidades ótimas a serem utilizadas para alcançar a eficiência. Como apontam Gomes, Mangabeira e Soares de Mello (2005), para alcançar a eficiência “o agricultor deve verificar em que etapa de seu processo produtivo (inclusive considerando outras variáveis não incluídas no modelo) ocorrem os gargalos que prejudicam seus resultados” (GOMES et al, 2005, p.615).

Os resultados da média para as 51 DMUs ineficientes mostram que, no conjunto, a área plantada deve reduzir de 53,74 para 33,26 ha. Também indicam que os gastos com mecanização devem passar de R\$75.435,10 para R\$44.162,43, as operações manuais de R\$34.920,10 para R\$21.902,43 e os gastos com insumos de R\$37.408,97 para R\$19.499,80. Na Tabela 9 apresentam-se os resultados dos alvos das DMUs ineficientes com o menor índice, com o maior e da média das 51 ineficientes. Na Tabela 3 do Apêndice são apresentados os resultados dos alvos de todas as DMUs.

Tabela 9 – Valores atuais e alvos de DMUs ineficientes

DMU inefic	Atual				Alvo			
	Área (ha)	CAEMEC (R\$)	CAEMDO (R\$)	CAEINS (R\$)	Área (ha)	CAEMEC (R\$)	CAEMDO (R\$)	CAEINS (R\$)
17	39,00	64.881,22	31.837,16	24.601,48	7,31	10.432,01	4.483,21	4.612,13
05	17,00	18.427,15	10.680,99	11.423,20	16,13	18.170,07	10.531,98	9.213,92
Média das 51	53,74	75.435,10	34.920,10	37.408,97	33,26	44.162,43	21.902,43	19.499,80

Fonte: Resultados da pesquisa

Assim, é possível observar a possibilidade de melhor uso dos recursos por parte dos produtores de cana do estado do Paraná. Constatação neste sentido, pode-se verificar também no trabalho de Campos et al (2006) que, ao analisar, através do modelo DEA, a eficiência de produção de cana-de-açúcar no perímetro irrigado Curu-Paraipada, estado do Ceará, conclui pela possibilidade de redução de fatores de produção por 17 dos 30 produtores pesquisados. Completando, os mesmos autores observaram que o emprego do modelo DEA “proporcionou indicativos valiosos para a melhor alocação dos recursos utilizados na produção de cana-de-açúcar, diminuindo o uso desnecessário de fatores e subsidiando informações importantes para a otimização da produção agrícola local (CAMPOS et al, 2006, p.14).

Neste mesmo sentido, Gomes, Mangabeira e Soares de Mello (2005), apontam que a indicação do nível de utilização de recursos por cada uma das DMUs, propiciada pelos resultados do modelo DEA, associada à análise da realidade do produtor, podem servir de subsídios à adoção de medidas específicas, adequadas às possibilidades de cada um, o que se poderia se traduzir em melhor gestão da propriedade.

## 7 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com a utilização do modelo DEA permitiram verificar que, do total de unidades de produção da amostra, menos de um terço, 13,56%, apresentaram eficiência máxima (escore de eficiência igual a 1). Dentre as oito eficientes, duas operavam com retornos constantes de escala, de modo que estas apresentaram eficiência técnica e de escala. A eficiência média, sob retornos variáveis à escala (DEA-BCC), para as 59 unidades produtivas foi de 0,7102445 (71,02%), indicando que os produtores poderiam reduzir, em média, o uso dos fatores de produção em 28,98%, sem comprometer o retorno obtido com a produção. A análise por grupos de DMUs, de acordo com a área, possibilitou verificar que a menor média de eficiência está naquelas entre 20 e 50 hectares, onde se verificou também a menor estimativa de eficiência. É de se destacar que 50% da DMUs com máxima eficiência técnica estão no grupo com área de até 20 hectares.

Pode-se então concluir que, de acordo com os resultados obtidos, para a maioria da amostra pesquisada, poderia haver melhor uso dos recursos que dispõem, a fim de se obter a eficiência econômica no processo produtivo. A constatação de que metade das unidades de produção com eficiência técnica máxima estão entre as propriedades com menos de 20 ha sugere a possibilidade de que áreas menores podem ser mais eficientes que grandes extensões de terra. Os resultados do estudo permitem ainda concluir que maior atenção deveria ser dispensada àquelas unidades produtoras com menor eficiência, buscando a adoção de medidas que visem minimizar os gargalos observados no processo.

Afinal, o cenário atual aponta para perspectivas de consolidação e expansão da utilização da cana na produção de energia, o que se traduz em demanda crescente pelo produto. Entretanto, a permanência no mercado passa necessariamente pela sustentabilidade econômica e conseqüente alocação eficiente dos recursos disponíveis.

Contudo, é importante apontar que a análise econômica considera valores monetários, que contém o componente preço, o torna relevante levar em consideração as relações de mercado entre o produtor rural e os demais agentes. Nos custos de produção, ressalta-se a situação desfavorável ao produtor, no sentido de menor poder de barganha, sendo basicamente tomadores de preços (de insumos, de máquinas e serviços). Do lado da receita, ou do resultado líquido da produção, convém lembrar que o preço recebido pelo produtor é determinado pelo sistema CONSECANA, o que foge do seu controle, uma vez que este valor está atrelado aos preços internos e internacionais do açúcar e do álcool.

Cabe então, ao produtor independente, um maior controle sobre a melhor combinação dos recursos produtivos disponíveis, por meio de melhor gestão do empreendimento, planejamento, informações acerca do mercado em que está inserido. Além disso, é importante a participação em associações e entidades que possam fortalecer a categoria na busca de melhores estratégias de comercialização da produção, através de remuneração de subprodutos da cana, como o bagaço, aproveitados pelas usinas.

Finalizando, cabe ainda relembrar que a eficiência apurada, até mesmo pela própria natureza conceitual de eficiência, é um resultado relativo, de modo que espelha a situação no âmbito das unidades avaliadas, incluídas na amostra. Sendo assim, situações particulares não captadas pelo estudo ou vivenciadas em contexto diverso poderiam apresentar diferentes resultados.

De qualquer modo, há que se ressaltar que estudos desta natureza podem apontar interessantes informações acerca do segmento, de modo a subsidiar de forma importante a adoção de práticas e ações que conduzam à otimização da tomada de decisão por parte dos agentes envolvidos, bem como acenar para possíveis estratégias a serem estabelecidas no âmbito de políticas públicas destinadas ao setor.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE BIOENERGIA DO ESTADO DO PARANÁ. Histórico da Produção no Paraná. Produção por Estado/Região. Disponível em: <[http://www.alcogar.org.br/histprod\\_br/hpb\\_cana4.htm](http://www.alcogar.org.br/histprod_br/hpb_cana4.htm)>. Acesso: 17 set. 2005.

ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE BIOENERGIA DO ESTADO DO PARANÁ. Produtos. Disponível em: <[http://www.alcogar.org.br/estatisticas/hist\\_prod\\_pr.php](http://www.alcogar.org.br/estatisticas/hist_prod_pr.php)>. Acesso: 29 out.2009.

ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE BIOENERGIA DO ESTADO DO PARANÁ - Estatísticas. <Disponível em: [http://www.alcogar.org.br/estatisticas/hist\\_prod\\_pr.php](http://www.alcogar.org.br/estatisticas/hist_prod_pr.php)>. Acesso: 14 ago.2010.

ANDREOLI, C; SOUZA, S.P. Cana-de-açúcar: a melhor alternativa para conversão da energia solar e fóssil em etanol. **Revista Economia e Energia**. Ano 10, n.59, dez./jan.2007. Disponível em: [http://ecen.com/eee59p/cana\\_melhor\\_converorl.htm](http://ecen.com/eee59p/cana_melhor_converorl.htm) Acesso: 20 jan.2008.

ANDRIOLLI, M.; MORAES, M.A.F.D. Vertical Integration in ethanol market. In: INTERNATIONAL PENSA CONFERENCE “Sustainable Agri-food and Bioenergy Chains/Networks Economics and Management”, 6, 2007, Ribeirão Preto: School of Business and Economics of Ribeirão Preto - University of São Paulo. October, 2007.

ANGULO MEZA, L. et al. ISYDS– Integrated System for Decision Support (SIAD – Sistema Integrado de Apoio a Decisão): a software package for data envelopment analysis model. **Pesquisa Operacional**, v.25, n.3, p 493-503, 2005

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (ASAE). Agricultural Machinery Management. In: **ASAE Standards 2000**. San Joseph, 2000. p.343-349. (ASAE EP496.2 DEC99).

BIERHALS, J.D.; BOSZCZOWKI, B. Álcool de segunda geração promete mudanças nas perspectivas do setor. **Agrianual 2009**: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, p.235-239.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Diretrizes de Política de Agroenergia 2005-2011. Sumário Executivo. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso: 03 maio 2007.

BRASIL. Presidência da República. Decreto-Lei nº 3855, de 21 de novembro de 1941. Estatuto da Lavoura Canavieira. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 21 nov.1941. 21/11/1941. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Decreto-Lei/Del3855.htm>>. Acesso: 10 maio 2010.

CAMPOS, K.C. et al. Análise da eficiência de produção de cana-de-açúcar no perímetro irrigados Curu-Paraipaba no estado do Ceará. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 44, 2006, Fortaleza. **Anais...**, Fortaleza: SOBER, 2006.

CARNEIRO, R.F.; ROCHA, P.K. Políticas públicas e energias renováveis: propostas de ações de indução à diversificação da matriz energética na Bahia. **Bahia Análise & Dados**. Salvador, v. 16, n.1, p. 23-36, jun. 2006.

CARVALHEIRO, E. M.; SHIKIDA, P.F.A.; BIRCK, L.G. Análise econômico-financeira da agroindústria canavieira do Paraná: o caso da usina Sabarálcool. In: ECOPAR,1, 2002, Maringá. **Textos eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.uel.br/cesa/ecopar/1ECOPAR/ART1ECO018.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2004.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Avaliação da safra agrícola de cana-de-açúcar 2007/2008: terceiro levantamento, novembro/2007. Brasília, 2007.

CONSECANA Paraná. Consecana Paraná: apresentação. Disponível em <<http://www.alcogar.org.br/consecana/apresentacao.php>>. Acesso: 20 out.2008.

CONSECANA Paraná. Informações básicas sobre o Consecana Paraná. Disponível em <[http://www.alcogar.org.br/consecana/inf\\_basicas.php](http://www.alcogar.org.br/consecana/inf_basicas.php)>. Acesso: 30 jan.2009.

CROSS, T. Machinery cost calculation methods. University of Tennessee Institute of Agriculture. Agricultural Extension Service. AE&RD n. 13, 2002.

DIAS, R. S.; GOMES, A P.; FINAMORE, E.B. Desempenho setorial da economia gaúcha: uma aplicação da análise envoltória de dados (DEA) utilizando dados de uma matriz de insumo-produto. In: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, 7, 2004, Maringá. **Anais ...**, Maringá: UEM,UFPR, UFSC, PUCRS, 2004. p. 452-469.

DIAS, J. A. Situação da cultura da cana-de-açúcar e do setor sucroalcooleiro na região Centro-Sul. Disponível em:  
<[http://www.conab.gov.br/.../cana\\_de\\_acucar/cana\\_de\\_acucar\\_setembro\\_2005.doc](http://www.conab.gov.br/.../cana_de_acucar/cana_de_acucar_setembro_2005.doc)>. Acesso: 30 jan.2009.

DIRETRIZES DE POLÍTICA DE AGROENERGIA 2005-2011. Disponível em  
<<http://www.mme.gov.br>>. Acesso: 04 maio.2007.

EDWARDS, W. Estimating Farm Machinery Costs. Iowa State University. University Extension, 2002.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Nacional de Energia 2030**: Informe à Imprensa. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PNE/20070626.pdf>>

FRANKE, A E.; DORFMAN, R. Viabilidade econômica da irrigação, sob condições de risco, em regiões de clima subtropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.12, dez.1998.

GOLDEMBERG, J. Ethanol for a sustainable energy future. **Revista Science**, Washington, v. 315, n. 5813, p. 8087-810, fev 2007.

GOMES, E.G; MANGABEIRA, I.A.C.; SOARES DE MELLO, J.C.B. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 43, n. 4, p. 607-631, out/dez 2005.

GOMES, E.G. et al. Uma medida de eficiência em segurança pública. Rio de Janeiro: UFF, 2006. Relatório de pesquisa. Disponível em:  
<[http://www.producao.uff.br/relpesq303/relpesq\\_303\\_07.doc](http://www.producao.uff.br/relpesq303/relpesq_303_07.doc)>. Acesso em: 22 out.2006.

GOMES, E.G.; MANGABEIRA, I.A.C. Uso de análise de envoltória de dados em agricultura: O caso de Holambra. **Engevista**, Niterói, RJ, v.6, n.1, p. 19-27, abr. 2004.

GOMES, E. G. Uso de modelos DEA em agricultura: revisão de literatura. **Engevista**. Niterói, RJ, v.10, n.1, p.27-51, jun.2008.

GUIDUCCI, R.C.N e CUNHA, C.A . Análise da Agropecuária do estado do Goiás: eficiência técnica e retornos à escala das microrregiões. **RV Economia**: análises e perspectivas econômicas. Centro de Estudos e Pesquisa Socioeconômicas. Rio Verde, GO, Ano 5 , edição 10, p. 38-42, maio 2003.

GUSMÃO, M.V, et al. O Programa de eletrificação rural “Luz no Campo”: resultados iniciais. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4, 2002, Campinas. **Anais...**, Campinas:

UNICAMP, 2002. <Disponível em: <http://www.unicamp.br/nipe/agrener2002/s16.htm>>. Acesso: 04 set.2007.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Sobre o Paraná. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=86>>. Acesso: 20 jul.2010.

JANK, M.S. Etanol e clima nas relações Brasil-EUA. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 21 mar.2009.Caderno , p.2.

MAGALHÃES, K. A.; CAMPOS, R. T. Eficiência técnica e desempenho econômico de produtores de leite no Estado do Ceará, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 44, n. 4, Brasília, p. 695-711, out/dez. 2006.

MARQUES, P.V. et al. **Custo de produção agrícola e industrial de açúcar e álcool no Brasil**. Piracicaba: PECEGE/ESALQ/USP, Depto Economia, Administração e Sociologia. 2009.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Diretrizes de Política de Agroenergia 2005-2011. Sumário Executivo. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso: 03 maio.2007.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Diretrizes de Política de Agroenergia 2006-211. (2005). Disponível em <<http://www.pdf4free.com>>. Acesso: 12 jun.2007

MONTEIRO, P. Cana própria é fator de competitividade. **Gazeta de Alagoas**. Disponível em: <<http://www.sindicucar-al.com.br/www/noticiasTexto.asp?id=1891>>. Acesso: 03 fev.2009.

MORAES, M.A.F.D. **A desregulamentação do setor sucroalcooleiro do Brasil**. São Paulo: Caminho Editorial, 2000.

NEVES, M.F. **Sistema agroindustrial da cana-de-açúcar**. São Paulo: Atlas, 2009.

OLIVEIRA, L.C. O novo ciclo da cana-de-açúcar: crescimento e desenvolvimento econômico? **Informativo CORECON**. Curitiba, junho/2006. Disponível em: <[http://www.corecon-pr.org.br/noticias/junho22\\_artigo.htm](http://www.corecon-pr.org.br/noticias/junho22_artigo.htm)>. Acesso: 20 out.2007.

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. 5.ed., São Paulo: Prentice Hall, 2002.

RISSARD JÚNIOR, D.J.; SHIKIDA, P.F.A. A agroindústria canavieira do Paraná pós-desregulamentação: uma abordagem neoschupeteriana. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília, DF, v. 45, n. 2, p. 445-473, abr/jun 2007.

RAMOS, P. Cana-de-açúcar: álcool combustível pode sustentar preços da cana. CNA nº 180, outubro, 2001. Disponível em: <<http://www.oesteinforma.com.br/news.php?news=3595>>. Acesso: 28 jul.2008.

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.

SATOLO, L.F; DIEHL, D. Aspectos nacionais e regionais do crescimento da produção brasileira de cana- de- açúcar. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46, 2008, Rio Branco. **Anais...**, Rio Branco: SOBER, 2008.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO PARANÁ/DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL (SEAB/DERAL). Dados sobre produção de cana-de-açúcar. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/deral>>. Acesso: 22 out.2006.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ/DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. Análise da conjuntura agropecuária safra 2008/09. Cana-de-açúcar/Sucroalcooleiro. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/deral>>. Acesso: 22out.2009.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ/DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. A cana-de-açúcar e o setor sucroalcooleiro: retrospectiva e cenário no Paraná–safra 2009. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/deral>>. Acesso: 10 jun.2010

SEVERO, J.R. Disponível em: <<http://www.cna.org.br/site/noticia.php?ag=0&n=7894>>. Acesso: 21 nov.2007.

SCHMIDTKE, C.R; VIEIRA, D.C; SHIKIDA, P.F.A. Inserção da agroindústria canavieira paranaense no comércio internacional e os reflexos do protecionismo. In: ENCONTRO PARANAENSE DE ECONOMIA, 4, 2005, Toledo. **Anais...**, Toledo, novembro, 2005.

SHIKIDA, P.F.A et al. Impactos das transformações institucionais e do progresso técnico sobre os fornecedores de cana do estado do Paraná. **Revista Ciências Empresariais**. UNIPAR, Toledo, v.6, n.1, p. 45-75, jan-jun/2005.

SHIKIDA, P.F.A. et al. Concentração na agroindústria canavieira paranaense pós-desregulamentação setorial. **Informações Econômicas**. São Paulo, v.38, n.9, p. 55-67, set.2008.

SILVA, A.M.A. e PONTILI, R.M. O papel da Usina de Açúcar e Álcool Goioerê Ltda como indústria motriz para o município de Moreira Sales – Paraná. In: ENCONTRO PARANAENSE DE ECONOMIA, 4, Toledo. **Anais...**, Toledo, 2005. (CD)

SILVA, J.S. **Produção de álcool combustível na fazenda e em sistema cooperativo**. Viçosa, UFV, 2007.

SILVA, J.L.M. **Ineficiência técnica e desperdício de água na fruticultura irrigada do Vale do São Francisco**. s/d. Disponível em:  
<[http://www.bnb.gov.br/content/Aplicação/ETENE/Rede\\_Irrigacao/Docs/Ineficiencia](http://www.bnb.gov.br/content/Aplicação/ETENE/Rede_Irrigacao/Docs/Ineficiencia)>.  
Acesso: 21out.2006.

SILVA, J.L.M. e SAMPAIO, Y.S.B. E A eficiência técnica dos colonos em perímetros irrigados em Petrolina (PE) e Juazeiro (BA): uma análise de modelos de fronteira de produção. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v.33, n.2, abr.jun/ 2002.

SOARES DE MELLO, J.C.B. et al. **Curso de Análise de Envoltória de Dados**. XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Gramado, RS, 2005.

TANACA, E.K.T; PEREIRA, J.A.Z; PIGATTO, G. Substituição da Pecuária de Corte e Expansão da Cana-de-Açúcar no Estado de São Paulo: o impacto nas regiões oeste e noroeste do estado. IN: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46, 2008, Rio Branco. **Anais...**, Rio Branco: SOBER, 2008

TORQUATO, S.A; MARTINS, R; RAMOS, S.F. Cana-de-açúcar no estado de São Paulo: eficiência econômica das regionais novas e tradicionais de produção. **Informações Econômicas**. São Paulo, v.39, n.5, p. 92-99, maio 2009.

TRIOLA, M.F. **Introdução à estatística**. 7.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

TUPY, O.; VIEIRA, M.C.; ESTEVES, S. N. Eficiência produtiva de cooperativas de laticínios do estado de São Paulo. In: **Informações Econômicas**. São Paulo, v.33, n.7, p. 37-45, jul.2003.

TUPY, O.; et al. **Técnicas para avaliação da eficiência na produção de leite**. Documentos 47, São Carlos, EMPRAPA, dezembro, 2005.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Cana: Fornecedores independentes se enfraquecem**. Disponível em  
,<http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias.php?id=20889>>. Publicado em 10/07/07, Folha de S. Paulo/Udop. Acesso: 03 fev.2009.

VASCONCELLOS, M.A.S; GARCIA, M.E. **Fundamentos de economia**. 3.ed., São Paulo: Saraiva, 2008.

WAACK, R.S; NEVES, M.F. Competitividade do Sistema Agroindustrial da Cana-de-Açúcar. *In: FARINA, E.M.M.Q; ZYLBERSTAJN, D. coords. In: **Competitividade no Agribusiness Brasileiro** – Volume V – Sistema Agroindustrial da Cana-de-Açúcar. São Paulo: PENSA/FIA/FEA/USP, 1998.*

ZAMPIERI, D. **Cana-de-açúcar – Açúcar & Álcool: Cenários de curto e médio prazo.** Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2007/08. Estado do Paraná/Secretaria da Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab>>. Acesso: 20 jan.2008.

ZAMPIERI, D. **A cana-de-açúcar e o setor sucroalcooleiro: retrospectiva e cenário no Paraná–safra 2009.** Estado do Paraná/Secretaria da Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural. Curitiba, set-out, 2009. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab>>. Acesso: 10 jun.2010.

## APÊNDICE

Tabela 1 - Custos anuais equivalentes com operações mecanizadas (CAEMEC), com operações manuais (CAEMDO), com insumos (CAEINS) e total (CAETOTAL) e valor anual equivalente líquido da produção (VAELIQPROD), por hectare, da produção de cana-de-açúcar de DMUs de produtores/fornecedores independentes do estado do Paraná, (R\$/ha).

DMU	CAEMEC (R\$/ha)	CAEMDO (R\$/ha)	CAEINS (R\$/ha)	CAETOTAL (R\$/ha)	VAELIQPROD (R\$/ha)	DMU	CAEMEC (R\$/ha)	CAEMDO (R\$/ha)	CAEINS (R\$/ha)	CAETOTAL (R\$/ha)	VAELIQPROD (R\$/ha)
1	1404,68	843,64	642,83	2891,15	840,60	33	1493,35	586,70	622,06	2702,11	1554,85
2	1118,69	784,97	788,94	2692,60	835,76	34	1453,99	698,86	593,64	2746,50	1001,26
3	1571,53	477,13	842,26	2890,91	856,85	35	1481,93	711,68	596,41	2790,02	957,74
4	1247,14	818,77	622,70	2688,61	1530,53	36	1247,56	661,85	575,17	2484,58	1007,12
5	1083,95	628,29	671,95	2384,20	1398,48	37	1402,52	701,18	587,77	2691,47	974,82
6	1047,92	642,61	589,95	2280,47	1502,20	38	1200,88	663,79	575,60	2440,28	959,76
7	888,35	1462,30	555,76	2906,41	233,21	39	1212,89	671,30	577,68	2461,86	938,18
8	1216,08	602,45	788,94	2607,47	1175,21	40	1165,45	669,07	583,51	2418,03	803,06
9	1265,19	666,78	519,87	2451,84	1784,75	41	1461,46	684,20	592,85	2738,51	1582,46
10	1367,70	724,26	834,25	2926,20	1554,81	42	1594,42	582,47	709,08	2885,96	1199,33
11	1184,07	798,74	544,20	2527,00	1226,57	43	1653,47	595,45	744,11	2993,03	1167,91
12	1398,84	762,86	790,44	2952,13	976,03	44	1641,99	760,08	625,82	3027,90	1133,05
13	1350,30	663,86	627,36	2641,52	1090,23	45	1422,35	657,64	649,98	2729,97	1204,01
14	1622,74	567,81	709,08	2899,63	1185,66	46	1255,49	739,64	638,91	2634,03	1411,98
15	1450,50	663,06	611,02	2724,58	1209,41	47	1561,22	477,83	835,11	2874,16	873,60
16	1490,64	677,78	767,44	2935,87	1225,07	48	1256,49	725,75	593,30	2575,55	1470,46
17	1663,62	816,34	630,81	3110,77	270,36	49	1572,11	477,13	842,26	2891,49	856,27
18	1321,88	712,87	724,45	2759,20	1168,96	50	1338,46	708,05	834,25	2880,76	1600,25
19	1281,79	718,13	638,91	2638,83	1407,18	51	1262,44	821,36	621,70	2705,50	1513,63
20	1437,18	731,71	733,19	2902,08	1334,51	52	1254,38	666,78	598,28	2519,44	972,26
21	1309,47	780,36	818,06	2907,89	1026,09	53	1163,11	784,97	788,94	2737,02	873,40
22	1395,61	732,56	892,75	3020,92	913,06	54	1118,69	792,40	793,74	2704,83	879,98
23	1395,37	736,73	871,56	3003,65	930,33	55	1227,43	579,23	855,90	2662,56	1120,12
24	1276,93	559,11	684,33	2520,37	818,57	56	1343,97	705,21	819,60	2868,79	1612,23
25	1298,96	566,36	660,06	2525,39	852,83	57	1581,43	493,64	842,26	2917,33	830,43
26	1304,99	577,01	685,92	2567,92	771,01	58	1479,92	708,58	594,42	2782,91	964,85
27	1234,60	666,78	598,28	2499,66	701,06	59	1123,23	788,04	778,70	2689,97	894,84
28	1228,17	646,71	576,38	2451,26	749,47						
29	1476,69	593,66	603,38	2673,73	861,62	<b>Média</b>	<b>1350,03</b>	<b>686,12</b>	<b>683,68</b>	<b>2719,84</b>	<b>1067,03</b>
30	1464,96	593,18	622,43	2680,57	741,29	Máximo	1663,62	1462,30	892,75	3110,77	1784,75
31	1453,75	578,52	608,14	2640,41	698,52	Mínimo	888,35	477,13	519,87	2280,47	233,21
32	1429,10	572,81	610,65	2612,57	726,37	Desv.Padr	166,00	137,43	103,14	188,49	319,72

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 2 – Escores de eficiência e retornos à escala da produção de cana-de-açúcar de DMUs de produtores independentes do estado do Paraná, modelo DEA-BCC, orientação *inputs*

DMU	Escores de Eficiência (DEA-BCC)	Fator de escala (u)	Tipo de retornos	DMU	Escores de Eficiência (DEA-BCC)	Fator de escala (u)	Tipo de retornos
1	0,515523	0,06388150	Crescente	31	0,452419	0,00211754	Crescente
2	0,536222	0,02868032	Crescente	32	0,475205	0,00228834	Crescente
3	0,671930	0,00218038	Crescente	33	1,000000	0,17395131	Crescente
4	0,948139	-0,25913224	Decrescente	34	0,622911	0,09136118	Crescente
5	0,986049	0,11094664	Crescente	35	0,582207	-0,15032373	Decrescente
6	1,000000	0,00000000	Constante	36	0,624794	0,07190022	Crescente
7	0,983034	0,98303371	Crescente	37	0,622975	0,10458923	Crescente
8	0,762221	0,07642740	Crescente	38	0,689006	0,14280247	Crescente
9	1,000000	0,00000000	Constante	39	1,000000	0,47132808	Crescente
10	0,875944	0,02314082	Crescente	40	0,837788	0,37528114	Crescente
11	0,798155	0,09044328	Crescente	41	0,973874	-0,30706329	Decrescente
12	0,591544	0,05619913	Crescente	42	0,772595	0,00468839	Crescente
13	0,613657	0,00118946	Crescente	43	1,000000	-0,05797975	Decrescente
14	0,939258	-0,18708434	Decrescente	44	0,674951	0,06506542	Crescente
15	0,681696	0,00145360	Crescente	45	0,684094	0,00131130	Crescente
16	0,705664	0,03371948	Crescente	46	0,805670	0,03103974	Crescente
17	0,187474	0,04677673	Crescente	47	0,692955	0,18390403	Crescente
18	0,754500	0,14911695	Crescente	48	1,000000	0,20202827	Crescente
19	1,000000	-0,07996557	Decrescente	49	0,787140	-0,18089671	Decrescente
20	0,770041	0,03807038	Crescente	50	0,914608	0,03688068	Crescente
21	0,593066	0,03026107	Crescente	51	0,890160	0,06381814	Crescente
22	0,535517	0,03471122	Crescente	52	0,572983	0,04024187	Crescente
23	0,571238	0,06095980	Crescente	53	0,598939	0,09212863	Crescente
24	0,451181	0,00244213	Crescente	54	0,573980	0,03958412	Crescente
25	0,565867	0,00428596	Crescente	55	0,724718	0,00351617	Crescente
26	0,499436	0,00110277	Crescente	56	1,000000	0,15907700	Crescente
27	0,418256	0,02883760	Crescente	57	0,629408	0,00201776	Crescente
28	0,480268	0,06068107	Crescente	58	0,550286	0,02107467	Crescente
29	0,684221	-0,12053388	Decrescente	59	0,563546	-0,03646953	Decrescente
30	0,466986	0,00092074	Crescente	<b>Média</b>	<b>0,710244</b>	-	-

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 3 – Valores atuais e alvos das DMUs

DMU	ATUAL					ALVO				
	ÁREA (ha)	CAEMEC (R\$/área)	CAEMDO (R\$/área)	CAEINS (R\$/área)	VAELIQPROD (R\$/área)	ÁREA (ha)	CAEMEC (R\$/área)	CAEMDO (R\$/área)	CAEINS (R\$/área)	VAELIQPROD (R\$/área)
1	24,40	34.274,09	20.584,90	15.685,17	20.510,65	12,58	17.555,43	8.014,19	8.086,07	20.510,65
2	59,90	67.009,57	47.019,84	47.257,53	50.062,01	32,12	35.931,99	21.119,65	18.482,51	50.062,01
3	63,00	99.006,35	30.058,95	53.062,15	53.981,32	30,91	40.296,84	20.197,50	16.601,72	53.981,32
4	85,00	106.007,05	69.595,28	52.929,19	130.095,18	79,06	100.509,4	54.212,12	44.570,40	130.095,18
5	17,00	18.427,15	10.680,99	11.423,20	23.774,14	16,13	18.170,07	10.531,98	9.213,92	23.774,14
6	53,00	55.539,64	34.058,13	31.267,25	79.616,77	53,00	55.539,64	34.058,13	31.267,25	79.616,77
7	5,00	4.441,75	7.311,49	2.778,80	1.166,06	3,60	4.366,39	2.416,67	2.079,65	3.377,45
8	24,00	29.185,80	14.458,80	18.934,57	28.205,03	16,97	22.246,04	11.020,80	9.286,59	28.205,03
9	56,00	70.850,88	37.339,80	29.112,45	99.946,26	56,00	70.850,88	37.339,80	29.112,45	99.946,26
10	51,00	69.752,78	36.937,03	42.546,55	79.295,43	44,67	56.718,96	29.884,20	23.980,14	79.295,43
11	19,00	22.497,36	15.176,01	10.339,72	23.304,88	14,61	17.956,38	10.095,94	8.252,70	23.304,88
12	21,00	29.375,55	16.020,01	16.599,27	20.496,59	12,42	16.481,32	8.655,98	9.366,96	20.496,59
13	83,00	112.074,63	55.100,70	52.070,90	90.489,41	50,84	64.564,68	33.812,93	26.538,49	90.489,41
14	156,000	253.147,79	88.578,37	110.616,4	184.962,52	134,25	204.250,8	83.197,92	89.657,79	184.962,52
15	68,00	98.633,88	45.087,85	41.549,47	82.239,59	46,34	59.080,81	30.736,22	24.293,05	82.239,59
16	35,00	52.172,55	23.722,42	26.860,45	42.877,58	24,70	31.797,24	16.736,22	14.929,27	42.877,58
17	39,00	64.881,22	31.837,16	24.601,48	10.544,20	7,31	10.432,01	4.483,21	4.612,13	10.544,20
18	12,00	15.862,59	8.554,47	8.693,39	14.027,51	9,05	11.968,33	6.372,18	6.559,17	14.027,51
19	268,00	343.520,89	192.457,67	171.227,1	377.124,32	268,00	343.520,8	192.457,6	171.227,1	377.124,32
20	31,00	44.552,65	22.683,14	22.728,80	41.369,90	23,87	30.765,50	16.191,90	14.554,57	41.369,90
21	39,00	51.069,33	30.433,88	31.904,47	40.017,63	23,13	29.840,10	15.703,69	14.218,49	40.017,63
22	34,00	47.450,75	24.907,20	30.353,49	31.043,95	18,21	23.699,17	12.463,91	11.988,28	31.043,95
23	19,36	27.014,40	14.263,02	16.873,31	18.011,16	11,06	14.780,48	7.758,66	8.749,26	18.011,16

Continua

Continuação

DMU	ATUAL					ALVO				
	ÁREA (ha)	CAEMEC (R\$/área)	CAE MDO (R\$/área)	CAEINS (R\$/área)	VAELIQPROD (R\$/área)	ÁREA (ha)	CAEMEC (R\$/área)	CAEMDO (R\$/área)	CAEINS (R\$/área)	VAELIQ PROD (R\$/área)
24	48,00	61.292,68	26.837,17	32.847,70	32.291,48	19,08	25.879,06	12.108,42	10.698,1	32.291,48
25	27,00	35.072,04	15.291,78	17.821,60	23.026,51	14,02	19.720,40	8.653,12	8.176,45	23.026,51
26	103,00	134.413,8	59.432,27	70.649,97	79.414,52	44,79	57.202,92	29.682,63	23.524,1	79.414,52
27	58,00	71.606,77	38.673,36	34.700,39	40.661,54	24,26	29.949,99	16.175,38	12.997,6	40.661,54
28	29,00	35.616,86	18.754,65	16.714,95	21.734,56	13,55	17.105,64	9.007,26	7.251,39	21.734,56
29	264,00	389.846,6	156.725,74	159.291,1	227.467,99	164,84	238.841,98	107.234,9	108.990,	227.467,99
30	120,00	175.795,3	71.181,57	74.691,73	88.955,28	50,00	63.544,90	33.240,79	26.120,9	88.955,28
31	53,50	77.775,61	30.950,98	32.535,59	37.371,02	21,84	29.255,56	14.002,80	12.080,7	37.371,02
32	50,00	71.455,08	28.640,75	30.532,73	36.318,35	21,27	28.555,82	13.610,22	11.794,2	36.318,35
33	9,60	14.336,17	5.632,30	5.971,81	14.926,57	9,60	14.336,17	5.632,30	5.971,81	14.926,57
34	19,20	27.916,70	13.418,11	11.397,92	19.224,23	11,96	16.943,61	7.389,74	7.099,89	19.224,23
35	136,00	201.542,0	96.787,81	81.112,34	130.252,92	79,18	100.664,63	54.300,39	44.651,2	130.252,92
36	24,00	29.941,40	15.884,34	13.804,13	24.170,93	14,88	18.707,20	9.924,44	7.908,65	24.170,93
37	16,80	23.562,34	11.779,82	9.874,48	16.376,95	10,47	14.013,30	6.971,51	6.151,56	16.376,95
38	12,00	14.410,61	7.965,50	6.907,25	11.517,15	8,27	9.929,00	5.488,28	4.604,38	11.517,15
39	3,60	4.366,39	2.416,67	2.079,65	3.377,45	3,60	4.366,39	2.416,67	2.079,65	3.377,45
40	4,80	5.594,16	3.211,53	2.800,87	3.854,69	3,91	4.686,72	2.614,74	2.262,36	3.854,69
41	85,00	124.223,8	58.157,26	50.392,62	134.509,50	82,78	106.144,60	56.637,85	47.274,1	134.509,50
42	24,00	38.266,01	13.979,20	17.017,92	28.783,82	17,16	23.547,43	10.800,26	9.743,47	28.783,82
43	480,00	793.665,2	285.817,48	357.171,3	560.598,42	480,00	793.665,23	285.817,4	357.171,	560.598,42
44	24,00	39.407,79	18.241,98	15.019,73	27.193,12	16,20	21.804,59	10.623,56	10.137,5	27.193,12
45	76,00	108.098,5	49.980,90	49.398,38	91.504,780	51,39	65.239,62	34.191,61	26.814,8	91.504,780

Continua

## Continuação

DMU	ATUAL					ALVO				
	ÁREA (ha)	CAEMEC (R\$/área)	CAEMDO (R\$/área)	CAEINS (R\$/área)	VAELIQPROD (R\$/área)	ÁREA (ha)	CAE MEC (R\$/área)	CAE MDO (R\$/área)	CAEINS (R\$/área)	VAELIQPROD (R\$/área)
46	50,00	62.774,26	36.982,00	31.945,360	70.598,76	40,28	50.575,34	26.972,85	21.252,0	70.598,76
47	16,80	26.228,50	8.027,47	14.029,86	14.676,51	9,47	14.120,31	5.562,68	5.887,54	14.676,51
48	8,00	10.051,95	5.806,04	4.746,42	11.763,65	8,00	10.051,95	5.806,04	4.746,42	11.763,65
49	192,00	301.844,22	91.608,22	161.713,23	164.403,91	115,32	171.992,08	72.108,52	75.016,7	164.403,91
50	32,00	42.830,85	22.657,66	26.695,87	51.208,10	29,27	37.498,04	19.743,79	16.999,6	51.208,10
51	24,20	30.551,10	19.876,93	15.045,19	36.629,92	21,54	27.195,35	14.701,35	11.623,5	36.629,92
52	41,00	51.429,59	27.338,07	24.529,59	39.862,47	23,49	29.468,29	15.664,25	12.391,1	39.862,47
53	19,40	22.564,30	15.228,46	15.305,44	16.943,90	11,62	13.514,65	7.979,16	6.867,88	16.943,90
54	43,40	48.551,18	34.390,32	34.448,22	38.191,13	24,91	27.867,39	16.505,15	14.482,2	38.191,13
55	32,18	39.498,80	18.639,55	27.542,77	36.045,37	21,13	28.374,36	13.508,41	11.719,9	36.045,37
56	10,20	13.708,53	7.193,13	8.359,96	16.444,73	10,20	13.708,53	7.193,13	8.359,96	16.444,73
57	65,80	104.058,08	32.481,44	55.420,47	54.642,50	31,28	40.736,34	20.444,08	16.781,6	54.642,50
58	56,00	82.875,27	39.680,58	33.287,25	54.031,35	30,82	39.430,07	20.763,08	17.701,3	54.031,35
59	108,00	121.308,43	85.108,42	84.100,02	96.642,84	55,51	68.362,90	36.806,55	29.462,5	96.642,84

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 4 – *Benchmarks* da produção de cana-de-açúcar de produtores independentes do estado do Paraná

DMU	DMUs <i>Benchmarks</i>							
	6	9	19	33	39	43	48	56
1	0	0,06030	0	0,63873	0	0	0	0,30096
2	0,40577	0,12207	0	0	0	0	0,47214	0
3	0	0,45936	0	0,54063	0	0	0	0
4	0	0,89122	0,10877	0	0	0	0	0
5	0,18157	0,06786	0	0	0,75056	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	1	0	0	0
8	0	0,21049	0	0,38971	0,39979	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0	0	0
10	0	0,75268	0	0	0	0	0	0,24731
11	0,04082	0,09946	0	0	0	0	0,85970	0
12	0	0,04852	0	0	0	0	0	0,95147
13	0	0,88876	0	0,11123	0	0	0	0
14	0	0,81544	0	0	0	0,18455	0	0
15	0	0,79173	0	0,20826	0	0	0	0
16	0	0,31655	0	0	0	0	0	0,68344
17	0	0	0	0,54986	0,38766	0	0	0,06246
18	0	0	0	0,06372	0,03747	0	0,39109	0,50770
19	0	0	1	0	0	0	0	0
20	0	0,29849	0	0	0	0	0	0,70150
21	0	0,28230	0	0	0	0	0	0,71769
22	0	0,17483	0	0	0	0	0	0,82516
23	0	0,01875	0	0	0	0	0	0,98124
24	0	0,20424	0	0,79575	0	0	0	0
25	0	0,09527	0	0,90472	0	0	0	0
26	0	0,75850	0	0,24149	0	0	0	0
27	0,05580	0,33030	0	0	0,47883	0	0,13505	0
28	0	0,18411	0	0,05002	0,76586	0	0	0
29	0	0,64436	0,19786	0	0	0,15777	0	0
30	0	0,87072	0	0,12927	0	0	0	0
31	0	0,26399	0	0,73600	0	0	0	0
32	0	0,25160	0	0,74839	0	0	0	0
33	0	0	0	1	0	0	0	0
34	0	0,05480	0	0,83092	0	0	0,11427	0
35	0	0,89065	0,10934	0	0	0	0	0
36	0	0,21383	0	0,01247	0,77369	0	0	0
37	0	0,03900	0	0,37111	0	0	0,58988	0
38	0,03131	0,05944	0	0	0,90786	0	0,00137	0

Continua

Continuação

DMU	DMUs <i>Benchmarks</i>							
	6	9	19	33	39	43	48	56
39	0	0	0	0	1	0	0	0
40	0,00625	0	0	0	0,99374	0	0	0
41	0	0,87847	0,11673	0	0	0,00479	0	0
42	0	0,16298	0	0,83701	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	1	0	0
44	0	0,13680	0	0,44441	0	0	0	0,41878
45	0	0,90071	0	0,09928	0	0	0	0
46	0,03199	0,64257	0	0	0	0	0,32542	0
47	0	0	0	0,97834	0,02165	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	1	0
49	0	0,86007	0	0	0	0,13992	0	0
50	0	0,41632	0	0	0	0	0	0,58367
51	0,00080	0,28136	0	0	0	0	0,71782	0
51	0,01203	0,36729	0	0	0,60896	0	0,01170	0
53	0,09590	0	0	0	0,15829	0	0,74579	0
54	0,31312	0,05875	0	0	0	0	0,62812	0
55	0	0,24839	0	0,75160	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	1
57	0	0,46713	0	0,53286	0	0	0	0
58	0	0,45013	0	0	0	0	0	0,54986
59	0,16249	0,83750	0	0	0	0	0	0

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 5 – Indicadores estatísticos de produtividade média das DMUs

Indicadores	Cana (t/ha)	ATR (kg/t)
Média	97,37	133,78
Máximo	110,00	145,00
Mínimo	83,00	110,00

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 6 – Valor corrente da ATR no estado do Paraná – Junho/2009 a Maio/2010.

Mês/Ano	Preço realizado no mês (R\$/kg)
Junho/09	0,2645
Julho/09	0,2631
Agosto/09	0,2765
Setembro/09	0,2904
Outubro/09	0,3154
Novembro/09	0,3236
Dezembro/09	0,3542
Janeiro/10	0,3325
Fevereiro/10	0,3999
Março/10	0,3162
Abril/10	0,2998
Maio/10	0,3394

Fonte: <http://www.alcopar.org.br/consecana/resolucoes>

Tabela 7 – Principais insumos, citados por produtores, utilizados na produção de cana-de-açúcar.

Tipo	Especificação
Mudas	BR 5453, SP 1842, SP 1049, 5350, 5536, 3250, 3280, 1816, 454, 245, 132
Fertilizante	Super fosfato simples, Cargill 20-00-30, Meringer 20-00-30, Sulfamo K11, 18-00-18, 04-20-20, 00-20-20, 00-25-25, 05-25-25, 20-18-18
Herbicida	Aurora, Blitz, Combine, DMA 806 BR 2.4D, Gamit, Hexaron, Herbipak, Provence, Rounddup, Sencor, Sinerge, Trifuralina, Velpar, Volcane
Formicida	Regent 20G, Regent 800WG, Mirex
Calcário	Dolomítico, calcítico

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 8 – Taxa de Juros de Longo Prazo – TJLP- Junho/2009 a Maio/2010

Mês/Ano	Taxa (%)
Junho/09	0,5208
Julho/09	0,5
Agosto/09	0,5
Setembro/09	0,5
Outubro/09	0,5
Novembro/09	0,5
Dezembro/09	0,5
Janeiro/10	0,5
Fevereiro/10	0,5
Março/10	0,5
Abril/10	0,5
Maio/10	0,5

Fonte: <http://www.receita.fazenda.gov.br/PessoaJuridica/REFIS/TJLP.htm>

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP  
 Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA  
 Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Energia na Agricultura

ROTEIRO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS JUNTO A PRODUTORES INDEPENDENTES DE CANA-DE-  
 AÇÚCAR DO ESTADO DO PARANÁ

1. Nome do produtor:
2. Nome da propriedade:
3. Endereço:
4. Safra/Corte:
5. Área da propriedade (ha):
6. Área plantada com cana-de-açúcar:
7. Tempo que se dedica ao plantio da cana-de-açúcar:
8. Qual a condição de posse da terra?  
 Própria                                       Arrendada                                       Parceiro/Meeiro
9. Exerce outra (s) atividade (s)?  
 Sim. Onde/Quais:  
 Não.
10. Destino da produção de cana-de-açúcar:  
 Usina/Destilaria                                      Possui contrato  Sim                                       Não  
 Consumo animal  
 Outro:
11. Número de cortes previstos:

12. Produção:

1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte
t ou t/ha:				
ATR:	ATR:	ATR:	ATR:	ATR:

**13. Operações realizadas**

**IMPLANTAÇÃO DA LAVOURA**

OPERAÇÕES	Rendimento (horas/ha)	Trator		Implemento	Mão-de-obra		Observação
		Tipo	Potência	Descrição	Tratorista	Comum	
Construção dos terraços							
Dessecação para plantio							
Eliminação de soqueiras							
Marcação de carreadores							
Subsolagem							
Calagem ou gesso							
Gradagem aradora							
Gradagem niveladora							
Sulcação/Adubação							
Distribuição torta de filtro							
Cobrição							
Quebra-lombo							
Plantio mecanizado: corte de mudas							
Plantio mecanizado: carregamento de mudas							
Plantio mecanizado: transporte de mudas							
Plantio manual: picação de mudas							
Plantio manual: repasse de mudas							
Pulverização herbicida							
Transporte interno de insumos							
Carpa química (cana- planta)							
Carpa manual repasse (cana-planta)							
Combate formiga							

<b>Insumos</b>	<b>Especificação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade (kg, litros, ton)</b>
Mudas			
Calcário			
Dessecante pré-plantio			
Fertilizante cana-planta			
Herbicida cana-planta			
Herbicida capina química			
Inseticida			
Nematicida			
Formicida			
Cupinicida			
Outros			

**CONDUÇÃO DA LAVOURA**

<b>OPERAÇÃO</b>	<b>1º CORTE</b>				<b>2º CORTE</b>				<b>3º CORTE</b>			
	<b>Rendim</b>	<b>Trator</b>	<b>Equipam</b>	<b>MDO</b>	<b>Rendim</b>	<b>Trator</b>	<b>Equipam</b>	<b>MDO</b>	<b>Rendim</b>	<b>Trator</b>	<b>Equipam</b>	<b>MDO</b>
Conservação carreadores												
Pulveriz. herbicida												
Aplicação vinhaça												
Adubação												
Transp. interno insumos												
Aceiro												
Queima												
Catação bituca												
Carpa química (soqueiras)												
Combate formiga												
Enleiramento palha												
Corte cana												
Cerregamento cana												
Transporte Cana												
Tríplice operação												



Insumos	Especificação	Quantidade					Unidade (kg, litros, ton)
		1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte	
Calcário							
Fertilizante soqueira							
Herbicida soqueira							
Herbicida capina química							
Inseticida							
Nematicida							
Formicida							
Cupinicida							
Maturador							
Outros							

14. Outras operações realizadas (relacionados à produção da cana):

DESCRIÇÃO	Nº PESSOAS/Nº HORAS
Análise de solo (equipe técnica)	
Locação de terraços (equipe topográfica)	
Fiscais de campo	
Auditoria de plantio	
Auditoria de cultivo	
Auditoria de colheita	
Pré-análise da cana	
Assistência Técnica	

15. Tipo de mão-de-obra empregada na produção (nº pessoas e de meses):

( ) Familiar

( ) Contratada ( ) Permanente ( ) Temporária

16. Como comercializa a produção:

17. Já recorreu ou possui a algum tipo de financiamento?

( ) Sim. Tipo/órgão financiador:

( ) Não.

Nome do informante:

Data:

# 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](#)