

# Viabilidade econômica e financeira da utilização do excedente de energia elétrica co-gerada em uma usina de açúcar e álcool da Alta Paulista

*Economic and financial viability from utilization of the exceeding of electric power co-generated in the plan of sugar and alcohol from Alta Paulista*

**Rogério Buchala**

Mestre em Agronomia – FCA – UNESP - Botucatu

**Luiz Roberto Almeida Gabriel**

Livre Docente e Professor da FCA – UNESP - Botucatu

## Resumo

Neste trabalho procurou-se abordar a importância de novas alternativas para o desenvolvimento sócio-econômico regional. Foi elaborado um estudo de viabilidade econômico-financeira para a utilização do excedente de energia elétrica cogerada, por uma usina de açúcar e álcool, na região da Alta Paulista, em processos produtivos de leveduras e polpa de frutas. Buscou-se abordar a industrialização desses produtos por serem estes, essencialmente regionais e que, hoje, escoam como insumos, sem valor agregado. O desenvolvimento regional deve ser amparado em vertentes sólidas e que promovam equilíbrio sócio econômico, buscando uma vantagem competitiva para região do estudo com sustentabilidade ambiental.

**Palavras-chave:** Energia. Desenvolvimento. Produção. Eficácia.

## Abstract

This Project deals with the importance of new alternatives for the regional social- economic development. A research has been elaborated about the economical and financial viability in the application of the over co-produced energy, by a sugar and alcohol Plant, in Alta Paulista region, in productive processes of yeast sugar and fruit pulp. The industrialization of these products has been demonstrated, mainly because they are essentially regional ones and, nowadays, they are considered inputs without aggregate value. The regional development must be consolidate and must promote social-economic balance to obtain a competitive advantage based on environmental sustainability.

**Keywords:** Energy. Development. Production. Effectiveness.

## 1. Introdução

As sociedades enfrentam, atualmente o grande desafio de preservar a qualidade do meio ambiente por questões éticas envolvendo, principalmente, as condições de sobrevivência das gerações futuras. A preocupação com o meio ambiente deve constar em todas as estratégias de desenvolvimento, de uma forma natural, como algo que faz parte e está presente em todos os momentos da atividade humana.

Assim sendo, o grande problema ao se manter uma estrutura social baseada na utilização intensa de energia, não se concentra apenas nos altos investimentos necessários, nem no fato das reservas dos combustíveis fósseis serem finitas, mas também na degradação ambiental que os empreendimentos alternativos acarretam.

A ação do homem sobre o meio ambiente vem acontecendo numa escala muito acelerada a ponto de gerar grande apreensão em relação ao que virá a acontecer num futuro próximo, caso não sejam tomadas medidas severas e eficazes, que venham, ao menos, minimizar ou até reverter a destruição iminente e desnecessária de riquezas naturais indispensáveis à vida do homem sobre a terra.

A produção de energia, nos dias de hoje, consiste em uma das principais ameaças às condições de sobrevivência do homem no planeta. A emissão de gases provenientes dos processos de produção, principalmente industriais, acentua o denominado efeito estufa. A retenção excessiva de calor na atmosfera vem modificando os fluxos de energia

e alterando os processos complexos de interação oceano-atmosfera, desestabilizando o equilíbrio energético no planeta, originando eventos climáticos extremos, de amplitude global. Essas mudanças climáticas são ameaças à vida humana, além dos impactos previstos na economia em escala mundial.

No setor energético, a utilização de sistemas eficientes e a implantação de tecnologias, visando substituir o uso intensivo de recursos por uma racionalidade econômica e sócio-ambiental, podem propiciar a minimização desses impactos ambientais e estabelecer um novo patamar na conscientização em prol da conservação do planeta, com consequências positivas para a economia e o meio ambiente.

O aproveitamento energético pelo ser humano ainda não atingiu um nível satisfatório considerando-se que a maior parte da energia utilizada no planeta não é renovável. O ciclo atual é da "economia do carbono" e isso se deve a um período de grandes transformações estruturais que induziram uma sociedade tipicamente agrária a se tornar industrial e urbanizada – a revolução industrial.

No Brasil, em especial a elevação dramática da conta petróleo, após os dois choques do petróleo, viabilizou a utilização fontes locais de energia - hidroeletricidade, exploração dos recursos petrolíferos nacionais e, dentre elas, o desenvolvimento de formas derivadas da cana-de-açúcar. Nesta oportunidade, ressalta-se a geração de energia a partir da biomassa da cana-de-açúcar e a implantação de sistemas de cogeração de energia elétrica, que passaram a significar o aumento da eficiência energética e, por conseguinte, redução dos custos de produção e dos impactos ambientais através da obtenção de duas ou mais formas de energia, a partir da utilização de um único insumo energético.

Sendo assim, pode-se afirmar que a investigação relativa à viabilidade econômica e financeira da utilização do excedente de energia elétrica cogenerada na queima do bagaço de cana-de-açúcar - através desse estudo - oferece às usinas de açúcar e álcool e a toda sociedade industrial, uma grande oportunidade de reflexão sobre o assunto, já que energia e desenvolvimento sempre andaram juntos. Na Alta Paulista uma região a oeste do estado de São Paulo, com 33 municípios, é necessário um processo de reestruturação econômica que venha a oferecer uma oportunidade de reversão do atual quadro de estagnação sócio-econômica e de impactos ambientais generalizados.

A associação do processo de industrialização do açúcar e álcool, da cogeração de energia elétrica com outros processos produtivos, numa perspectiva de recuperação e preocupação ambiental, pode ser o ponto de partida de um novo ciclo econômico para essa região.

Pode-se imaginar que além do processo de transformação das usinas em 'centrais energéticas', com capacidade de disponibilizar energia para o abastecimento de parte da rede nacional de distribuição elétrica, passa-se a vê-las como núcleos agroindustriais para o desenvolvimento regional sustentável .

Pode parecer uma pretensão audaciosa, porém, tecnologicamente possível, economicamente viável e social e ambientalmente desejável. Além dos benefícios econômicos e financeiros o tema deste trabalho oferece mais uma opção no que se refere à vantagem competitiva para o desenvolvimento regional da Alta Paulista. Neste trabalho, partiu-se dos princípios utilizados pelo BNDES para análise da viabilidade econômica dos investimentos sugeridos.

A viabilidade econômica e financeira dessa fonte "nova" de energia, concomitante a processos produtivos regionalizados pode ser o início de um novo ciclo de consolidação de idéias visando mudanças na matriz energética do Brasil.

Decidiu-se abordar essa questão sob o enfoque econômico-financeiro, no sentido de aprimorar um estudo de viabilidade da utilização de excedentes de energia elétrica co-gerados em processos produtivos agroindustriais que pudessem ser associados às usinas existentes ou que venham a ser instaladas no futuro, possibilitando um novo ciclo sustentado de crescimento e desenvolvimento regional.

A região da Alta Paulista, com seus 33 municípios, apresenta certa insignificância econômica frente às demais regiões do estado. Além do agravamento dos problemas de infra-estrutura – estradas arruinadas, falta de tratamento dos esgotos urbanos e industriais e, na maioria das cidades, ainda persistem sérias deficiências na disposição final dos resíduos sólidos, entre outros problemas estruturais. Essa região, em estudo, é responsável por apenas 0,67% do PIB estadual, com uma população de 399.326 habitantes e uma área de 9.976 km<sup>2</sup>. As características sócio-econômicas, apresentadas pela Alta Paulista, em média, são as mesmas encontradas em países de terceiro mundo. Não existem

processos industriais que garantam agregação de valor aos produtos regionais.

Como processo produtivo associado à cogeração, abordou-se a produção de levedura pelo fato de ser a cana-de-açúcar a maior cultura regional e a levedura um resíduo industrial, descartado na maioria das usinas brasileiras junto com a vinhaça, nas fertirrigações, pode ter a sua utilização otimizada. Por ter um mercado garantido, tanto no Brasil como no exterior, enfocou-se a produção desse insumo como forma de minimizar os impactos gerados na fertirrigação da vinhaça e o fato de agregar valor para um resíduo industrial.

As usinas de açúcar e álcool queimam o bagaço da cana-de-açúcar moída, algo que até pouco tempo atrás era um resíduo industrial indesejado, hoje gera energia elétrica. Investindo-se algumas dezenas de milhões de reais pode-se iniciar um processo de co-geração de energia elétrica, dada a necessidade de realização de pequenas adaptações às plantas industriais.

Os benefícios da cogeração são inúmeros. Dentre os mais importantes destacam-se: a geração de energia para uso e consumo próprio, além do excedente para exportação à rede elétrica de distribuição; não requer a utilização de nova extensão territorial, já que a implementação dos equipamentos se dá dentro da própria usina, sem a necessidade de espaços além dos requeridos pela planta já instalada; contribui para o desenvolvimento e a sustentabilidade do sistema elétrico nacional por se tratar de uma fonte alternativa à matriz energética nacional.

A geração de energia distribuída, descentralizada pode ainda oferecer:

- Redução das perdas na transmissão;
- Promover a integração regional através da conexão à rede;
- Diminuir a vulnerabilidade elétrica e a dependência de fontes específicas e limitadas de energia;

Neste contexto busca-se neste trabalho, a análise das seguintes hipóteses:

- 1 - A viabilidade econômica e financeira da utilização dos excedentes de energia elétrica cogerada pelas usinas de açúcar e álcool, em processos produtivos que possam ser associados às plantas industriais;
- 2 - Que a utilização desse excedente pode representar

uma vantagem competitiva na agregação de valor a produtos regionais, às empresas associadas, favorecendo o desenvolvimento regional;

3 - Que esse processo de aproveitamento dessa parcela energética excedente aplicada em processos produtivos associados às usinas de açúcar e álcool possa favorecer as perspectivas de sustentabilidade sócio econômica e ambiental, do novo ciclo da cana-de-açúcar, no que se refere ao desenvolvimento regional da Alta Paulista.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Material

Esse estudo foi elaborado com base na coleta de dados econômicos e financeiros em uma usina de açúcar e álcool no município de Lucélia, onde foi instalada uma indústria de levedura e numa indústria de polpa de frutas no município de Dracena. Ambas as cidades estão localizadas da região da Alta Paulista, oeste do estado de São Paulo.

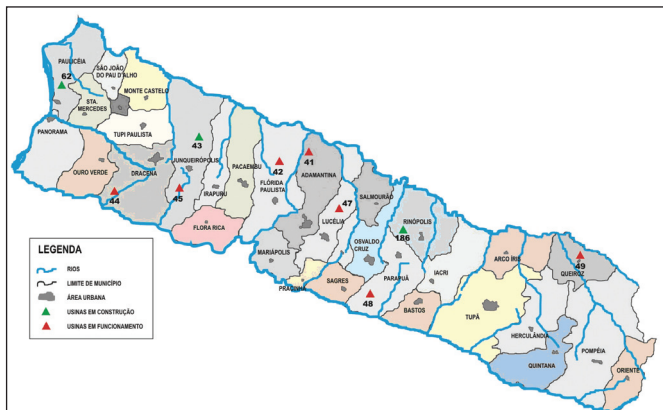
#### 2.1.1 A Região de Enfoque

A Alta Paulista, localizada a oeste da capital de São Paulo, é composta por trinta e três municípios. Essa divisão é utilizada pela APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios.

Os trinta e três municípios que compõem a Alta Paulista são: Adamantina, Arco Íris, Bastos, Dracena, Flora Rica, Flórida Paulista, Herculândia, Iacri, Inúbia Paulista, Irapuru, Junqueirópolis, Lucélia, Mariápolis, Monte Castelo, Nova Guataporanga, Oriente, Osvaldo Cruz, Ouro Verde, Pacaembu, Panorama, Parapuã, Paulicéia, Pompéia, Pracinha, Queiroz, Quintana, Rinópolis, Sagres, Salmourão, Santa Mercedes, São João do Pau d'Alho, Tupã e Tupi Paulista.



Figura 01 – Mapa da Alta Paulista - Estado de São Paulo  
Fonte: APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios.



Mapa 01 - municípios da região da Alta Paulista  
 Fonte: ÚNICA - União da Agroindústria Canavieira de São Paulo

A seguir, o quadro com o nome das usinas instaladas e em instalação localizadas na região da Alta Paulista. O número de referência, apresentado na primeira coluna do quadro, é utilizado como indicação no mapa acima.

Quadro 01 – Relação das Usinas da Alta Paulista		
NÚMERO DE REFERÊNCIA	NOME DA USINA	MUNICÍPIO
62	Futura	Paulicéia
44	Dracena	Dracena
43	Rio Vermelho	Junqueirópolis
45	Alta Paulista	Junqueirópolis
42	Floralco	Florida Paulista
41	Branco Peres	Adamantina
47	Bioenergia	Lucélia
186	Clealco III	Rinópolis
48	Califórnia	Parapuã
49	Clealco	Queiroz

Obs.: O "número de referência" é sinalizador para localização das usinas no mapa - utilizada pela ÚNICA - União da Agroindústria Canavieira de São Paulo

## 2.2 Métodos

A viabilidade econômica consiste na análise dos dados através de cálculos financeiros, que embasam uma tomada de decisão. A alternativa mais viável deve ser escolhida após a verificação do estudo de todas as variáveis que o compõem.

Nesse estudo de viabilidade foram utilizados dois métodos tradicionais de análise:

- O método do Valor Presente Líquido (VPL) e
- O método da Taxa Interna de Retorno (TIR).

Além destes dois, o critério de Payback (PB) também foi utilizado.

O PB é um método não exato, porém auxilia na decisão quando utilizado em conjunto com os métodos do VPL e TIR, indicando o tempo mínimo possível para o retorno

do investimento.

### 2.2.1 Método do Valor Presente Líquido (VPL)

O método do Valor Presente Líquido é considerado exato, e consiste em trazer para o tempo presente, após a definição prévia da taxa mínima de atratividade, os valores obtidos a partir de um determinado fluxo de caixa.

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) foi utilizada como parâmetro de retorno exigido do investimento, sinalizando ao investidor optar ou não pelo mesmo.

Sendo assim, a TMA deve ser no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes de menor risco de investimento – aplicamos a taxa da caderneta de poupança.

Deste modo, pode-se observar que o VPL e a TMA são inversamente proporcionais, ou seja, à medida que a taxa mínima de atratividade se eleva, o valor presente líquido diminui.

Esta relação pode ser verificada pela expressão de cálculo do valor presente líquido:

$$VPL = \sum FC (1+i)^{-n}$$

Onde:

- FC* fluxo de caixa, em R\$;
- i* taxa de juros, em %;
- n* número de períodos, em meses.

O método do VPL possui critérios bastante simples para a tomada de decisão. Pode ser considerado aceito todo investimento que apresente um VPL maior ou igual a zero - quando igual a zero, deve-se analisar se os riscos são compensatórios.

No entanto, alternativas com VPL negativo, indicam que os valores referentes às entradas são menores que os das saídas, revelando ser economicamente inviável o investimento. Conseqüentemente, considerando que as alternativas de investimento são analisadas a partir de uma mesma TMA, a melhor opção será a que apresentar o maior valor presente líquido, ou seja, quanto maior o VPL mais atraente será o investimento.

### 2.2.2 Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

O método de análise pela taxa interna de retorno, também

é considerado um método exato, assim como o valor presente líquido. A TIR é obtida a partir da análise projetiva do fluxo de caixa, sendo definida como a taxa de juros que torna nulo o VPL da alternativa analisada, ou seja, a taxa de juros onde as receitas e as despesas se igualam.

Desta forma, esta relação de cálculo da taxa interna de retorno, pode ser verificada pela expressão:

$$TIR = \sum FC (1+i)^{-n} = 0$$

Onde:

*FC* fluxo de caixa, em R\$;

*i* taxa de juros, em %;

*n* número de períodos, em meses.

No processo de tomada de decisão, após o cálculo da TIR, deve ser feita a comparação com a taxa mínima de atratividade, a fim de avaliar a aceitação ou não da alternativa. Os investimentos com TIR maior que a TMA são considerados rentáveis e são passíveis de análise.

Conseqüentemente, conclui-se que quanto maior for a taxa interna de retorno da alternativa em análise, maior será o retorno esperado do capital.

Deste modo, pode-se notar que a TMA modifica completamente as conclusões de viabilidade para um determinado investimento, pois segundo alguns autores como Hummel (1992), se a TIR for menor do que a TMA, a alternativa deve ser recusada.

No entanto, pequenos investimentos poderão ser aceitos se a TIR apresentar retorno não negativo de rentabilidade. Na prática, administradores financeiros e empresários preferem a TIR ao VPL, pois as taxas de juros são mais fáceis de ser analisadas quando comparadas com outra taxa (TIR) do que um valor monetário (VPL).

### 2.2.3 Método do Payback (PB)

Payback quer dizer retorno do investimento, ou seja, quanto tempo será necessário para que o capital investido inicialmente seja recuperado.

O Payback pode ser calculado conforme a expressão:

$$PB = \frac{Inv. Inicial}{\sum FC_{Ano}}$$

Onde:

*Investimento Inicial* = custo do investimento

*inicial, em R\$;*

*FC = fluxo de caixa ao ano, em R\$;*

Para o investidor, que leva em consideração apenas o tempo mínimo possível na recuperação do capital, este é um ótimo método. No entanto, como dito anteriormente, o PB será utilizado juntamente com os métodos do VPL e TIR no processo de tomada de decisão, pois o método não leva em consideração o valor do dinheiro no tempo e nem os juros envolvidos, fatores bastante relevantes ao problema proposto pelo trabalho.

## 2.3 A Pesquisa e Levantamento de Dados

Este tópico foi elaborado à luz de Richardson (2005) - entre outros - pelos explícitos esclarecimentos que o autor fornece (com base em vários autores pertinentes) sobre pesquisa qualitativa e pesquisa-ação, nas quais se baseia a metodologia aplicada para a realização deste trabalho.

## 3. Revisão de Literatura

Buscou-se a fundamentação sobre as vertentes desse trabalho – desenvolvimento, desenvolvimento regional e vantagem competitiva enfim, o embasamento teórico necessário ao início do entendimento das reais necessidades para a sua elaboração.

### 3.1 Desenvolvimento

De acordo com Veiga (2006), há muitas formas de se caracterizar desenvolvimento, mas a principal e coerente seria a que relaciona desenvolvimento a crescimento econômico.

Segundo esse autor, quando o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi lançado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), a caracterização de crescimento econômico como forma de desenvolvimento começou a se modificar. Antes de 1960, não existia a necessidade de diferenciar desenvolvimento e crescimento econômico, havia poucas nações consideradas ricas tendo-se como fator a industrialização e os países subdesenvolvidos eram pobres, com seus sistemas industriais principiantes e fracos. Com o grande crescimento econômico dos países subdesenvolvidos na década de 1950, o mesmo não foi revertido em maior acesso das populações a bens materiais e culturais,

como aconteceu nos países desenvolvidos. Com esse indicativo, a Organização das Nações Unidas (ONU) passou a divulgar um novo IDH que não se resume à renda per capita ou à renda por trabalhador. Antes do IDH, desenvolvimento, crescimento econômico e implantação de indústria mecânica eram apenas sinônimos.

De acordo com Arrighi (1997), a industrialização é geralmente buscada não como um fim em si mesmo, mas como um meio na busca de riqueza, ou de poder ou de bem-estar, ou de uma combinação disso. Por esse motivo, ser industrializado não significa ser desenvolvido, apenas significa o enriquecimento e a busca de poder de alguns. De acordo com Riviero (2002), os pretensos países em desenvolvimento nasceram do entusiasmo pela livre determinação, mas não da prosperidade burguesa e do progresso científico-tecnológico como aconteceu nos países desenvolvidos.

Para Veiga (2006), esse fator é decorrente da miséria científico-tecnológica que, quando se agrega à inviabilidade e explosão demográfica urbana, o não-desenvolvimento é inevitável, já que os recursos e a tecnologia não são capazes de satisfazer as demandas. Estimativamente, caso a natalidade não diminua nos países desenvolvidos e as exportações não se tornem mais modernizadas, a pobreza, que hoje atinge milhões de pessoas, atingirá alguns bilhões até 2020. Complementa o mesmo autor que a única chance que os países em desenvolvimento têm para mudar essa estimativa é reduzir as taxas de natalidade e modernizar a produção, fator que durará mais de duas décadas, mas que é o único ponto para se alcançar um equilíbrio econômico e tecnológico.

Georgescu-Roegen (1995) chegou à proposição de que a economia precisa ser absorvida pela ecologia por considerar que a termodinâmica é muito mais pertinente para a primeira do que a mecânica. Assimilar o processo econômico a um modelo mecânico é admitir o mito, segundo o qual, a economia é um carrossel que de nenhuma maneira pode afetar o ambiente composto de matérias e de energia.

Como não existem mercados para os recursos naturais, seus preços não podem ser valorados e há a necessidade da criação de mercados ambientais para os direitos de poluir ou de cotas de emissões. Se isto fosse possível, se gerassem preços relativos, não haveria a preocupação com o desenvolvimento sustentável, pois se alocariam eficientemente ao longo do tempo. Esse valor de mercado

é caracterizado na análise de custo-benefício na alteração do bem-estar humano, uma variável difícil para se valorar. Qual poderia, por exemplo, ser o preço do ozônio em rarefação ou o preço de uma função como a regulação térmica do planeta? (VEIGA, 2006).

A sustentabilidade adquiriu grande importância nos últimos 20 anos, mesmo não sendo um conceito científico, mas também não é uma noção de natureza precisa, discreta, analítica ou aritmética, mas será sempre contraditória e seu destino está estritamente ligado a todos os aspectos futuros da humanidade.

Segundo Sachs (2004), a sustentabilidade ambiental é baseada no duplo imperativo ético de solidariedade sincrônica com a geração atual e de solidariedade com as gerações futuras. Ela compele a trabalhar com escalas múltiplas de tempo e espaço, o que desarruma a caixa de ferramentas do economista convencional. Ele impele ainda a buscar soluções triplamente vencedoras, eliminando o crescimento selvagem obtido ao custo de elevadas externalidades negativas, tanto sociais quanto ambientais. Outras estratégias, de curto prazo, levam ao crescimento ambientalmente destrutivo, mas socialmente benéfico, ou ao crescimento ambientalmente benéfico, mas socialmente destrutivo.

O Environmental Sustainability Index (ESI-2002) - Índice de Sustentabilidade Ambiental, elaborado por duas universidades americanas, possui 20 indicadores e 68 variáveis que pode ser usado para 142 países e considera: sistemas ambientais (ar, água, solo e ecossistemas); estresse (por poluição ou exploração dos recursos); vulnerabilidade humana (situação nutricional e doenças relacionadas ao ambiente); capacidade social e institucional (capacidade de lidar com problemas e desafios ambientais); e responsabilidade global (cooperação internacional representativo da responsabilidade global).

No desenvolvimento sustentável é de suma importância que os sistemas ambientais vitais estejam saudáveis, e não deteriorados. Uma outra medida seria a de especificar o uso da natureza por comunidades humanas, avaliando a área produtiva disponível para cada habitante do planeta, que não ultrapassa a marca de 2 hectares (1,86 ha.) e, nessa caracterização, os habitantes do EUA usam cerca de 9 ha., ao contrário do Brasil, que tem um superávit de 8,0 ha/hab.

Segundo Veiga (2006), a valoração do meio ambiente

tornando o desenvolvimento sustentável, ainda está longe de poder ser medida com clareza. Todos esses indicadores e variáveis são imprecisos, mas de grande importância para as relações de fiscalização e pressão que as entidades ambientalistas devem exercer sobre governos e organizações internacionais. Esses avanços fazem com que os cidadãos possam monitorar controlar e cobrar de seus líderes por sucessos, vacilações ou desastres, usando medidas objetivas e quantificáveis sobre as várias dimensões da sustentabilidade ambiental.

### 3.2 Desenvolvimento Regional

Este tópico foi elaborado à luz do entendimento de Figueiredo & Graf (2001, p.60-62) e Lopes (2006, p.2-5) interpretado e aqui sintetizado. Esses autores foram utilizados como referenciais pela amplitude dos seus conceitos de desenvolvimento regional.

O conceito mais evidenciado de desenvolvimento sempre esteve associado a coisas boas, necessárias, desejáveis e evolutivas. Por todas essas razões é que o desenvolvimento regional tem sido associado a um processo de implicações positivas nos fatores que compõem a qualidade de vida de uma população em um contexto regional. Assim sendo, o entendimento sobre desenvolvimento regional repousa na idéia de um processo inerentemente desejável.

Porém, recentemente o desenvolvimento ocorrido no mundo contemporâneo caminha em paralelo com todo tipo de poluição, afetando a natureza e conseqüentemente o homem.

Segundo FIGUEIREDO (2001) processos energo-intensivos, ambientalmente degradantes e de risco à saúde do trabalhador e da sociedade em geral migraram para os países do Terceiro Mundo, ou seja, mais especificamente países da América do Sul.

Desta forma, interpreta-se que o conceito de desenvolvimento tem sido apropriado por fatores sociais específicos, contemplando parâmetros também específicos, tornando-se compreensível, que o desenvolvimento econômico e industrial não implica, necessariamente, em desenvolvimento social. Destacam ainda, os mesmos autores, que a forma de desenvolvimento econômico e industrial nas últimas décadas no Brasil tem se caracterizado por pressões negativas à dinâmica ambiental e pelo agravamento das desigualdades sociais, geradas da injusta distribuição de renda no país, causadora da violência e suas conseqüências desastrosas

para a humanidade.

Conforme esse autor, o desenvolvimento tem de ser sustentável, sendo também a sustentabilidade inerente ao conceito, pois uma sociedade não pode considerar-se desenvolvida se o bem-estar de alguns é atingido à custa das privações dos outros, também não será desenvolvida a sociedade quando o bem-estar das gerações de hoje redundar em redução de oportunidades para as gerações futuras, ou seja, é preciso priorizar o desenvolvimento humano. O desenvolvimento tem de ser sustentável, do contrário, não é desenvolvimento.

Para a efetiva concretização desses objetivos faz-se necessário a definição de prioridades, sob um cenário de desenvolvimento sustentável (desenvolvimento econômico com a preservação ambiental).

Só assim o desenvolvimento regional, por sua vez, garantirá novos tempos áureos. É sob esse prisma que se propõe aqui a cogeração de energia através da queima do bagaço de cana-de-açúcar, cultura cujas características serão apresentadas no próximo tópico.

## 4. Resultados

Os resultados apurados demonstram os seguintes índices econômicos e financeiros, com a utilização de energia adquirida das concessionárias de energia elétrica e energia co-gerada em uma usina de açúcar e álcool. Foram elaboradas simulações referentes aos processos produtivos de levedura - *Saccharomyces cerevisiae* e polpas de frutas.

A tabela a seguir apresenta os índices referentes ao processo produtivo de Levedura.

**Tabela 14 - Resumo dos Índices Econômicos e Financeiros dos Processos Produtivos de Levedura**

Descrição/Energia	Adquirida	Co-gerada	Comparação
Investimento Total	R\$ 2.260.000,00	R\$ 2.260.000,00	
Custo Operacional Anual	R\$ 743.392,40	R\$ 455.936,00	Redução de 38,67%
Payback	6 anos e 9 meses	3 anos e 6 meses	Redução de 51,85%
Taxa Interna de Retorno TRI	3,02%	14,00%	Aumento de 363,58%
Valor Presente Líquido VPL	(R\$ 911.894,78)	R\$ 1.072.079,09	

A seguir, na tabela 15, figuram os índices econômicos referentes ao processo de produção de polpa de frutas, com energia adquirida da concessionária local e com energia co-gerada, proveniente de uma usina de açúcar e álcool.

**Tabela 15 - Resumo dos Índices Econômicos e Financeiros dos Processos Produtivos de Polpas de Frutas**

Descrição/Energia	Adquirida	Co-gerada	Comparação
Investimento Total	R\$ 8.698.692,72	R\$ 8.698.692,72	
Custo Operacional Anual	R\$ 1.896.138,31	R\$ 1.622.370,31	Redução de 14,40%
Payback	3 anos e 1 mês	2 anos e 10 meses	Redução de 8,1%
Taxa Interna de Retorno TRI	18%	20%	Aumento de 11,12%
Valor Presente Líquido VPL	R\$ 7.048.060,29	R\$ 8.921.105,76	

## 5. Discussão

Após apurados os índices econômicos e financeiros dos processos produtivos, aqui descritos, verificou-se que, quando a energia cogerada é utilizada no processo de agregação de valor, como o da Levedura, o resultado é, do ponto de vista econômico e financeiro, superior ao processo que utiliza energia adquirida das concessionárias.

Na análise dos processos de levedura, partiu-se do princípio de que toda a produção será exportada. Isso se deu pelo fato da oferta desse produto ser deficitária, atualmente, e a demanda externa ter aumentado demasiadamente nos últimos dois anos.

Nos processos produtivos de Levedura, que utilizam energia cogerada, pôde ser observada uma redução anual de 38,67% dos Custos Operacionais, além da redução em 51,85% no Payback, ou seja, uma redução no tempo de retorno do investimento de trinta e nove meses. A taxa interna de retorno teve uma diferenciação de 363,58% em favor deste processo. Essa redução é devido ao fato de que a energia elétrica é um dos maiores insumos nesse processo, representando 26,23% dos custos variáveis de produção.

O valor presente líquido deste processo se mostrou viável, foi positivo e bem superior a “um”, enquanto o processo que utiliza energia adquirida foi negativo, desqualificando-o como viável economicamente.

Foi utilizado como parâmetro de Taxa Mínima de Atratividade - TMA, o rendimento da poupança no ano de 2006 que alcançou o índice de 8,33% no ano. Com esse parâmetro podemos verificar que a taxa interna de retorno do processo que utilizou energia adquirida ficou abaixo dos índices mínimos de atratividade, resultando em 3,02% ao ano.

Entre os resultados apresentados pelas análises dos

processos de produção de polpa de frutas, ambos foram viáveis, do ponto de vista econômico-financeiro. Os resultados apresentados indicaram uma redução anual de 14,40 % ao ano, nos Custos Operacionais de Produção quando utilizada energia elétrica cogerada.

O Payback apresentou um pequeno diferencial entre os dois processos, uma redução de 8,1%, ou seja, três meses de diferença, em favor do processo com energia cogerada.

A Taxa Interna de Retorno também foi favorável a este processo, apresentando uma diferença superior em 11,12%.

Entre os dois processos de produção de polpa de frutas, ambos foram tecnicamente viáveis, porém, o que utilizou energia cogerada se mostrou mais atraente economicamente.

Todos os “diferenciais” econômicos e financeiros apresentados pelos processos produtivos que utilizaram energia cogerada foram mais atrativos e viáveis.

Esses processos produtivos podem ser usados como “diferencial competitivo” regional, na busca de novos investimentos para a Alta Paulista.

Com 10 usinas, entre as já instaladas e outras em fase de instalação, a região da Alta Paulista oferece um potencial energético apto a prover empreendimentos diversos. Levando-se em conta que além de oferecer uma redução nos custos de produção, a utilização da energia cogerada em processos produtivos é viável do ponto de vista ambiental, a partir de agora, com o último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas –IPCC- da ONU, com fortes evidências (90% de certeza nas previsões) sobre aquecimento global, os processos produtivos ambientalmente corretos vão agregar mais valor aos seus produtos. Isso seria mais uma vantagem a oferecer no intuito do desenvolvimento da região.

No cenário de 1997, por ocasião do lançamento do Protocolo de Kyoto, as certezas sobre as mudanças climáticas globais, eram poucas. Porém, o centro do relatório do referido evento já possuía tom alarmista, de ficção científica o que, hoje, infelizmente, são constatações reais.

Mudança nas fontes energéticas dentro dos processos produtivos industriais são necessidades iminentes. Esse



diferencial na fonte energética utilizada não demorará até que comece a afetar a lucratividade e, conseqüentemente, o preço das ações das empresas que utilizem combustíveis não sustentáveis.

Neste estudo procurou-se utilizar nas simulações, energia cogerada, em processos produtivos regionais, na busca da inserção da indústria sucroalcooleira como mola propulsora do desenvolvimento. Isso vai ao encontro da necessidade de sustentabilidade que “explode” na mídia e nos países de primeiro mundo.

A parcela de energia provinda da biomassa da cana, que já figura, de maneira significativa, no quadro de oferta bruta de energia do estado de São Paulo, poderá fomentar novos investimentos deflagrando o novo ciclo de desenvolvimento industrial, a um custo reduzido oferecendo diferenciais competitivos sustentáveis.

Enquanto a maioria dos países do terceiro mundo inseridos no mercado competitivo de produção, utilizam e exploração massiva da mão de obra operacional e da base de recursos naturais como vantagem competitiva, gerando passivos ambientais consideráveis e, na maioria das vezes irreversíveis, que reflitam nos preços finais dos produtos industrializados, a viabilidade econômica do uso da energia cogerada pela biomassa da cana-de-açúcar pode ser responsável por um diferencial mais técnico, com perspectivas de cunho sócioambiental.

Pode-se utilizar a biomassa da cana-de-açúcar, já na perspectiva de economia emergente, como a força motriz de uma sociedade sustentável que está por ser construída, com valorização do capital natural e humano e uma maior qualidade de vida na direção de um novo patamar civilizatório.

A exploração de todo potencial energético da cana-de-açúcar é um processo ainda novo. Existe a necessidade iminente de aperfeiçoamento de técnicas e métodos para que possam alcançar a utilização eficiente.

As usinas espalhadas por todo o estado de São Paulo formam uma malha no que se refere à logística, podendo desenvolver a co-geração distribuída de forma uniforme e regional.

Não haveria necessidade de novas linhas de transmissão. Seria um alívio as linhas já existentes e, cada usina poderia se tornar um distrito industrial,

gerando empregos e riquezas em cada região, agregando valor à produção agrícola local.

## **6. Conclusão**

Conclui-se que a utilização dos excedentes de energia elétrica cogerada pelas usinas de açúcar e álcool, em processos produtivos, é viável economicamente. A utilização dessa energia é um diferencial competitivo na formação de preços dos setores da agroindústria analisados nesse trabalho.

Dentro da concepção desenvolvimentista almejada nos dias de hoje, de contexto sustentável, a utilização de uma energia com um diferencial de impacto ambiental, como é a energia cogerada nas usinas de açúcar e álcool, essa prática pode vir a ser uma plataforma para um novo ciclo de desenvolvimento da Alta Paulista.

Assim como o ciclo do café, do gado, a cana-de-açúcar ainda não atingiu o seu apogeu. O desenvolvimento de tecnologias cada vez mais aprimoradas, que aumentem de forma substancial o rendimento das áreas plantadas, será o desabrochar do novo ciclo desenvolvimentista regional. A cadeia produtiva da cana inclui, no seu leque energético, o suprimento de energia elétrica e isso será um diferencial importante, não só para a Alta Paulista, mas para todo estado de São Paulo, hoje o maior produtor de açúcar e álcool do país.

## **Referências Bibliográficas**

ARRIGHI, G. **A ilusão do desenvolvimento**. Petrópolis: Vozes, 1997.

FURTADO, C. **Os desafios da nova geração**. In: Revista de Economia Política. v. 24, n.4 outubro-dezembro 2004, p.483.

FURTADO, Celso. **Introdução ao desenvolvimento: enfoque histórico-estrutural**, 3. ed., revista pelo autor. São Paulo, Paz e Terra, 2000.

FURTADO, Celso. **O Mito do Desenvolvimento Econômico**. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 89 pp. 1974

GEORGESCU-ROEGEN, N. **La Décroissance. Entropie, écologie, économie**. Paris: Éditions Sang de

la terre, 1995.

MELNICK, Júlio. **Manual de Projetos e Desenvolvimento Econômico** – Rio de Janeiro: Fórum Editora Ltda. 1972.

RIVIERO, O. **O mito do desenvolvimento: os países inviáveis no século XXI**. Petrópolis: Vozes, 2002.

SEN, A.K. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

SHIMIZU, S.S.; DE-LEMOS, M.J.S. **Simulação de Sistemas de Cogeração**. São José dos Campos: ITA, 2006.

VEIGA, J.E. **Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI**. 2. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

## Notas

<sup>1</sup> Desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das futuras gerações satisfazerem suas necessidades.

<sup>2</sup> Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.

<sup>3</sup> Vinhaça - subproduto advindo da produção do etanol - líquido poluente e corrosivo, sempre foi um problema nas destilarias de álcool, contudo dado a sua riqueza em potássio, matéria orgânica e teor de água, passou a ser aplicada na lavoura, com grande sucesso econômico.

<sup>4</sup> Fertirrigação é o sistema de aplicação de fertilizantes líquidos ou solúveis em água, através do sistema de irrigação.

<sup>5</sup> Externalidades são atividades que envolvem a imposição involuntária de custos ou de benefícios, isto é, que têm efeitos positivos ou negativos sobre terceiros sem que estes tenham oportunidade ou escolha de impedi-lo e sem que tenham a obrigação de os pagar ou o direito de ser indenizados.

# Quantificação econômica e energética em cultura de cana-de-açúcar na região da Alta Paulista - SP

## *Energetic and economical calculation in the culture of sugar cane in the region of Alta Paulista - SP*

**Reinaldo de Oliveira Nocchi**

Mestre em Agronomia, pela UNESP –  
Campus de Botucatu. Proprietário da Oeste Consultoria. Professor da FAI

**Rogério Buchala**

Mestre em Agronomia, pela UNESP – Campus de Botucatu. Professor da FAI.

**Luiz Roberto Almeida Gabriel**

Docente em Matemática – Professor da FCA - Unesp de Botucatu

### Resumo

A cultura de cana-de-açúcar exige, para a sua produção (pré-plantio, plantio, colheita e transporte), a utilização de insumos agrícolas que geram um alto consumo energético e econômico. O objetivo do presente trabalho consistiu na quantificação energética (consumo e produção da energia) e econômica (receitas, custos e resultado bruto). Objetivou também a demonstração da viabilidade para substituição da colheita manual, pela colheita mecânica, permitindo o melhor uso da biomassa. Para tal demonstração, foram utilizadas equações algébricas e matrizes, instrumentos que permitiram o cálculo dos quantitativos energéticos e econômicos referentes às duas colheitas de cana-de-açúcar. Foram identificadas quantificações energéticas negativas para ambos os tipos de colheita, na manual (consumo da energia de 22.964.098,44 kcal/ha, produção da energia de 1.407.282,87 kcal/ha), e na mecânica (consumo da energia de 25.336.723,03 kcal/ha, produção da energia de 1.343.781,30 kcal/ha). Os resultados econômicos mostraram-se positivos: colheita manual com receitas de R\$ 61.079,92, custo de produção de R\$ 39.637,82 e resultado bruto de R\$ 21.442,10; colheita mecânica com receitas de R\$ 69.250,63, custo de produção de R\$ 43.157,70 e resultado bruto de R\$ 26.092,93, para ambas as colheitas de cana-de-açúcar. Além disso, verificou-se a evidência clara da superioridade da colheita mecânica, tanto no aspecto energético, quanto no aspecto econômico.

**Palavras-chave:** Cana-de-açúcar. Quantificações energéticas. Resultados econômicos.

### Abstract

The culture of sugar cane demands a production (pre

plantation, plantation, harvest and transport), which uses agricultural products that generate one high energetic and economical consumption. This work estimates energetic quantity (consumption and production of energy) and economical quantity (earnings, costs and brut result). It also intends to show that manual harvest can be substituted by mechanic harvest, permitting the best use of the biomass. For this demonstration, it makes use of algebras and matrix equations, instruments which permit the calculus of the energetic and economic quantitative concerned to the two harvests of the sugar cane. It identifies negative energetic quantitative for both kinds of harvest; in manual harvest (energetic consumption of 22.964.098,44 Kcal/ha, energetic production of 1.407.282,87 Kcal/ha), and in mechanic harvest (energetic consumption of 25.336.723,03 Kcal/ha, energetic production of 1.343.781,30 Kcal/ha). The economical results were positive: manual harvest with revenues about R\$ 61.079,92; expense of production about R\$ 39.637,82 and gross income about R\$ 21.442,10; mechanical harvest with revenues about R\$ 69.250,63 ; expense of production about R\$ 43.157,70 and gross income about R\$ 26.092,93. There where positive results for both harvests of sugar cane, however, it was found evidence of superiority in mechanic harvest, as much for energetic as for economic aspect.

**Keywords:** Sugar cane. Energetic quantitive. Economical results.

### Introdução

Atualmente, a cana-de-açúcar é uma das maiores opções dentre as fontes de energia renováveis, apresentando grande importância no cenário agrícola brasileiro e um futuro promissor no cenário mundial.

À medida que a expectativa de escassez de energia aumentar e as jazidas de petróleo se esgotarem, o preço da energia tenderá a subir. Este fato favorece a demanda para implantação de tecnologias alternativas, que deverão apresentar menores impactos ecológicos na produção agrícola, equilíbrio na relação produção de alimentos versus produção de energia e maior eficiência energética nos processos de produção.

Os fatores que interferem na produção e maturação da cultura da cana-de-açúcar estão sendo constantemente estudados sob diferentes aspectos. Embora se reconheça a influência de fatores básicos de produtividade como o clima, o solo e variedades, a produção agrícola é seguramente dependente da energia investida na cultura, a qual, notadamente, depende de certas fontes que em sua maioria, dependem do petróleo.

Sabe-se que a cultura da cana-de-açúcar apresenta uma grande quantidade de biomassa. O bagaço é aproveitado como combustível para as caldeiras e ainda existe o material remanescente, que de maneira geral são queimados. A sobra dessa queima fica depositada no solo, apodrecendo e criando certas dificuldades para as operações mecanizadas que normalmente são realizadas visando o próximo plantio ou para a rebrota.

Os impactos sobre o meio ambiente e os efeitos negativos à saúde das populações circunvizinhas às áreas de cultivo de cana-de-açúcar são originários, entre outras razões, quando da queima dos canaviais, da emissão de gases à atmosfera como o eteno e outros hidrocarbonetos, que são precursores da formação de ozônio troposférico, principal substância responsável por aumentos na frequência de problemas respiratórios em seres humanos.

A emissão de ácidos e compostos que uma vez depositados na água e no solo tendem a aumentar a acidez do meio, apresentando consequências como declínio florestal, mortandade de peixes, corrosão de metais e desintegração de revestimento de superfícies metálicas e de materiais minerais de construção. Ainda a emissão de compostos tóxicos que atingem fauna e população humana, por meio de respiração de ar com concentrações eventualmente elevadas.

O aproveitamento da palha da cana-de-açúcar depende fundamentalmente da mecanização da colheita, que vem se ampliando de modo mais lento que se poderia esperar, e que tem metas legais muito modestas de expansão nos

próximos anos, de acordo com a lei 11241/02, que prevê a total eliminação da queima de cana pré-colheita, no estado de São Paulo, somente para o ano de 2.030.

O aproveitamento da palha da cana-de-açúcar depende fundamentalmente da mecanização da colheita, que vem se ampliando de modo mais lento que se poderia esperar, e que tem metas legais muito modestas de expansão nos próximos anos, de acordo com a lei 11241/02, que prevê a total eliminação da queima de cana pré-colheita, no estado de São Paulo, somente para o ano de 2.030.

Visando um melhor aproveitamento energético desse material, seria razoável que a cultura deixasse de ser queimada, propiciando condições mais favoráveis para a colheita mecanizada, sendo que a colheita dessa cana crua de forma manual traria uma diminuição de sua produtividade.

Em função dos aspectos analisados anteriormente, verifica-se uma forte tendência no sentido do empreendedor da área de agronegócios do segmento sucroalcooleiro vir a se deparar, num futuro próximo, com maiores dificuldades energéticas e econômicas, em suas operações agrícolas, motivo pelo qual deverá existir uma atenção especial, quanto à adoção de mudanças nos sistemas de produção, que venham a privilegiar a conservação de energia, a minimização dos custos de produção, a recuperação e o adequado aproveitamento da biomassa.

Para a realização do presente trabalho foram realizados levantamentos de dados, junto a um talhão em uma propriedade, em sistema de arrendamento e para uma variedade de cana-de-açúcar, em uma usina, situada na região da Alta Paulista, oeste do estado de São Paulo, pertinentes aos inputs e outputs selecionados para dois ciclos de produção da cana-de-açúcar, assim como sua conversão energética e econômica, que serviram de parâmetro para a análise de resultados e conclusões sobre sua viabilidade.

## Material e Métodos

O experimento sobre a cultura de cana-de-açúcar foi realizado na Fazenda Araguaney da Usina Central de Alcool Lucélia Ltda., localizada no município de Lucélia, estado de São Paulo, situada a latitude 21° 29' 47" S e longitude 50° 55' 44" O, a uma altitude de 394 m. A cultura utilizada ocupava uma área de 188,28 ha em 2003