

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA EM CO-GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

NAGAOKA, Marilda da Penha Teixeira

Departamento de Economia e Administração da Faculdade do Saber – ISES, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

ESPERANCINI, Maura Seiko Tsutsui

Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – UNESP/ FCA, Botucatu , São Paulo, Brasil.

VIRGENS FILHO, Jorim Souza

Departamento de Informática da Universidade estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

MAGALHÃES, Alaine Margarete

Departamento de Informática da Universidade estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

NAGAOKA, Maria Eiko

Departamento de Matemática do Centro Universitário da FEI – FEI, São Paulo, Brasil.

GUERRA, Saulo Philipe Sebastião

Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – UNESP/ FCA, Botucatu , São Paulo, Brasil.

RESUMO

A co-geração de energia elétrica tem sido considerada uma alternativa importante na diversificação de fontes de geração de energia elétrica no Brasil. Apesar do grande potencial apresentado por esta fonte alternativa de energia, o mercado para a energia elétrica co-gerada está ainda hoje, sujeito a um ambiente de grande risco e incerteza. Este trabalho teve por objetivo analisar a viabilidade econômica de um projeto de investimento em co-geração de energia elétrica em uma usina sucroalcooleira com vistas à comercialização de excedentes, sob condições de risco, utilizando o Método de Monte Carlo. Os indicadores utilizados foram Valor Atual Líquido (VAL); Taxa Interna de Retorno (TIR); Relação Benefício – Custo (RBC); Payback Simples (PBS) e Payback Econômico (PBE). A análise foi realizada considerando dois cenários, considerando a possibilidade ou não de obtenção de financiamento e nível de eficiência de queima do

bagaço de 3 toneladas para geração de 1 MW. Os resultados mostram que em condições de obtenção de financiamento o projeto de investimento é viável economicamente e inviável economicamente para as situações em que não há possibilidade de obtenção de financiamento.

PALAVRAS CHAVES: Risco, Viabilidade econômica, co-geração, Método de Monte Carlo.

ANALYSIS ECONOMIC VIABILITY OF CO-GENERATION OF ELECTRICAL ENERGY.

SUMMARY

The co-generation of surplus electrical energy has been considered as an important alternative in the diversification of sources of electrical energy in Brazil. In spite of the great potential presented by this alternative source of energy, the market for the co-generation of electrical is still today subject to an atmosphere of great risk and uncertainty. The objective of this research study was to analyze the economic viability of an investment project of cogeneration of electrical energy in an alcohol and sugar mill based on the Western area of the state of São Paulo having in view the commercialization of surpluses, under risk conditions, using the Method Monte Carlo. The indicators used were Liquid Current Value (LCV); Internal Rate of Return (IRR); Benefit – Cost Relationship (BCR); Simple Payback (SPB) and Economic Payback (EPB). The analysis was performed into two different scenarios, having into consideration the possibility or not availability of financing, and the level of efficiency in the burning of bagasse of three weihgt of 1,000kg. The results showed that the investment project is only economically viable under conditions of financing. For the situations in which it was not possible to obtain financing, the project was not economically feasible.

Keywords: Risk; Economic viability;co-generation, Method Monte Carlo.

1 INTRODUÇÃO

A demanda por energia elétrica tem apresentado crescimento nos últimos anos sem o correspondente aumento de oferta de energia. Conforme a (ANEEL, 2004) o mercado de energia elétrica apresenta um crescimento da ordem de 4,5% ao ano, devendo ultrapassar o valor dos 100.000 MW em 2008, o que gera uma necessidade de investimentos que atinge R\$ 6 a 7 bilhões/ano para a expansão da matriz energética brasileira.

Algumas opções para aumentar o parque gerador de energia elétrica têm sido aventadas como a co-geração de energia elétrica a partir do bagaço da cana-de-açúcar. Há vários anos, a co-geração de energia elétrica a partir do bagaço de cana-de-açúcar vem sendo adotada pelas usinas visando o suprimento próprio.

A co-geração é a produção simultânea de energia térmica e eletricidade de uma mesma fonte de combustível. De uma forma geral, uma usina termelétrica de co-geração funciona por meio de uma fornalha, onde é queimado o combustível (no caso, o bagaço de cana) e uma caldeira onde é produzido o vapor. O jato de vapor extraído da caldeira gira uma turbina que, por estar interligada ao eixo de um gerador, faz com que este entre em movimento, gerando a energia elétrica (SOUZA,1999).

Os sistemas de co-geração conforme (MONTIGNY et al., 1999), têm se tornado populares porque utilizam menos combustível que plantas tradicionais e operam com maior eficiência, devido à produção simultânea de calor e eletricidade. Um sistema típico de co-geração é baseado na condensação do vapor na turbina, convertendo entre 30 a 35% do combustível em energia elétrica dentro das caldeiras com o restante sendo lançado no meio-ambiente.

Conforme (CENBIO, 2005), o Brasil possui um potencial de 4.000 MW proveniente da co-geração de energia elétrica a partir do bagaço de cana. Porém somente a partir de 1995 começaram a ser criadas as condições para a comercialização do excedente de energia elétrica gerada no setor sucroalcooleiro.

Para atrair investimentos privados para o setor elétrico, o governo iniciou a partir de 1995 um processo de desregulamentação do setor que incluiu ações como: a) Separação das atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização; b) Melhora das condições de competição na geração e na comercialização, para garantir eficiência e baixo custo da energia; c) Permanência do monopólio natural na distribuição e na transmissão; d) Recursos da iniciativa privada para garantir a expansão e e) Definição de regras específicas nos contratos de concessão, para garantir confiabilidade e qualidade no fornecimento.

Esperava-se que, com a segregação das áreas de geração, transmissão e distribuição, o mercado seria competitivo para venda de energia, ampliando-se, portanto, as possibilidades de negociações para a comercialização de energia elétrica pelo setor sucroalcooleiro, por meio da figura do autoprodutor.

Estas mudanças ocorridas no setor elétrico brasileiro que regulamentam a comercialização de energia elétrica, levaram parcelas do setor sucroalcooleiro a realizar investimentos visando comercializar o excedente de energia, para aproveitar as vantagens da venda de excedentes de energia elétrica, em vista de suas dificuldades econômicas e de sua necessidade de diversificação e implantação de economias de escopo (COELHO; ZYLBERSTAJN, 1998).

Entretanto, verificou-se que, apesar do grande potencial apresentado por esta fonte alternativa de energia, o mercado para a energia elétrica co-gerada está ainda hoje, sujeito a um ambiente de grande risco e incerteza.

NAGAOKA (2001) identificou as fontes de risco potencial e efetivo no processo de comercialização de excedentes de energia co-gerada a partir de informações dos agentes envolvidos neste processo, como: alta especificidade de ativos, ou seja, as usinas precisam realizar investimentos específicos visando a comercialização do excedente com a distribuidora, neste caso, se ocorrer uma anulação do contrato, a usina terá dificuldades de recuperar o investimento realizado; necessidade de regularidade de suprimento; reduzida estrutura de informações e alta incerteza devido a problemas de regulamentação do mercado.

LIMA (2004) verificou que o ambiente para venda de energia continua bastante incerto para os investidores. Estes consideram excessiva a concentração de poder nas mãos do governo, após o anúncio do novo modelo do setor elétrico em dezembro de 2003. A avaliação dos investidores no setor elétrico é que a criação, por parte do governo de uma empresa pública para realizar o planejamento do setor e a gestão do Operador do Sistema Elétrico deve concentrar as decisões do setor na esfera governamental. Para eles a redução ao mínimo das possibilidades de intervenção do governo poderia reduzir a incerteza no setor.

Além dos problemas regulatórios que o setor vem enfrentando, não se pode deixar de mencionar que, apesar de os investimentos em co-geração serem comparativamente menores que outras fontes, o montante de recursos necessários para implementar alterações na planta industrial das usinas com vistas a co-geração para a venda de excedentes de energia elétrica é ainda relativamente elevado.

Estas questões representam obstáculos à estimativa de indicadores que subsidiam a tomada de decisão de investidores privados no processo de co-geração, tornando-se importante que a estimativa destes indicadores sejam elaboradas com base na probabilidade de variação ou na previsão do comportamento das principais variáveis que compõem o orçamento de custos e receitas do projeto de investimento no processo de co-geração.

Este trabalho teve por objetivo analisar a viabilidade econômica de um projeto de investimento em co-geração de energia elétrica de uma usina de açúcar e álcool na região Oeste de São Paulo, com vistas à comercialização de excedentes, sob condições de risco, utilizando o Método de Monte Carlo.

2 METODOLOGIA

Analisou-se neste trabalho, a viabilidade econômica de um projeto de investimento em co-geração de energia, utilizando-se o Método de simulação de Monte Carlo.

O método foi aplicado em estudo de caso junto a uma usina de açúcar e álcool de médio porte localizada na região Oeste do estado de São Paulo, que produz energia para auto-consumo e venda de excedentes.

A realização de estudo de caso, neste trabalho, justifica-se devido a grande variabilidade de características produtivas entre usinas sucroalcooleiras, que produzem energia co-gerada para autoconsumo ou venda de excedentes de energia elétrica para distribuidoras. Esta variabilidade está relacionada ao nível tecnológico, condições técnicas, porte das usinas, forma de aquisição de matéria prima etc, configurando um segmento bastante heterogêneo. A opção pelo estudo de caso justifica-se também pela restrição por parte das usinas em conceder acesso às informações relacionadas à unidade de co-geração.

2.1. Dados coletados

O investimento total foi de R\$ 30.150.000,00, incluindo neste valor: aquisição de caldeira, turbo redutor, subestação, gerador, torre de resfriamento, cabos e acessórios elétricos para montagem do turbogerador, sistema de ventilação, instalações e montagens de equipamentos e painéis elétricos.

O horizonte temporal considerado neste estudo foi de 20 anos, prazo determinado pela usina para duração do projeto, em função da vida útil dos equipamentos.

Além dos investimentos iniciais, foram coletados os valores das despesas operacionais da unidade de co-geração e referem-se aos custos de tratamento de água e geração de vapor (especificamente mão-de-obra, insumos e manutenção dos equipamentos) e os custos da geração de energia elétrica (especificamente, despesas com mão-de-obra e manutenção) totalizando R\$ 842.500,00 por ano.

Foram coletados também os custos de aquisição do bagaço de cana que variou, no período, entre 500 e 5.000 toneladas/ano junto à outras usinas, para a cogeração do volume de energia contratado com a distribuidora a um valor médio de R\$ 30,00/tonelada. Além do custo de aquisição incluiu-se também o custo de transporte desta matéria prima, que é de R\$ 20,00/tonelada.

Foi determinado também o custo de oportunidade do bagaço da usina que é de R\$ 30,00/tonelada. Considerou-se este custo, pois antes de 2003, ano que foi fechado o contrato de venda de 42 MW com a distribuidora, a usina gerava excedentes de bagaço que eram comercializados junto a outras indústrias. Do total de excedente de bagaço, que era de 538.800 toneladas por ano, apenas 20% eram colocados no mercado, correspondendo, em média, a 107.760 toneladas de bagaço por ano.

Com a contratação de venda de energia elétrica para a distribuidora, a usina utiliza todo o bagaço produzido, (além do volume adquirido de terceiros) e portanto acabou renunciando à receita advinda da venda de bagaço, considerando-se, portanto como um custo adicional do investimento.

As receitas do projeto, ou fluxos de entrada, referem-se à venda de energia elétrica co-gerada excedente para a distribuidora durante a safra (período de maio a novembro) aos preços e quantidades contratados junto às distribuidoras. O volume de venda de energia a partir do investimento na unidade de cogeração em análise é de 138.024 MWh considerando-se a quantidade contratada 27 MW (42 – 15) e o período de suprimento de sete meses, totalizando 5112 horas por ano.

Como este tipo de atividade conta com possibilidade de financiamento, a uma taxa de juros de 14,5% ao ano junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), considerou-se como entrada de caixa os créditos de financiamento, quando for o caso de contratação do financiamento. Neste caso, ainda, os pagamentos de juros e amortização do financiamento foram considerados nos fluxos de saída. Este financiamento pertence à linha de crédito da Operação Programa de Financiamento para Projetos de geração de energia elétrica proveniente do setor sucroalcooleiro. Este programa tem as seguintes características: financiamento de até 80% do capital, 2 anos de carência, 10 anos de amortização com pagamentos mensais durante a safra, à taxa de juros de longo prazo (TJLP) de 11% a. a.; Spread básico de 1,00% a.a. e Spread de risco de 2,50% a.a.; totalizando: 14,5% de juros ao ano. A forma de amortização do investimento foi o sistema de amortização constante (SAC).

2.2. Indicadores de viabilidade econômica em projetos de investimento

Para analisar a viabilidade econômica do projeto de investimento com vistas à comercialização de excedentes de energia elétrica co-gerada sob condições de risco em uma usina sucroalcooleira, foram utilizados os seguintes indicadores de viabilidade econômica: Valor Atual Líquido (VAL); Taxa Interna de Retorno (TIR); Relação Benefício – Custo (RBC); Payback Simples (PBS) e Payback Econômico (PBE).

A partir dos dados coletados junto à usina, objeto deste estudo, foram elaborados os fluxos de caixa, que são valores em reais que refletem as entradas e saídas dos recursos e produtos por unidade de tempo e formam uma proposta de investimento. Conhecidos os dados físicos, é possível então usar critérios que permitam transformá-los em valores monetários. Todo projeto apresenta fluxos de entrada e saída de recursos e a diferença entre eles, chama-se de fluxo líquido, sobre o qual são determinados os indicadores de viabilidade econômica.

Os fluxos de saída, no caso deste estudo, compõem-se de: valor dos investimentos incrementais para implantação da unidade de cogeração, despesas com juros e amortização (em análise de situações de financiamento), custo de aquisição e transporte do bagaço, custo de oportunidade do bagaço próprio, cujo excedente gerava receitas adicionais pela venda a terceiros antes da implantação da unidade de cogeração e custos operacionais que incluem despesas com insumos e mão de obra, insumos e manutenção.

Os fluxos de entrada são as receitas provenientes da venda da energia elétrica cogerada junto à distribuidora e o valor do crédito do financiamento no ano zero.

2.3 Método de Monte Carlo para análise de risco em projetos de investimentos

A análise de risco pode ser feita em diversas condições tecnológicas e econômicas que, em seu conjunto, permitem caracterizar total ou parcialmente o ambiente econômico no qual se insere o processo em análise. Este conjunto de condições é chamado de cenário e possibilita avaliar o impacto de várias circunstâncias sobre o retorno das empresas (Gitman 2001).

Foram considerados dois cenários de análise, aplicando o método de simulação de Monte Carlo, que levaram em conta uma condição estrutural que afeta o desempenho

econômico de projetos de investimento no segmento de co-geração que é a obtenção de financiamento do investimento inicial, que no caso de projetos de co-geração para venda de excedentes de energia demanda um volume relativamente elevado de recursos.

Para projetos deste tipo são escassas, no Brasil, linhas de crédito do setor financeiro privado, fazendo com que, em geral, as empresas recorram ao financiamento junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Nestas condições foram elaborados 2 cenários para a análise dos investimentos na usina em questão, que são descritos a seguir:

Cenário 1 – Neste cenário considerou-se a possibilidade de financiamento de 80% do valor total do investimento à taxa de juros de longo prazo (TJLP), que equivale a 14,5% ao ano, com prazo de pagamento de 10 anos, sistema de pagamento pelo sistema SAC (Sistema de Amortização Constante) e prazo de amortização de 10 anos. Utilizou-se o nível de eficiência de queima de 3,0 toneladas de bagaço, para geração de um MW de energia elétrica.

Cenário 2 – Neste cenário considerou-se a não obtenção de linha de crédito obrigando a utilização de 100% de capital próprio para os investimentos iniciais. Utilizou-se também o mesmo nível de eficiência considerado para o cenário 1.

O método de Monte Carlo permite a variação simultânea de variáveis e a análise de seus efeitos conjuntos na rentabilidade do investimento. Neste método atribui-se uma distribuição de probabilidade ou função de densidade à variável ou variáveis escolhidas para análise. Esta distribuição é construída com base na experiência do empresário e/ou analistas do projeto, usando estimativas subjetivas de probabilidade.

A cada valor (ou conjunto de valores da variável) associa-se a probabilidade de sua ocorrência nas condições reais do projeto. A seguir retira-se um valor ao acaso de cada uma das distribuições de probabilidade obtidas no passo anterior. Estes novos valores substituem os valores originais nos fluxos de caixa do projeto base. Tem-se assim um novo projeto pela simulação no computador, determinando-se, então, o indicador ou indicadores de avaliação usando este fluxo de caixa (OSPINA, 1998).

O procedimento anterior é repetido de tal modo que para cada conjunto de valores selecionados ao acaso das distribuições de probabilidade, tem-se um único valor

recalculado dos indicadores de avaliação. Este processo é repetido algumas centenas de vezes até que se tenha uma distribuição de frequência de cada indicador de avaliação. Colocadas sob a forma de distribuições acumuladas de probabilidades as estimativas dos indicadores de avaliação permitirão fazer referências mais seguras sobre o grau de risco que o empresário irá assumir ao tomar sua decisão sobre o investimento analisado.

As variáveis simuladas, neste método foram: o preço do MW comercializado junto à distribuidora, quantidade de MW comercializado junto à distribuidora, custo de aquisição e transporte do bagaço, custo de oportunidade do bagaço próprio, valor do investimento, valor do financiamento, custo operacional, receita proveniente da venda do bagaço pela usina e despesas com amortização e juros.

Para a variável preço do MW comercializado junto à distribuidora, foi considerada a distribuição triangular, com os seguintes valores: moda de R\$75,00/MW, valor mínimo R\$12,00 e valor máximo R\$100,00. Estes valores referem-se aos valores pagos pela distribuidora pelo MW no período de 1999 a 2003.

Para a variável quantidade de bagaço adquirida junto a terceiros foi considerada a distribuição uniforme, a partir de dois parâmetros: o limite inferior de 500 toneladas por ano e limite superior de 5000 toneladas. Estes valores referem-se aos volumes de bagaço adquiridos de outras usinas, nos anos de 2003 e 2004. Esta aquisição passou a ser necessária devido ao contrato de venda de excedentes de energia para a distribuidora.

Para a variável quantidade de bagaço próprio foi considerada a distribuição Spike a partir do valor 107.760. Este volume de bagaço refere-se ao volume comercializado pela usina antes da realização do contrato de venda de 42 MW com a distribuidora. Antes de 2003, ano que foi fechado este contrato com a distribuidora, a usina gerava excedentes de bagaço que eram comercializados junto a outras indústrias.

Para as demais variáveis (investimento inicial, financiamento, despesas com juros e amortização, despesa operacional, quantidade de energia comercializada, preço do bagaço de terceiros, preço do bagaço próprio) as distribuições de probabilidade foram do tipo Spike onde a variável assume apenas um valor no processo de simulação.

Este procedimento foi repetido para a análise nos 2 cenários descritos anteriormente.

Para determinar o alcance dos indicadores econômicos sobre estes 2 cenários utilizou-se o Software ALEAXPRJ, especialmente desenvolvido para realizar simulações de projetos de investimentos sob condições de risco, utilizando o Método de Monte Carlo.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Quadros 1 e 2 a seguir são demonstrados os indicadores de viabilidade para o método utilizado para os dois cenários considerados, considerando a taxa de desconto de 15% a.a.

Na segunda e terceira colunas são apresentados, a média e o desvio padrão de cada indicador, obtidos a partir de 1000 simulações, utilizando funções de distribuições de probabilidade das variáveis.

Na quarta coluna são apresentados os valores esperados do indicador, ou seja, são valores limites para a aceitação do projeto.

No caso da TIR, utilizou-se como valor limite o custo de oportunidade do capital dado pela Taxa Selic. O valor limite para o VAL foi estabelecido pela usina em R\$ 9.000.000 para os 20 anos de duração do projeto. O valor do RBC foi estabelecido em 1, que é o valor mínimo de aceitabilidade dos projetos. O prazo de recuperação do investimento limite foi o informado pela usina, de 10 anos.

Na quinta coluna são apresentados os resultados referentes ao risco, ou seja, mostra a probabilidade do indicador ser maior que o valor estabelecido na coluna Limite. Quanto maior o valor da probabilidade, maior a chance do indicador ser superior ao valor limite.

Quadro1 - Resultados dos indicadores do projeto, Cenário 1 – (com financiamento, eficiência de queima de 3,0 toneladas para geração de 1 MW). SP, 2003.

Indicadores	Média	Desvio Padrão	Limite(L)	P(I>L)	N.S
TIR%	0,00	0,00	0,15	0,0	998 ¹
VAL(R\$)	22.467.697	4.354.662	9.000.000	1,00	0
RBC	1,43	0,082	1,00	1,00	0
PBS(anos)	0,00	0,00	10,00	0,00	0

PBE(anos)	0,00	0,00	10,00	0,00	0
-----------	------	------	-------	------	---

Fonte: dados de pesquisa

¹ Indica o número de simulações em que não foi possível garantir a unicidade da TIR.

Verifica-se para o cenário 1 onde se analisou a situação de financiamento do projeto que não foi possível garantir a unicidade da TIR em quase todas as simulações.

Uma hipótese que pode explicar este comportamento da TIR é o próprio financiamento, cujo crédito é considerado no fluxo de entrada no ano de implantação do projeto. Para os anos seguintes, mesmo com o pagamento de juros e amortizações é possível que o fluxo diferencial líquido tenha sido também positivo. Neste caso, não há inversão de sinal e, portanto, a equação para determinação da TIR não apresenta raiz, não sendo possível a determinação deste indicador.

Existe ainda alguma controvérsia sobre a adequacidade de inserir os fluxos decorrentes do financiamento no fluxo de caixa, mas optou-se por incluí-los pois afetam os resultados do fluxo de caixa ano a ano, bem como os indicadores de viabilidade econômica dos investimentos. Neste caso, como não houve condições de garantir a unicidade da TIR, considerou-se que este não é um indicador adequado para avaliação do projeto.

Verifica-se que, para o cenário que se considerou o financiamento, o indicador VAL mostrou-se positivo, com probabilidade de 100% de ser maior que o limite de R\$ 9.000.000,00 estabelecido pela usina. Portanto, à luz deste indicador, o projeto mostra-se viável economicamente.

Verifica-se que para este cenário, o indicador RBC apresentou valores elevados, com probabilidade de 100% de ser maior que 1, indicando que, nestas situações as receitas atualizadas são maiores que os custos atualizados.

O PBS e o PBE apontam que o investimento certamente será recuperado antes do prazo estabelecido pela usina, que é de 10 anos. Os valores zero deste indicador apontam para recuperação do capital investido antes do final do primeiro ano. Este prazo rápido deve-se ao valor do investimento inicial financiado, relativamente elevado, de 80% do capital total investido.

Existindo a possibilidade de não acesso à linha de financiamento do BNDES, e não existindo alternativas junto a outros agentes financeiros, foi analisada a situação de 100% do investimento ser realizado com capital próprio, apresentados no Quadro 2 a seguir:

Quadro 2 - Resultados dos indicadores do projeto, Cenário 2 – (sem financiamento, eficiência de queima de 3,0 toneladas para geração de 1 MW). SP, 2003.

Indicadores	Média	Desvio Padrao	Limite(L)	P(I>L)	N.S
TIR(%)	14,1	2,4	15,0	0,357	0
VAL(R\$)	-1.474.528	3.878.662	9.000.000	0,002	0
RBC	0,974	0,069	1,00	0,362	0
PBS(anos)	7,0	1,38	10,00	0,019	0
PBE(anos)	15	3,04	10,00	0,931	636 ¹

Fonte: dados de pesquisa

¹ Indica o número de simulações em que não foi possível obter o indicador

Na situação sem financiamento, observa-se que para o nível de eficiência de queima considerado, o projeto mostrou-se inviável para todos os indicadores analisados. A TIR média obtida foi de 14,1% com probabilidade de 35,7% de estar acima do custo de oportunidade do capital, de 15%. O VAL mostrou-se negativo, e mesmo considerando-se o desvio padrão, foi inferior ao esperado pelo investidor. O indicador RBC foi inferior ao limite estabelecido. O PBS apresentou valor médio abaixo do limite estabelecido pelo investidor com probabilidade reduzida do capital ser recuperado depois do esperado pelo investidor. O PBE apresentou valor médio acima do limite estabelecido pelo investidor com probabilidade de 93,1% de ser superior ao limite estabelecido pelo investidor.

4 CONCLUSÕES

A análise de viabilidade econômica de investimentos em unidades de co-geração de energia elétrica com a finalidade de venda de excedentes junto à distribuidora

sinalizaram para a viabilidade econômica do projeto nos cenários onde se considerou a possibilidade de obtenção de financiamento, na linha de crédito disponível, nas condições referentes ao caso estudado nesta pesquisa. Para o cenário onde se considerou a possibilidade de financiamento, os indicadores obtidos sinalizaram para a viabilidade econômica do investimento com probabilidade de 100% do VAL e RBC serem superiores aos valores desejados pelos investidores.

Na impossibilidade de obtenção de financiamento, os indicadores obtidos sinalizaram para a inviabilidade do investimento com baixa probabilidade dos valores médios dos indicadores propostos serem superiores aos desejados pelos investidores, nas condições verificadas neste estudo.

Constatá-se também que a disponibilidade de linhas de financiamentos é fundamental para a viabilização dos investimentos em co-geração de energia elétrica para que esta fonte de energia possa ter um aproveitamento mais efetivo e contribuir para a diversificação da matriz energética brasileira.

A grande variabilidade nas variáveis que interferem na economicidade dos investimentos neste tipo de projeto, torna necessária a incorporação de análise de risco em estudos deste tipo. Pode-se citar entre estas variáveis os preços de venda dos excedentes de energia, que estão diretamente relacionados a problemas de marcos regulatórios no mercado de energia, que influenciam diretamente as receitas a serem obtidas neste tipo de investimento. Outra variável importante é a eficiência de queima do bagaço, que está relacionada às condições tecnológicas de processamento, e condições climáticas na produção de cana-de-açúcar, interferindo diretamente nos custos de operação na produção de energia elétrica co-gerada, pela maior ou menor necessidade de aquisição de bagaço.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENBIO. Disponível em: <http://www.cenbio.gov.br> . Acesso em 18/01/2005.

COELHO, S.T; ZYLBERSZTAJN, D. Barreiras e mecanismos de implementação à

co-geração de eletricidade a partir da biomassa. *DNA da Cana de açúcar*, v.2, n.7, p.6-13, 1998.

FERNANDES, A. M. R. **Inteligência artificial: noções gerais**. Florianópolis: Editora Visual Books Ltda. 2003. 400p.

GITMAN, L. **Princípios de Administração financeira**. São Paulo. Editora: Harbra. 2004.

LIMA, A. Ambiente mais calmo. *Energia e Mercados*. p.14-16, 2004

MONTIGNY, D; KRITPIPHAT, W; GELOWITZ; TONTIWACHWUTHIKUL, P. Clean Technology using cogeneration concepts for simultaneous production of electricity, steam, and industrial gases: a route to zero pollution discharge – a case study for enhanced oil recovery in Canada. *Energy Sources* v. 21, p.39-50, 1999.

NAGAOKA, M.P.T. A comercialização da energia elétrica cogenerada pelo setor sucroalcooleiro em regiões do estado de São Paulo. Botucatu, 2001. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

OSPINA, M. T. *Análise de projeto de investimento aplicado aos processos de secagem e enriquecimento protéico do farelo gerado nas fecularias de mandioca*. Botucatu, 1998. 127p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SOUZA, Z. J. *Uma avaliação das formas de comercialização da energia co-gerada pelo setor sucroalcooleiro*. Piracicaba, 1999. 116p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo.