

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE PROJETOS DE COGERAÇÃO DE ENERGIA POR MEIO DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: UM ESTUDO A PARTIR DE AGROINDÚSTRIAS SUCROALCOOLEIRAS DO PARANÁ

VIABILITY ANALYSIS OF PROJECT COGENERATION OF ENERGY THROUGH THE SUGAR CANE PULP: A STUDY BASED ON SUGAR-ALCOHOL AGRICULTURAL INDUSTRY IN PARANÁ

Vanessa Souza Silva¹; Clandio Medeiros da Silva²

¹Engenheira de Produção Agroindustrial, Especialista em Gestão do Agronegócio e em Controladoria e Análise Contábil/Financeira pela Faculdade Integrado de Campo Mourão - PR, e-mail: vanessasouzasilva@hotmail.com

²Pesquisador da Área Melhoramento Genético/AMG do IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná, e-mail: claudio@iapar.br

Resumo

O presente artigo objetivou analisar a viabilidade dos projetos de cogeração de energia por meio do bagaço da cana-de-açúcar nas agroindústrias sucroalcooleiras do Paraná, tendo em vista que o setor sucroalcooleiro paranaense tem um grande potencial para a geração de energia elétrica por intermédio da queima do bagaço, aproveitando o subproduto gerado na produção. Para a realização de tal objetivo procurou-se informações sobre a cogeração de energia pelo bagaço da cana-de-açúcar e sobre as agroindústrias sucroalcooleiras do Paraná, identificando os métodos mais utilizados para avaliação da viabilidade de projetos e analisando a viabilidade de projetos de cogeração de energia pelo bagaço da cana. Foi realizada uma pesquisa, de caráter quantitativo com tabelas e gráficos gerados com informações obtidas na pesquisa, de natureza bibliográfica com diversos autores que discutem o assunto e com a coleta de dados por meio de questionários aplicados a duas agroindústrias sucroalcooleiras do Paraná. Com este estudo pode-se constatar que os projetos de cogeração de energia por meio do bagaço de cana-de-açúcar são uma alternativa viável para as agroindústrias sucroalcooleiras do Paraná, gerando receita. Além de ser uma oportunidade para agregar valor ao bagaço, proporciona um aumento de riqueza para a empresa, visto que antes era apenas um subproduto desperdiçado da cana-de-açúcar e hoje está se tornando mais um "produto" na linha de produção das agroindústrias sucroalcooleiras e de projetos econômico-financeiros viáveis.

Palavras chaves: *Saccharum* spp., cogeração, análise da viabilidade.

Abstract

This article aims to analyze the viability of cogeneration projects using sugar cane pomace in sugar-alcohol agricultural industry in Paraná, in order that the alcohol sector Paraná has a large potential for generating electricity by burning sugar cane pomace, using the by-product generated in the production. For the realization of this goal we tried to information about energy cogeneration by sugar cane pomace and about sugar-alcohol agricultural industries in Paraná, identifying the methods used to evaluate the feasibility of projects and analyzing the viability of cogeneration projects of energy by sugar cane. We conducted a survey of quantitative character with charts and graphs generated with information obtained in the literature bibliographic research with several authors who discuss the issue and the collect data through questionnaires applied to two sugar-alcohol agricultural industry in Paraná. With this study we can see that the cogeneration projects of energy through bagasse cane sugar are a viable alternative for sugar-alcohol agricultural industry of Paraná, generating revenue. Besides being an opportunity to add value to bagasse, provides an increase in wealth for the company, whereas before it was just a wasted by-product of cane sugar and is now becoming more of a "product" in the production line of sugar-alcohol agricultural industry and financial-economic viable projects.

Key words: *Saccharum* spp., cogeneration, viability analysis.

Recebido em: 17/09/2012.

Aceito em: 13/09/2013.

Introdução

A energia elétrica é fundamental para a sociedade moderna, que depende da eletricidade para se desenvolver. O Brasil possui uma matriz energética predominante hídrica, devido à grande riqueza de rios, é baseada em hidroelétricas (MACHADO, 2011a).

Os recursos hídricos são finitos, o que leva a necessidade de buscar novas fontes que possam suprir a demanda futura de energia. A maioria dos países está em busca de fontes renováveis de energia, como forma de suprir a necessidade de suas matrizes elétricas e mitigar as emissões de gases do efeito estufa. Uma alternativa é a cogeração de energia por meio do bagaço da cana-de-açúcar, um sistema complementar adotado pelas unidades produtoras de etanol e açúcar, sendo uma fonte limpa e renovável (MACHADO, 2011b).

Para o Brasil não é algo novo a geração de energia por meio do bagaço da cana-de-açúcar, pois o país é líder mundial na produção de etanol e domina o ciclo da produção, desde a lavoura até a produção de equipamentos. O Brasil é um dos poucos países com capacidade de ampliar sua produção de biomassa provinda da cana-de-açúcar, devido à disponibilidade de terras cultiváveis, tecnologia e experiência de produção (UNICA, 2011).

A geração de energia elétrica por meio da biomassa já faz parte de uma realidade em forte expansão, e as usinas do Paraná apresentam um grande potencial de ampliação da cogeração de energia como fonte de receita e agregação de valor ao bagaço que muitas vezes é desperdiçado.

A novidade para o Brasil é a geração de energia excedente para a venda ao sistema elétrico nacional, negócio recente e com grande potencial, assim, diante deste cenário o objetivo desta pesquisa é analisar a viabilidade dos projetos de cogeração de energia por meio do bagaço da cana-de-açúcar pelas agroindústrias sucroalcooleiras do Paraná, tendo em vista que o setor tem um grande potencial, ainda não

utilizado, para geração de energia elétrica por meio da queima do bagaço.

Com esse objetivo buscou-se informações sobre a cogeração de energia pelo bagaço da cana-de-açúcar, sobre a agroindústria sucroalcooleira do Paraná, identificou-se os métodos mais utilizados para avaliar a viabilidade de projetos e analisou-se a viabilidade de projetos de cogeração de energia pelo bagaço da cana-de-açúcar em duas usinas do Paraná. Para isso, foi realizada uma pesquisa de caráter quantitativo com tabelas e gráficos gerados com informações obtidos na pesquisa, de natureza bibliográfica com diversos autores que discutem o assunto e com a coleta de dados por intermédio de questionários aplicados a duas agroindústrias sucroalcooleiras do Paraná.

Revisão de Literatura

Cogeração de Energia pelo Bagaço da Cana-de-Açúcar

Atualmente, a cana-de-açúcar é a melhor planta para a produção de combustível e bioeletricidade com menor impacto sobre meio ambiente. Este cenário nasceu do Programa Nacional do Álcool (Proálcool) nos anos 70, por meio da mistura de etanol a gasolina e com o advento dos carros movidos a álcool puro. Nos anos 90, com a queda do petróleo o programa quase morreu, mas em 2003 renasceu na indústria brasileira com o desenvolvimento dos motores bicompostíveis, tornando o Brasil o maior laboratório destes motores (JANK, 2010).

Desde a década de 1980, o Brasil usa a cana-de-açúcar para produzir bioeletricidade, a eletricidade feita com bagaço e palha da cana-de-açúcar. Em 2010 a sua produção para o sistema elétrico foi equivalente à energia para atender 20 milhões de pessoas. Primeiro, usou a cana-de-açúcar para fazer combustível, e agora, está usando a cana-de-açúcar para fazer uma eletricidade que vai surpreender o mundo mais uma vez (UNICA, 2011).



No Brasil a fonte primária para a geração de energia elétrica são os recursos hídricos, devido a sua riqueza, mas para suprir a demanda futura é preciso buscar novas fontes e o sistema de cogeração adotado pelas agroindústrias sucroalcooleiras é uma das alternativas disponíveis (MACHADO, 2011a).

Um recurso totalmente renovável, a cana-de-açúcar é capaz de gerar açúcar, etanol anidro, etanol hidratado, plástico biodegradável, além de possibilitar a geração de energia elétrica por meio da queima do bagaço (ALCARDES, 2011).

O bagaço de cana-de-açúcar, utilizado para a geração de energia é o resíduo proveniente da moagem da cana nas usinas e destilarias, sua proporção depende da quantidade de fibras que a cana-de-açúcar apresenta; aproximadamente em torna de 270 a 290 Kg de bagaço em cada tonelada de cana processada, sendo que uma parcela mínima é utilizada para usos diversos como alimentação animal e processo de hidrólise, o restante é queimado em caldeiras para a geração de vapor (BRESSAN FILHO, 2011).

Os resíduos de biomassa podem causar sérios problemas ao meio ambiente e a saúde pública se descartados de modo inadequado. Nas agroindústrias sucroalcooleiras a produção de bagaço é da ordem de bilhões de toneladas por ano, que podem ser utilizados para produzir energia e eletricidade para o funcionamento das usinas e venda de excedentes (VALADARES, 2011).

Combustível da bioeletricidade, o bagaço e a palha são enviados para alimentar as caldeiras, que gera o vapor, sendo utilizado para produzir três diferentes formas de energia; a térmica utilizada para o aquecimento no processo produtivo do açúcar e do etanol, também transformada em energia mecânica que movimenta as máquinas, equipamentos e turbinas de geração de energia, transformando-se em energia elétrica ou bioeletricidade, usada para consumo da usina e o excedente é vendido para o sistema elétrico nacional (UNICA, 2011).

A bioeletricidade atrelada às agroindústrias sucroalcooleiras tem papel estratégico na expansão do sistema elétrico nacional, por ser complementar à hidroeletricidade, gerando energia exatamente nos meses mais secos do ano e permitindo a distribuição próxima dos centros de consumo. Apresenta benefícios ambientais com a redução da emissão de gases de efeito estufa, socioeconômicos, com a geração de empregos, e pode garantir o suprimento da energia elétrica. Mas a competitividade não está sendo estimada corretamente pelas regras dos leilões de energia (CASTRO et al., 2010).

Para Souza (2011a) são vários os desafios para a cogeração de energia pelo bagaço de cana-de-açúcar, entre eles encontra-se a realização dos leilões por meio de fontes diferentes, o que gera uma competitividade desleal. A competição por licitações, que busca atingir o menor preço a ser repassado nas tarifas do consumidor, com a disputa das fontes entre si, favorece somente algumas fontes, o que quebra a isonomia competitiva que deveriam ter as licitações. O número baixo de projetos de bioeletricidade nos leilões revela que as condições institucionais estão afetando esta fonte na matriz energética. Os leilões deveriam ser específicos por fonte ou regionais, considerando cada fonte e região. (Souza, 2011a).

No setor sucroenergético faltam políticas públicas consistentes, das 440 usinas em atividade, apenas 200 são fornecedoras do sistema elétrico, esta fonte de energia tem potencial de cerca de 1.500 MW ao ano, algo como três Belo Monte (complexo com potencial hídrico na Bacia do Rio Xingu) adormecidas no campo, que esperam condições adequadas para atrair investimentos que garantam a sua inserção na matriz elétrica (JANK, 2011). Na Figura 1, pode-se observar o potencial da bioeletricidade para venda de excedentes de 2011 a 2021.



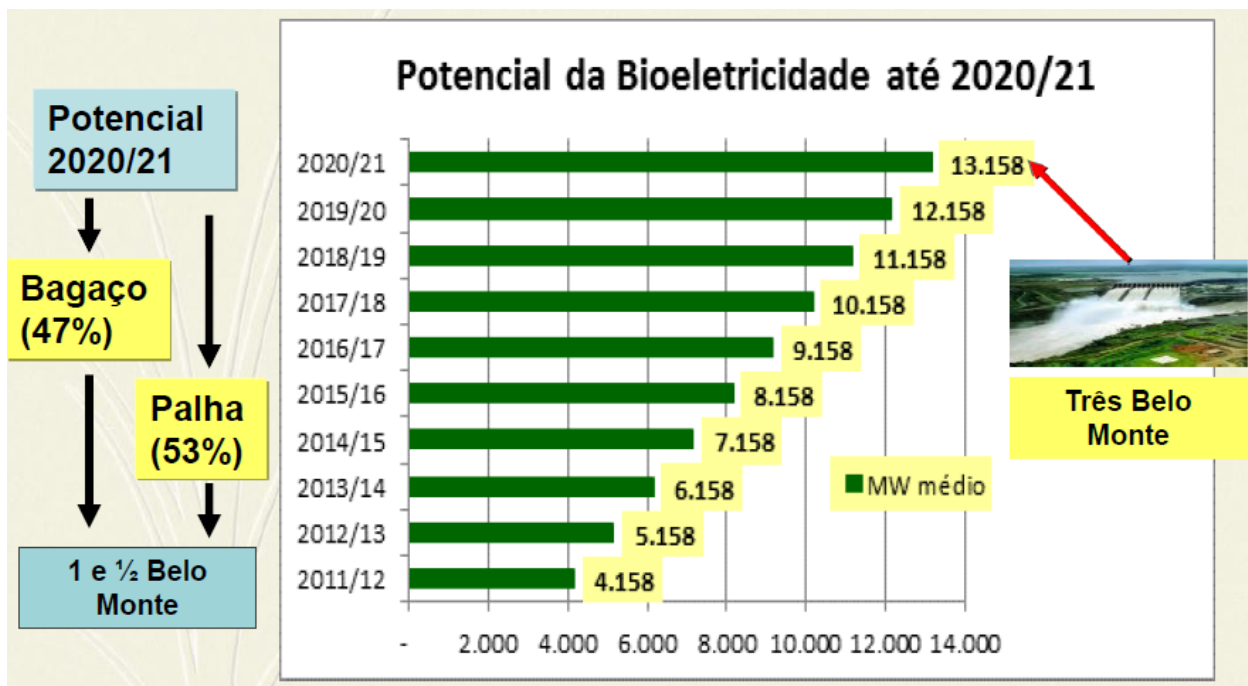


Figura 1. Potencial da Bioeletricidade para venda de excedentes

Fonte: SOUZA, 2011b

O Brasil apresenta um grande potencial para investimentos na cogeração de energia por meio do bagaço de cana-de-açúcar, sendo uma energia limpa e renovável, onde “a biomassa gerada pelo setor sucroalcooleiro, a qual, por meio da cogeração, pode contribuir significativamente para o fortalecimento da matriz energética brasileira” (DANTAS e PARENTE, 2010).

Até poucas décadas atrás, “o bagaço de cana era um resíduo muitas vezes inconveniente” (ENERGIA MUNDO, 2011), atualmente são reconhecidas as qualidades da bioeletricidade produzida pela biomassa da cana-de-açúcar, podendo citar sua natureza renovável, a contra sazonalidade à fonte hídrica, uma matriz energética limpa e de baixo carbono, que apresenta confiabilidade na segurança do suprimento com projetos de rápida implantação (SOUZA, 2011b). E o Paraná como um grande produtor de cana-de-açúcar apresenta um grande potencial para o negócio no futuro das usinas – a bioeletricidade.

A Agroindústria Sucroalcooleira do Paraná

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2012), a área de cana-de-açúcar destinada ao setor sucroalcooleiro está estimada em 8.567,2 mil hectares em 2012/2013, entre todos os Estados produtores, com produção de 49,83% destinada à produção de açúcar, e 50,17% para a produção de etanol, sendo 9,74 bilhões de litros de etanol anidro e 14,21 bilhões de litros de etanol hidratado. O Paraná está com 7,17% (614,01 mil hectares) da área cultivada, ocupando a 4ª posição entre os produtores de cana-de-açúcar do Brasil, antecedido pelos estados de São Paulo 51,66%, Minas Gerais com 8,97% e Goiás com 8,57%. A previsão de cana moída para safra brasileira 2012/13 é de 602,2 milhões de toneladas, onde “A produção de cana da região Centro-Sul ficou em 532,0 milhões de toneladas, 6,1% maior que a produção da safra anterior”, com aumento da área (CONAB, 2012).

O Estado do Paraná possuía a vice-liderança no ranking dos estados produtores de

cana-de-açúcar, perdeu sua posição, sendo ultrapassado pelos estados de Minas Gerais e Goiás, continuando na liderança o Estado de São Paulo como maior produtor do país (NASCIMENTO, 2011).

De acordo com a Associação de Produtores de Bioenergia do Estado do Paraná - Alcopar (2011),

30 é o número de indústrias do setor bioenergético do seu Estado, como mostra a Figura 2, onde R\$ 16 bilhões são movimentados por ano pelo setor, com o envolvimento de 140 municípios paranaenses na atividade canavieira, gerando 85 mil postos de trabalho diretamente e 500 mil indiretos.

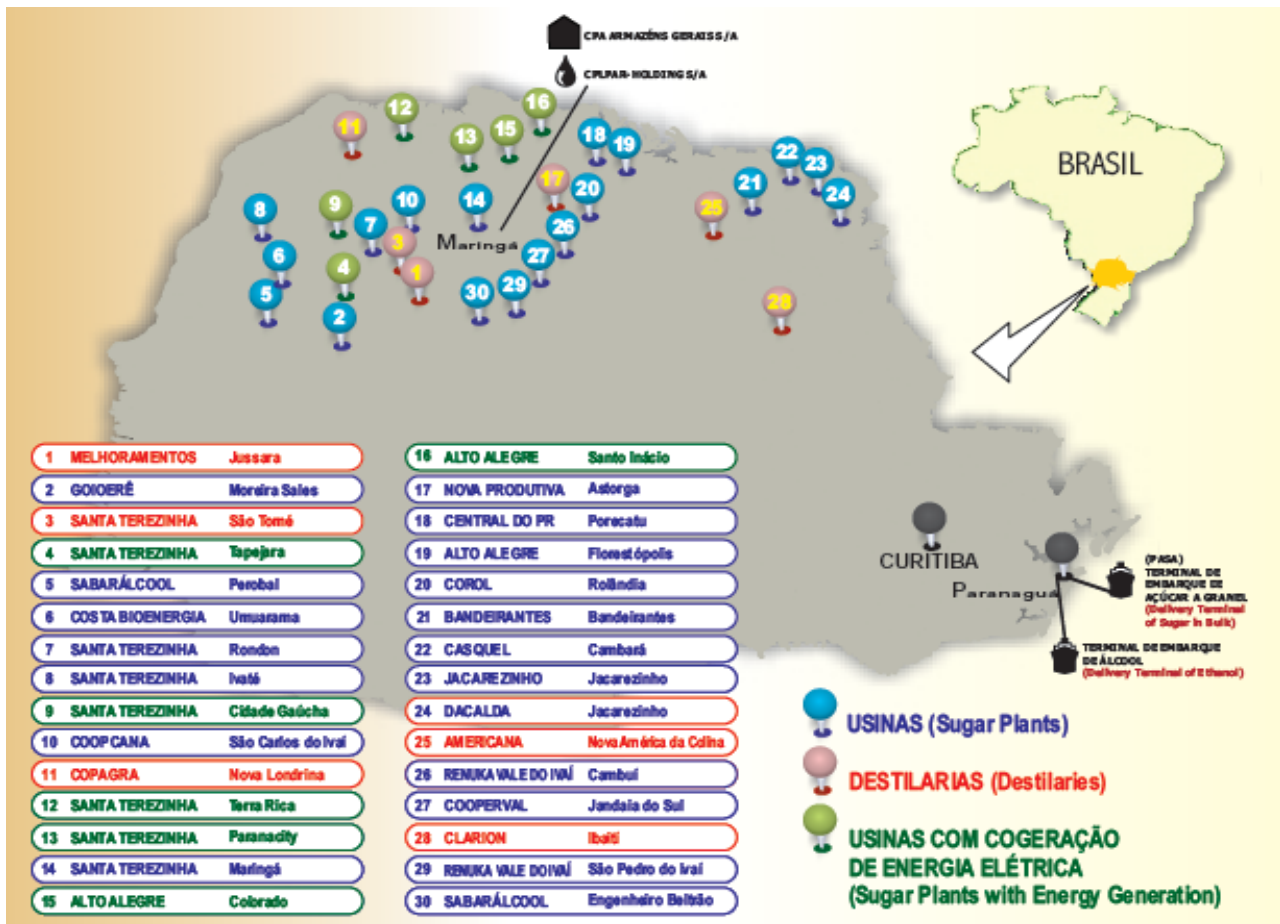


Figura 2. Agroindústrias Sucrialcooleiras do Paraná

Fonte: Alcopar, 2011

O Paraná tem um potencial oriundo de uma fonte renovável de energia, com condição de erguer um parque gera meio-ambiente dor de energia de até 600 megawatts (MW) pela queima do bagaço de cana-de-açúcar, com capacidade equivalente a pouco menos de uma turbina de Itaipu (700 MW). Entretanto, o setor ainda não se preparou para aproveitar esse tipo de geração, como apresentado na Figura 2, apenas 6 das 30 usinas do Estado produzem mais energia do que consomem, vendendo o excedente para a rede de distribuição, as quais geraram 1,2 mil

megawatts-hora (MWh) em 2010, revendendo só um terço dessa energia para as distribuidoras (NASCIMENTO, 2011).

Nas usinas do Paraná que produzem energia elétrica, a cana-de-açúcar passa por uma triagem para separar o colmo e as folhas; as folhas são levadas para o campo, servindo de adubo, o colmo vai para o processo de produção de açúcar e etanol, a palha é triturada e adicionada ao bagaço para serem queimados na caldeira. Na caldeira a alta temperatura é direcionada para um tanque com água, o qual



evapora de maneira lenta, este vapor move a turbina colocando o gerador em funcionamento, metade da energia produzida é usada pela própria usina e o restante é comercializado (GUILLEN, 2011a).

As agroindústrias sucroalcooleiras do Paraná destinam a maior parte do bagaço produzido para a geração de energia, em torno de 56%, sendo 16% comercializado in natura e 28% uma parcela significativa não possui utilização. Esta porcentagem sem destino correto acaba formando pilhas que abarrotam os pátios das usinas, fermentando com rapidez e tornando-se um problema ambiental para as usinas (SILVA et al., 2010).

No Estado do Paraná encontra-se um grande potencial para erguer um parque gerador de energia com bagaço de cana-de-açúcar. No entanto, apenas dois grupos, as usinas do grupo Alto Alegre e Santa Terezinha produzem energia elétrica para comercialização, as demais produzem apenas para consumo próprio. O principal entrave para investimentos na geração de energia pelas agroindústrias sucroalcooleiras do Paraná é a falta de capital, as empresas precisam de mais apoio, muitos alegam a falta de estrutura e incentivos (GUILLEN, 2011b).

A cogeração de energia pelo bagaço de cana-de-açúcar é uma alternativa para as usinas sucroalcooleiras do Estado do Paraná agregarem valor a produção e uma alternativa para dar um destino correto ao bagaço, gerando receita, visto que “o principal aproveitamento do bagaço da cana-de-açúcar é justamente a geração de energia elétrica” (MORAES e SHIKIDA, 2002). O Paraná que possui um grande potencial para o investimento em projetos de cogeração, pode beneficiar a produção do setor sucroalcooleiro com a cogeração de energia, evitando o desperdício da oportunidade de gerar eletricidade pelo bagaço da cana-de-açúcar. Para

isso, é necessário avaliar as melhores alternativas de investimentos, as que trazem benefícios para as usinas.

Métodos para Avaliação da Viabilidade de Projetos

Com um mercado cada vez mais globalizado, as empresas devem se preparar para enfrentarem a competitividade do seu negócio, sendo necessários investimentos em projetos que devem ser analisados em função do custo benefício. Assim, por meio da análise da viabilidade econômico-financeira pode-se prever se são viáveis ou comparar opções de investimentos (DIAS e MALACO, 2011).

Para a implantação de um projeto, deve-se considerar: critérios econômicos, rentabilidade do investimento, critérios financeiros, disponibilidade de recursos e critérios imponderáveis, que são os fatores não conversíveis em dinheiro (CASAROTTO FILHO e KOPITKE, 2000).

De acordo com Gitman (2010), para as decisões financeiras podem-se utilizar técnicas do valor futuro (caixa a ser recebido em determinada data), que medem os fluxos de caixa ao fim de um projeto, ou do valor presente (caixa disponível), que medem os fluxos de caixa no início do projeto, no tempo zero. Para representar os fluxos de caixa de um investimento podemos usar uma linha de tempo, mediante uma linha horizontal com o tempo zero à esquerda e os períodos futuros da esquerda para a direita.

A Figura 3, mostra uma linha de tempo com um período de 4 anos, onde os valores negativos representam saídas de caixa, com investimento inicial de R\$ 50.000,00 e os positivos representam entradas de R\$ 15.000,00 no primeiro ano, R\$ 25.000,00 no segundo, R\$ 20.000,00 no terceiro e R\$ 10.000,00 no quarto ano.



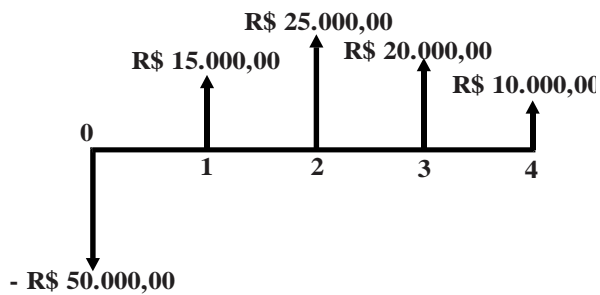


Figura 3. Exemplo de fluxo de caixa de um projeto

Para a análise da viabilidade de projetos, deve-se elaborar o fluxo de caixa para contemplar o investimento inicial e os resultados obtidos com o projeto, onde “o investimento inicial deverá contemplar todas as despesas necessárias para a efetiva implantação do projeto que está sendo gerenciado. Já a expectativa de resultados será a diferença entre as receitas daquele projeto e as despesas para a manutenção” (DIAS e MALACO, 2011).

Em uma empresa que possui novas ideias são necessários artifícios para análise de seus projetos. Um dos modelos para análise econômico-financeira de investimentos é o Modelo de Desconto de Fluxo de Caixa (DFC), com análise a valor presente, dos fluxos de caixa futuros líquidos, obtendo valores equivalentes em um mesmo período. Sua base é que o dinheiro tem mais valor hoje que no futuro, podendo ser pela desvalorização do dinheiro no tempo, pelas oportunidades que poderão não existir no futuro ou pelo custo de capital do investimento. Procura-se avaliar a possibilidade das entradas futuras pagarem o investimento inicial ou pelo menos igualar os custos de oportunidade de capital (DANTAS FILHO e PARENTE, 2008).

A taxa de juros, chamada de custo de oportunidade é a diferença entre duas taxas de juros, de alternativas econômicas de investimentos, sendo para alternativa aceita e de menor valor. Existindo duas oportunidades de investimento uma com rendimento de 60% a.a. (ao ano) e outro com 15% a.a. (ao ano). Nem sempre se escolhe a maior taxa, para diminuir o

risco e aumentar a segurança dá-se preferência ao investimento com menor taxa, perdendo a oportunidade de ganhar. Assim, $60\% - 15\% = 45\%$ a.a., o custo que se paga por não preferir tal oportunidade é o chamado Custo de Oportunidade (HIRSCHELD, 1998).

Para evidenciar a viabilidade financeira de novos investimentos em empresas as decisões são fundamentadas em avaliações a respeito de seu desempenho operacional. Dois fatores devem ser considerados nas decisões financeiras de investimentos, o fator econômico, baseado na relação entre o retorno do investimento e o custo de captação; e o fator financeiro, identificado pela sincronização entre a capacidade de geração de caixa dos negócios e o fluxo de desembolsos exigidos pelos passivos. Assim, pode-se calcular o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Payback do rendimento (PINTO e FERREIRA, 2011).

Método do Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido (VPL) considera o valor do dinheiro no tempo, sendo considerada uma técnica sofisticada. Técnicas deste tipo descontam os fluxos de caixa da empresa a uma taxa, chamada de taxa de desconto, retorno requerido, custo de capital ou custo de oportunidade, considerado o valor mínimo que o projeto precisa para manter o seu valor de mercado (GITMAN, 2010).

De acordo com Lemes Júnior, Rigo e Cherobim (2005), o VPL é um dos métodos mais utilizados pelas empresas e a forma para seu

$$VPL = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+k)} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \frac{FC_3}{(1+k)^3} + \frac{FC_4}{(1+k)^4} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n}$$

cálculo é a seguinte:

Onde, nesse cálculo, as saídas de caixa são representadas por valores negativos e:

- FC: fluxo líquido de caixa;
- k: é o custo de capital; e
- n: a vida útil do projeto.



De acordo com Gitman (2010), quando usamos o método do VPL para tomar decisões de aceitação ou rejeição de projetos os critérios são os seguintes: VPL maior que R\$ 0 deve-se aceitar o projeto, pois a empresa obterá um retorno maior do que seu capital, aumentando o valor da empresa e a riqueza de seus proprietários.

Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno é um método bastante utilizado, uma medida da taxa de rentabilidade, que iguala o valor presente dos fluxos de caixa futuros ao investimento inicial, ou seja, torna o VPL igual à zero (GROPPELLI e NIKBAKHT, 2002).

Segundo Lemes Júnior, Rigo e Cherobim (2005), a TIR é um dos métodos mais utilizados, assim como o VPL e a forma para seu cálculo é:

Segundo Gitman (2010), com o método

$$-FC_0 + \frac{FC_1}{(1+TIR)} + \frac{FC_2}{(1+TIR)^2} + \frac{FC_3}{(1+TIR)^3} + \frac{FC_4}{(1+TIR)^4} + \dots + \frac{FC_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

da TIR, os critérios para tomar decisões de aceitação ou rejeição são: TIR maior do que o custo de capital, se aceita o projeto, se for menor que o custo de capital deve-se rejeitar o projeto. Garante que a empresa receba pelo menos o retorno requerido, para aumentar seu valor de mercado, a riqueza dos proprietários.

Método do Payback

Com o método do Payback analisa-se o tempo necessário para que o recurso investido seja recuperado, por um fluxo de caixa posterior; deve-se estabelecer um prazo máximo para obter o valor investido de volta; os fluxos de caixa devem ser somados até que se obtenha o valor igual ao investimento inicial (DIAS e MALACO, 2011).

Como exemplo de cálculo do payback tem-se: “valor do investimento R\$ 1.309.000,00, a empresa recupera R\$ 269.301,00 no primeiro

ano, R\$ 316.899,00 no segundo, R\$ 316.899,00 no terceiro, R\$ 316.899,00 no quarto e fica faltando R\$ 89.002,00. O fluxo de caixa do quinto é R\$ 1.200.499,00.” (Lemes Júnior, 2010). Dividindo R\$ 89.002/R\$ 1.200.499,00, restam 0,07 anos. O investimento é recuperado em 4,07 anos. Pode ser aceito ou rejeitado dependendo do padrão da empresa.

Para Gitman (2010), quando se usa o método do Payback, aplicam-se os seguintes critérios para aceitação ou rejeição dos projetos: período de payback menor do que o período máximo aceitável de payback, se aceita o projeto, se for maior, rejeita-se o projeto. Sendo que o período máximo aceitável de payback é definido pela direção da empresa, de acordo com as decisões de investimentos geradoras de valor.

Relato de Caso

Análise da Viabilidade de Projetos de Cogeração de Energia pelo Bagaço da Cana-de-Açúcar em Usinas do Paraná

Com a finalidade de analisar a viabilidade de projetos de cogeração de energia pelo bagaço da cana-de-açúcar em usinas do Paraná, tentou-se o contato com quatro usinas das seis do Estado que possuem cogeração de energia, como resultado obteve-se dois questionários. Por meio das respostas será realizada uma análise da viabilidade dos projetos de cogeração e com o objetivo de garantir a privacidade das usinas, elas serão designadas pelas letras A e B, como mostra a Tabela 1, que apresenta informações sobre a produção das usinas.

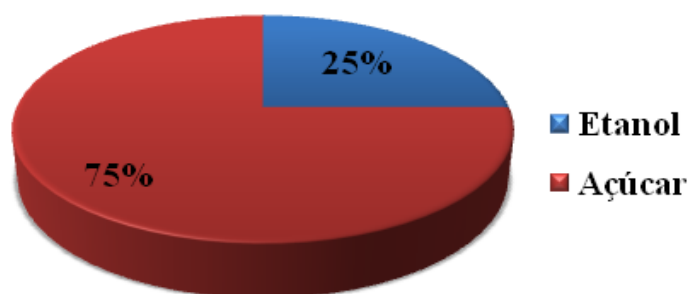
Com a quantidade de cana-de-açúcar moída pelas Usinas, como apresentou a Tabela 1, a Usina A foi apresentada como de grande porte e a Usina B de médio porte. Do total de cana-de-açúcar moída pelas usinas, a Figura 4 e a Figura 5 apresentam a porcentagem de cana-de-açúcar destinada à produção de etanol e açúcar.



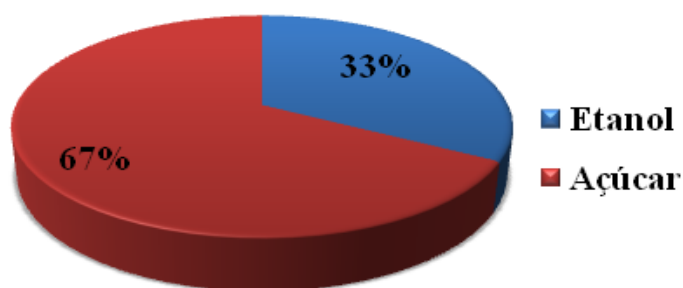
Tabela 1. Quantidade de cana-de-açúcar moída

Porte	Usina A	Usina B
	Grande	Médio
Cana-de-açúcar moída (diária)	9.100 toneladas	8.640 toneladas
Cana-de-açúcar moída (mensal)	227.500 toneladas	220.000 toneladas

Fonte: Informações dos questionários (2012)

**Figura 4.** Destino da cana-de-açúcar moída da Usina A

Fonte: Informações dos questionários (2012)

**Figura 5.** Destino da cana-de-açúcar moída da Usina B

Fonte: Informações dos questionários (2012)

As Usinas A e B destinam a maior porcentagem de sua cana moída para a produção de açúcar, ficando a menor parcela para a produção de etanol hidratado (o que se coloca no carro), não sendo produzido o etanol anidro (o que é misturado à gasolina). Pode-se observar que a Usina A produz apenas 8% de açúcar a mais do que a Usina B, a qual apresenta a produção de etanol 8% maior do que a Usina A.

A produção da Usina A, gera 398.304 toneladas de bagaço com cana-de-açúcar própria,

destinando 55.000 toneladas para a geração de energia, sendo trabalhadas 24 horas/dia em 210 dias/safra, o que equivale a 5.040 horas de operação. E a Usina B produz 464.100 toneladas de bagaço durante a safra, enviando 103.200 toneladas para a produção de energia em 24 horas/dia nos 220 dias/safra, resultando em 5.280 horas de operação por safra. Assim, a capacidade de geração de energia das agroindústrias fica demonstrada na Tabela 2.

Tabela 2. Geração de energia das usinas em MW

Usinas	Usina A	Usina B
Capacidade instalada (MW)	26,5	7
Consumo próprio (MW)	9,5	5,5
Excedente em MW	17	1,5
Horas/safra	5.040	5.280
MWh gerado	133.560	36.960
MWh excedente	85.680	7.920

Fonte: Resultado dos questionários (2012)

Na Tabela 2 verifica-se que as Usinas A e B geram Megawatts (MW) para o seu próprio consumo e ainda possuem MW excedentes, que podem ser comercializados. O bagaço aproveitado para a cogeração gera receita para a agroindústria, o mesmo que muitas vezes é desperdiçado pelas usinas. Percebe-se que o

bagaço está deixando de ser um resíduo para se tornar um produto, que mesmo utilizado para consumo da própria usina contribui com a receita, visto que substitui a energia que seria comprada, representando um custo que é evitado, como se pode observar na Tabela 3.

Tabela 3. Custo evitado com o consumo próprio da energia obtida pela cogeração

Usinas	Usina A	Usina B
Preço da energia – R\$/MWh	127,00	90,00
Consumo próprio - MWh	47.880	29.040
Custo evitado em R\$	6.080.760,00	2.613.600,00

Fonte: Informações dos questionários (2012)

Com a cogeração de energia pelo bagaço de cana-de-açúcar pode-se evitar o custo com o consumo de energia pela própria usina, que foi evitada de ser adquirida de terceiros. Além dos custos evitados, os projetos de cogeração

também geram custos de operação e manutenção (O&M), que devem ser considerados para sua avaliação. A Tabela 4 apresenta os custos com O&M das usinas estudadas.

Tabela 4. Custos com O&M das usinas A e B

Usinas	Usina A	Usina B
Quantidade de MWh gerado	133.560	36.960
Custo O&M – R\$/MWh	23,00	19,00
Custo total com O&M (R\$)	3.071.880,00	702.240,00

Fonte: Informações dos questionários (2012)

Por meio das informações obtidas nesta pesquisa, verificou-se que o investimento nos projetos de cogeração de energia trazem resultados favoráveis, gerando receita. E os custos de O&M (Tabela 4) são inferiores aos

custos evitados com a utilização da energia gerada para consumo próprio (Tabela 3), o que representa receita no fluxo de caixa. Após analisados alguns custos gerados e evitados, serão aplicados os métodos para avaliação da



viabilidade de projetos – VPL, TIR e Payback com as informações da Usina A, que forneceu informações sobre o fluxo de caixa do projeto de cogeração de energia.

Avaliação da Viabilidade do Projeto da Usina A pelo método VPL, TIR e Payback

Para a avaliação do projeto de investimento da cogeração de energia, criou-se o fluxo de caixa do investimento, por meio das informações dos questionários, como mostra a Figura 6.

O fluxo de caixa apresenta um investimento inicial para implantação do projeto de cogeração de R\$ 30.000.000,00, o que representa uma saída de caixa, iniciado no ano de 2006, com entradas de caixa do ano de 2007 a 2013 no valor de R\$ 2.310.000,00 e de 2008 com projeção final para o ano de 2026 com entradas de R\$ 6.755.000,00. Construído o fluxo de caixa do projeto, aplicaram-se os métodos de avaliação com um custo de capital (custo de oportunidade) de 15%.

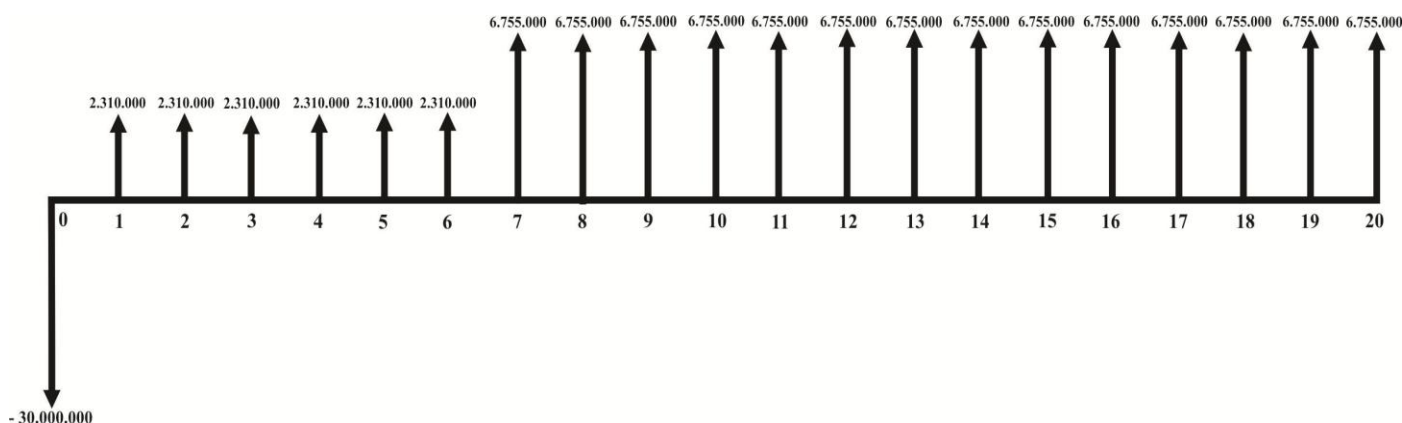


Figura 6. Fluxo de Caixa da Usina A

Fonte: Informações dos questionários (2012).

Para o cálculo do VPL e TIR, como forma de facilitar os cálculos utilizou-se a calculadora HP 12 C invés das fórmulas, onde, segundo Lemes Júnior, Rigo e Cherobim (2005), têm-se:

F clear FIN
 3.000.000 CHS g CFo
 2.310.000 g CFj 6 g Nj
 6.755.000 g CFj 14 g Nj
 15i
 f NPV
VPL = 25.429.758,53

f IRR
TIR = 15,98%

A interpretação do resultado do VPL indica que o projeto de cogeração pelo bagaço de cana-de-açúcar da Usina A está aumentando a riqueza da empresa em R\$ 25.429.158,53; sendo o $VPL > 0$, se o projeto não estivesse em execução

deveria ser aceito. Como está sendo utilizado um custo de capital de 15%, a interpretação da TIR, revela que o projeto está aumentando a riqueza, pois a TIR de 15,98% é maior do que o custo de capital.

Para o cálculo do Payback, conforme a Figura 4 do Fluxo de Caixa, após 9 anos, a Usina recupera R\$ 29.680.000,00 dos seus R\$ 30.000.000,00 investidos, fica faltando R\$ 320.000,00. O fluxo de caixa do décimo ano é R\$ 6.755.000,00, assim dividindo R\$ 320.000,00/ R\$ 6.755.000,00 para achar a proporção, restam 0,05 anos. Observa-se que o investimento é recuperado em 9,05 anos.

Com as análises dos cálculos dos métodos do VPL e da TIR, a pesquisa mostra que o projeto de cogeração apresenta viabilidade econômico-financeira, pois gera riqueza para a empresa, sendo uma opção para ser implantado em usinas



que ainda não possuem um projeto de cogeração de energia pelo bagaço da cana-de-açúcar em execução. E por intermédio do Payback, se o padrão da empresa for inferior a 9,05 anos o projeto é aceito.

Conclusões

Esta pesquisa se propôs analisar a viabilidade de projetos de cogeração de energia por meio do bagaço da cana-de-açúcar nas agroindústrias sucroalcooleiras do Paraná. Por meio do estudo concluiu-se que no Brasil a principal fonte de geração de energia elétrica é o recurso hídrico, mas com a crescente demanda por eletricidade, uma das alternativas viáveis é a bioeletricidade a partir do bagaço da cana-de-açúcar.

A pesquisa constatou que o Paraná tem condições de ampliar seu parque gerador de energia, visto que, das 30 usinas em operação, apenas 6 produzem mais energia elétrica do que consomem, vendendo o excedente para rede de distribuição.

Por meio do cálculo dos métodos de avaliação de projetos mais utilizados, o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Payback, os resultados mostram que o projeto gera riqueza e deveria ser aceito, se já não fosse implantado. O projeto de cogeração gera riqueza e apresenta números positivo em relação a custos evitados, pois as usinas evitam um custo com a utilização da energia gerada pela própria usina. Além de agregar valor ao produto

gerando receita, traz benefícios para o meio ambiente, dando um destino correto para o resíduo gerado pela produção da usina.

Mas, com todo o potencial de geração de receita, redução de custos e viabilidade dos projetos é preciso regular os leilões que a comercializam, com políticas públicas e diretrizes; para tornar um investimento mais atrativo para as agroindústrias canavieiras, onde o bagaço da cana-de-açúcar não está sendo utilizado em todo o seu potencial para a cogeração de energia.

O estudo evidenciou que os projetos de cogeração de energia por meio do bagaço de cana-de-açúcar são viáveis para as agroindústrias sucroalcooleiras, gerando receita e dando um destino adequado ao bagaço, além de beneficiar toda a cadeia produtiva, pode beneficiar também a economia brasileira. Assim, vê-se que existe um vasto campo de pesquisa voltado para a cogeração de energia pelo bagaço de cana-de-açúcar, como por exemplo, por meio do estudo de custos evitados e resultados operacionais gerados.

O bagaço está deixando de ser apenas um resíduo que forma pilhas nas usinas para gerar um terceiro produto, a “energia”, que pode diminuir os custos, gerar receitas e aumentar a competitividade da cadeia, deixando de ser um produto que muitas vezes é descartado sem utilidade, podendo até provocar danos no meio ambiente, para se tornar o produto de um projeto econômico-financeiro viável.

Referências

ALCARDES, A. R. **Geração de energia elétrica**. Brasília, DF: Embrapa. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_107_22122006154841.html>. Acesso em: 11 jul. 2011.

ALCOPAR - Associação de Produtores de Bioenergia do Estado do Paraná. **Indústria de Bioenergia do Paraná**: relatório 2010. Maringá, PR: Alcopar, 2011. Disponível em: <<http://www.alcopar.org.br/relatorios/relatorios.php>>. Acesso em: 12 jul. 2011.

BRESSAN FILHO, Â. **A geração termoelétrica com a queima do bagaço de cana-de-açúcar no Brasil**: análise do desempenho da safra 2009-2010. Brasília, DF: CONAB, 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_05_05_15_45_40_geracao_termo_baixa_res.p df>. Acesso em: 11 jul. 2011.



CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. **Análise de investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 9. Ed. São Paulo, SP: Atlas, 2000.

CASTRO, N. J. et al. **A bioeletricidade sucoenergética na matriz elétrica**. In: Eduardo L. Leão de Sousa; Isaias de Carvalho Macedo. (Org.). Etanol e Bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética. 1 ed. São Paulo, SP: Luc, 2010, v. 1, p. 137-152.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira**: cana-de-açúcar safra 2012/2013. Primeiro levantamento, Abril/2011. Brasília, DF: Conab, 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_10_09_19_04_boletim_de_cana.p>. Acesso em: 01 maio 2012.

DANTAS FILHO, P. L.; PARENTE, V. **Análise da viabilidade econômica financeira de projetos de cogeração de energia através do bagaço de cana-de-açúcar em quatro usinas em São Paulo**. São Paulo, SP. 2010. Disponível em: <http://paulodantas.com.br/artigo_dantas.pdf>. Acesso em: 06 set. 2011.

DIAS, A.; MALACO, G. C. Utilização da TIR para a análise de projetos: vantagens e limitações. Belo Horizonte, MG: **Techoje**. Disponível em: <<http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/bioenergia.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2011.

Energia Mundo. **Energia da queima do bagaço contribui com mais de 5% do total da produção elétrica nacional**. Piracicaba, SP, ano III, ed. 19, p. 12, maio/jun. 2011. Disponível em: <http://www.energiamundo.com.br/edicoes_arquivos/pdf/EnergiaMundo_n19.pdf>. Acesso em: 08 set. 2011.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12. Ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2010.

GROPPELLI, A. A; NIKBAKHT, E. **Administração Financeira**. Tradução Célio Knipel Moreira. 2. Ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2002.

GUILLEN, F. Subsídio do governo estimula geração a biomassa. Curitiba, PR: **Gazeta do Povo**, 28 ag. 2011a. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml?tl=1&id=1163038&tit=Subsidio-do-governo-estimula-geracao-a-biomassa>>. Acesso em: 16 out. 2011.

_____. Usinas da região de Maringá produzem eletricidade suficiente para abastecer cidade grande. Maringá, PR: **Gazeta de Maringá**, 28 ag. 2011b. Disponível em: <<http://www.gazetamaringa.com.br/online/conteudo.phtml?tl=1&id=1163123&tit=Usinas-do-Norte-e-Noroeste-produzem-eletricidade-para-abastecer-cidade-com-600-mil-habitantesv>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**: aplicações para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores. 6. Ed. São Paulo, SP: Atlas, 1998.

JANK, M. S. Etanol, petróleo e matriz energética. **O Estado de São Paulo**, 09 jun. 2010. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/opiniaoshow.asp?msgCode={1431D33C-A6BE-4CD3-AC2B-517DB81726F3}>>. Acesso em: 19 set. 2011.

_____. Segmento aguarda política pública adequada para o setor de bioeletricidade. **Energia Mundo**, Piracicaba, SP, ano III, ed. 17, p. 10, fev. 2011. Disponível em: <http://www.energiamundo.com.br/edicoes_arquivos/pdf/EnergiaMundo_n17.pdf>. Acesso em: 08 set. 2011.

LEMES JÚNIOR, et al. **Administração financeira**: princípios, fundamentos e práticas trabalhistas. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2005.

MACHADO, F. Energia cogenerada e sustentável ganha espaço. **Energia Mundo**, Piracicaba, SP, ano III, ed. 19, p. 12, maio/jun. 2011a. Disponível em:



<http://www.energiamundo.com.br/edicoes_arquivos/pdf/EnergiaMundo_n19.pdf>. Acesso em: 08 set. 2011.

_____. 30% das usinas brasileiras já exportam energia. **ProCana Brasil**, Piracicaba, SP. 2011b. Disponível em: <<http://www.jornalcana.com.br/noticia/Jornal-Cana/20844+30-das-usinas-brasileiras-ja-exportam-energia>>. Acesso em: 08 set. 2011.

MORAES, M. A. F. D.; SHIKIDA, P. F. A. (Org.). **Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

NASCIMENTO, A. C. Paraná desperdiça a “eletricidade de cana”. Curitiba, PR: **Gazeta do Povo**, 28 ag. 2011. Disponível em:

<<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml?tl=1&id=1163027&tit=Parana-desperdica-a-eletricidade-de-cana>>. Acesso em: 16 out. 2011.

PINTO, M. A. O.; FERREIRA, M. L. Análises técnica, econômica e financeira da modernização de um sistema de cogeração: um estudo de caso. **Exacta**, São Paulo, SP, v. 9, n. 2, p. 169-178, 2011. Disponível em: <<http://www4.uninove.br/ojs/index.php/exacta/article/view/2863/2067>>. Acesso em: 04 jan. 2012.

SILVA, et al. O destino do bagaço da cana-de-açúcar: um estudo a partir das agroindústrias sucroalcooleiras do Paraná. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. Maringá, PR: Cesumar. v.3, n.1, p. 59-76, jan./abr. 2010. Disponível em:

<<http://www.cesumar.br/pesquisa/periodicos/index.php/rama/article/view/1360/1018>>. Acesso em: 07 out. 2011.

SOUZA, J. Z. A energia elétrica que vem da cana: o desafio de tirar três Usinas Belo Monte do campo. **Swisscam Brasil**, Piracicaba, SP, ed. 66, p. 13-15, out. 2011a. Disponível em:

<http://www.swisscam.com.br/assets/files/magazine/magazine_66.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2011.

_____. **Bioeletricidade: a energia elétrica da cana**. In: FÓRUM INTERNACIONAL PELO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Belo Horizonte, MG: Unica, 2011b. Disponível em: <www.unica.com.br/download.asp?mmdCode=88ED4598-B878-4865>. Acesso em: 11 set. 2011.

UNICA - União da indústria de cana-de-açúcar. **Bioeletricidade: a energia verde e inteligente do Brasil**. São Paulo, SP: UNICA, 2011. Disponível em: <http://www.bioeletricidade.com/cartilha_bioeletricidade.pdf>. Acesso em: 08 set. 2011.

VALADARES, L. **Resíduos de biomassa: problemas ou soluções?** Brasília, DF: Embrapa, 2011. Disponível em: <http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/artigos/2011/residuos-de-biomassa-problemas-ou-solucoes>. Acesso em: 06 set. 2011.

