



Modelo de avaliação da viabilidade econômica da co-geração de energia no setor sucroalcooleiro utilizando bagaço de cana pela aplicação da metodologia *system dynamics*

**Fábio Nunes do Nascimento¹
Odilon José de Oliveira Neto²
Reginaldo Santana Figueiredo³**

Resumo

Este artigo tem por objetivo analisar a viabilidade econômica da co-geração de energia em uma usina do setor sucroalcooleiro pela utilização do bagaço de cana-de-açúcar através da aplicação da metodologia *system dynamics*, ferramenta voltada ao auxílio à tomada de decisão. A análise utilizou-se de dados secundários obtidos junto ao estudo de Nagaoka & Esperancini (2006), que trataram a viabilidade da co-geração sob outro ponto de vista. Conclui-se que considerando o porte e as características do investimento torna-se mais interessante economicamente realizar o investimento utilizando parte de recursos de terceiros. Isso porque, o preço mínimo para recebimento da energia

Recebimento: 20/7/2009 • Aceite: 20/12/2009

1 Economista, Mestrando em Agronegócio pela Universidade Federal de Goiás – UFG, E-mail: fnn31@hotmail.com

2 Mestre em Agronegócio pela Universidade Federal de Goiás – UFG; Professor Assistente I da Área de Finanças do Curso de Administração da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Endereço: FACIP/UFU, Avenida José João Dib, 2545, Bairro Progresso, Ituiutaba – MG, Brasil. CEP: 38300-102 E-mail: professorodilon@yahoo.com.br / odilonoliveira@pontal.ufu.br

3 PhD. em Modelagem e Simulação pelo Departamento de Engenharia Industrial pela Texas A&M University; Doutor em Economia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ e Professor do programa de Pós-Graduação em Agronegócio (Mestrado) da Universidade Federal de Goiás – UFG. E-mail: santanarf@uol.com.br

para que o investimento apresente viabilidade não pode ser inferior a R\$54,63 MW, utilizando a combinação de 20% de recursos próprios e 80% de recursos financiados.

Palavras-chave: viabilidade econômica; co-geração de energia elétrica; *system dynamics*

Model evaluation of the economic viability of co-generation power the sugar-alcohol sector using sugarcane bagasse methodology by the application of system dynamics

Abstract

This article objective to analyze the economic feasibility of co-generation power plant in a sugar-alcohol sector in the use of bagasse in the sugar cane through the application of system dynamics methodology, tool geared to help the decision-making. The analysis used secondary data obtained from the study of Esperancini & Nagaoka (2006), which addressed the feasibility of co-generation from another point of view. It is concluded that considering the size and characteristics of the investment becomes more attractive economically make the investment using the resources of others. This is because the minimum price to receive energy to provide the investment feasibility may not be less than R\$ 54,63 MW, using a combination of 20% of own resources and 80% of resources funded.

Keywords: economic viability, co-generation of electricity, system dynamics.

Introdução

A energia é um item necessário e sua demanda tem apresentado crescimento superior ao aumento da oferta. A co-geração de energia pelas usinas sucroalcooleiras têm se apresentado como opção para aumentar a oferta de energia elétrica, gerada a partir da queima e transformação do bagaço de cana-de-açúcar.

Nagaoka e Esperancini (2006) destacam que o potencial brasileiro de co-geração de energia neste setor, até o ano de 2008, representava 150% maior que a ofertada no ano de 2005. As condições para realização da comercialização somente tiveram início a partir de 1995. Buscando atrair capital privado para o setor, o governo realizou medidas de incentivo e melhora nas condições de comercialização de energia.

Ressalta-se ainda que existem, no setor sucroalcooleiro, várias usinas que são auto-suficientes na produção de energia, e que a venda de excedentes pode se apresentar de forma interessante para aumento na receita das mesmas, bem como aumento na matriz energética do país.

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo apresentar a viabilidade econômica da co-geração de energia elétrica empregando o bagaço de cana-de-açúcar em usinas sucroalcooleiras. Para o desenvolvimento do trabalho, foram utilizados dados secundários para a construção de um modelo de simulação, ferramenta de apoio a tomada de decisão de investimento na empresa, que emprega a metodologia *system dynamics*.

Revisão bibliográfica

O setor sucroalcooleiro

O setor sucroalcooleiro é um sistema complexo, e dentre os principais produtos resultantes do processamento da cana-de-açúcar tem-se o álcool, açúcar e recentemente energia. A partir da implantação do Programa Proálcool, na década de 1970, muitos produtores aumentaram o interesse pela produção de cana-de-açúcar visando à negociação com indústrias sucroalcooleiras especializadas na produção e venda de álcool combustível, visto que anteriormente a este período a comercialização ocorria praticamente de forma exclusiva em torno do melão.

Segundo Lima e Costa (2007), no ano de 2006 o setor sucroalcooleiro apresentou-se como o setor mais dinâmico da economia brasileira, devido, principalmente, à consolidação do mercado de

veículos bicomustíveis e ao aumento no preço do açúcar no mercado internacional, além das possibilidades efetivas de exportação de álcool combustível.

De acordo com Neves e Conejero (2007), a produção de cana-de-açúcar das regiões: norte e nordeste corresponde a 15% da produção brasileira enquanto a produção do centro-sul é responsável pela produção dos 85% restantes.

Lima e Costa (2007) afirmam que o processo de desregulamentação das atividades sucroalcooleiras favoreceu a reestruturação do setor canavieiro brasileiro, e estimulou o uso de novos arranjos ligados ao processo produtivo, favorecendo o aumento da competitividade no setor.

Conforme a observação de Leme, Cunha e Walter (2004), no Brasil existem várias usinas que conseguem gerar energia em suas instalações, a partir do bagaço de cana durante o período da safra, e desta forma, conseguem atingir a auto-suficiência em suas por energia térmica e eletromecânica.

Co-geração

Conforme os estudos de Escobar (2003) a energia pode ser obtida através de vários processos que se utilizam de combustíveis diferentes para sua geração, podendo esta se apresentar sob forma de energia potencial, calorífica, elétrica, mecânica, ou eletromagnética, entre outras. A co-geração está relacionada a qualquer forma de produção simultânea de energia térmica e elétrica.

Corrêa Neto e Ramon (2002) afirmam que o conjunto de combustíveis utilizados para produzir energia constitui a matriz de oferta energética nacional, sendo a matriz energética brasileira constituída principalmente por derivados de petróleo e, pela hidráulidade.

Para Souza (2002), a geração de energia termelétrica produz calor residual que pode ser aproveitado por meio da co-geração, processo este que consiste na produção simultânea e seqüencial de calor de operação e potência mecânica e/ou elétrica, utilizando um único combustível. Este processo possibilita a utilização racional dos recursos naturais, reduzindo os impactos socioambientais. Na co-geração além da produção de energia mecânica e elétrica, pode-se recuperar o calor residual para aquecimento de fluídos, climatização de ambientes, geração de vapor e secagem de produtos agrícolas.

Silva Júnior (2008) relata que os registros de utilização dos primeiros sistemas de co-geração datam do final do século XIX,

período que não era comum a produção de energia de maneira centralizada. Estima-se que a co-geração proporciona uma economia de 30% com combustíveis.

Por outro lado, Souza (2002) chama a atenção para o fato que no Brasil grandes empresas estão utilizando gás natural ou o próprio lixo industrial para co-gerar energia, material que antes era descartado por empresas de celulose e que se tornou combustível para aquecer as caldeiras. Outro setor que está utilizando seus próprios resíduos para co-gerar é o sucroalcooleiro. Entretanto, para tal operação, as empresas que interessam pela implantação da co-geração necessitam de autorização.

Co-geração no setor sucroalcooleiro

Leme, Cunha e Walter (2004) expõem que em usinas do setor sucroalcooleiro o bagaço resultante do processo de moagem da cana-de-açúcar é queimado em fornalhas de caldeiras, produzindo vapor que aciona turbo - geradores, e estes produzem energia elétrica e outras formas de energia, como a energia mecânica. E o vapor produzido atende a demanda térmica do processo produtivo.

Segundo Escobar (2003) o acionamento de caldeiras em usinas através da queima do bagaço tem sido utilizado há muito tempo, mas foram necessárias as crises energéticas do sistema interligado para que se cogitasse o uso do bagaço da cana como combustível. Até alguns anos atrás, o bagaço era tratado como resíduo industrial, e era incinerado para produzir vapor.

No entanto, Silva Júnior (2008) compreende que com o aproveitamento do bagaço para gerar energia elétrica as usinas conseguiram reduzir custos, e possibilitou gerar sobras de energia no sistema, que são de grande importância para a matriz energética brasileira. Por outro lado, verifica-se que a maioria das usinas praticamente são autônomas no suprimento de suas demandas energéticas, sendo necessária uma parcela pequena de energia do sistema interligado.

Assim sendo, a produção de energia a partir da cana atualmente tem se mostrado de extrema relevância econômica e social. Contudo, para gerar a energia as usinas devem investir em máquinas além das necessárias para realizar a atividade fim da empresa, fato que limita a implantação em todas as usinas brasileiras.

Modelagem e simulação

Vários são os conceitos e definições de modelo, e um dos primeiros conceitos afirma que o modelo é uma simplificação da realidade. Pidd (1998) apresenta o modelo como sendo um aspecto da realidade lançado para alcançar algum objetivo estabelecido, para ser utilizado pelo responsável pelo entendimento da realidade.

Por outro lado, Morecroft (1984) descreve a utilização de modelos como participantes no diálogo em curso entre gestores quanto estratégia formação e avaliação, enfatizando ainda que os processos de desenvolvimento e utilização de modelos visam melhorar o desempenho das atividades econômicas partindo de redesenho do alto nível da estratégia corporativa.

Saito, Figueiredo e Batalha (1998) compreendem que a modelagem possibilita a simulação e estudo de sistemas complexos em laboratórios, de modo a verificar as conseqüências das decisões que podem ocorrer no real. Já Pidd (1998) expõe que o motivo mais claro de construir modelo está na necessidade de pensar em possíveis alternativas para a realidade estudada.

Segundo Saito, Figueiredo e Batalha (1998) na modelagem as variáveis podem ser apresentadas de forma independente, apresentando cada característica e os possíveis motivos geradores de tais ocorrências que envolvem o universo real, reafirmando que o modelo aumenta a compreensão sobre o funcionamento do real.

System Dynamics

Na visão de Figueiredo e Zambom (1997), as organizações são geralmente observadas pelo aspecto estrutural e funcional formal de suas atividades, ou seja, percebidas a partir de uma concepção fechada de sistema, sugerindo certo controle das variáveis que interagem no mesmo. Destacam, ainda, que um grande número de modelos de gerenciamento de projetos desenvolvidos até o momento agrega inúmeras características determinantes para tomadas de decisões rígidas e, de certo modo, estáticas, desconsiderando a necessidade de inserção em um contexto dinâmico e complexo, direcionado pela competitividade mercadológica condicionada a internacionalização dos negócios.

O precursor da metodologia *System Dynamics* é Jay Forrester (1961), que em sua concepção definiu o mesmo como o estudo do *feedback* de informação característico de sistemas industriais, direcionado a demonstração do funcionamento da estrutura

organizacional, suas políticas e planos de ação e tempo de resposta em decisões e ações, inseridas em uma perspectiva interação sistêmica e sua influência nos resultados da organização e dos demais agentes integrantes desse conjunto.

Forrester (1961) apresenta a metodologia *System Dynamics* sob um tripé formado pelos sistemas de *feedback's* de informação, que por consequência de ações e decisões afetam o ambiente, afetando decisões futuras, e posteriormente o processo de tomada de decisão, que também é reflexo do ambiente em que a organização encontra-se inserida. Em seguida, a aplicação da simulação como forma de entender o comportamento dos sistemas complexos, é fundamental para percepção e análise qualitativa das decisões e de seus respectivos resultados.

Diante dessa percepção, Masuda e Figueiredo (2001) destacam a aplicação do *System Dynamics*, que é uma metodologia utilizada visando contribuir e explicar a evolução das variáveis no decorrer do tempo mediante uma concepção de sistema, que segundo os mesmos, define-se como um conjunto de elementos que interagem continuamente ao longo do tempo, formando uma estrutura unificada, através do processo de *feedback*.

Barlas (1989) discorre sobre uma variedade de testes para validar modelos *system dynamics*, incluindo avaliações estruturais e testes estatísticos, enquanto que Morecroft (1985) mostra como a racionalidade da decisão presente em modelos *system dynamics* devem ser considerados e avaliados, e como uma análise que parte de um modelo de simulação permite compreender e presumir situações reais e dinâmicas de diferentes e complexos sistemas.

Masuda e Figueiredo (2001) compreendem o *System Dynamics* como uma metodologia versátil, podendo ser utilizado para modelar uma diversidade de sistemas complexos, como: sociais, econômicos, biológicos, entre outros. Essa versatilidade é fundamental para avaliação de sistemas organizacionais, industriais e logísticos, já que esses são integrados por áreas funcionais de grande relevância para o sucesso das atividades econômicas, tais como: vendas, finanças, produção e recursos humanos.

Ao encontro com o exposto no parágrafo anterior, Sterman (1989) descreve uma experiência com um simples sistema econômico que gerou sistematicamente diversas oscilações, e avaliou que os tomadores de decisão geralmente ignoram sistematicamente os *feedbacks*, assim como, excessos, atrasos, acumulações e outras discrepâncias presentes em sistemas complexos. E destaca que estes

feedbacks, uma vez não analisados corretamente, são determinantes para concepção de decisões imprecisas, entretanto se analisados considerando os seus aspectos dinâmicos e holísticos permitem tomar decisões precisas e eficazes.

Metodologia

Para elaboração do estudo de viabilidade econômica da co-geração de energia elétrica em usina sucroalcooleira utilizando bagaço de cana-de-açúcar utilizou-se do método de modelagem empresarial *system dynamics* auxiliado pela utilização do *Software Stella*.

Destaca-se que, para fins da construção do modelo construído e analisado neste trabalho, utilizou-se dados secundários de Nagaoka & Esperancini (2006), que tiveram por objetivo analisar a viabilidade econômica de um projeto de implantação de um sistema de co-geração de energia elétrica em uma usina sucroalcooleira, visando comercialização do excedente.

Considerando que o investimento em produção de energia requer um horizonte de tempo considerável, o período de tempo definido para composição do estudo e análise foi de vinte anos.

O modelo foi elaborado e os dados lançados no *software Stella*, em seguida, foram verificados os resultados oriundos de várias rodadas, considerando quatro variáveis principais: preço da energia elétrica comercializada com a operadora do sistema interligado; percentual de recursos financiados; a taxa de juros incidente sobre o capital de terceiros; e taxa de juros incidente sobre o capital próprio, utilizados no investimento de implantação da usina de co-geração.

Para a formação da variável preço de energia considerou-se o valor mínimo de R\$ 12,00/ MW e o valor máximo de R\$ 100,00/MW, visto que estes valores são citados como valores pagos no período de 1999 a 2003.

Considerou-se o percentual de recursos financiados como variável, aceitando que o montante pode ser financiado por agentes financeiros em até 80% do valor.

Pretendeu-se, com a variável taxa de juros sobre recursos próprios, remunerar o capital com uma taxa mínima de atratividade. Considerou-se que a taxa mínima seria a remuneração alcançada com a caderneta de poupança (6% ao ano) e como taxa máxima outros investimentos que apresentaram rendimentos de até 12% ao ano.

Para a variável taxa de juros sobre recursos financiados, considerou-se 9% ao ano como taxa mínima, por ser a taxa de remuneração definida pelo Fundo Constitucional do Centro-Oeste

(FCO) e, 14,5% ao ano como taxa máxima, remuneração exigida pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

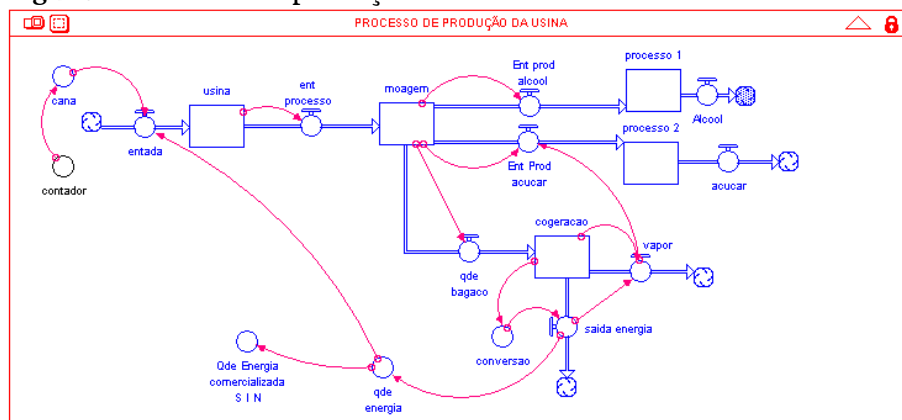
Apresentação e análise do modelo

O período de construção da unidade co-geradora é de doze meses, e os recursos próprios ou financiados foram disponibilizados em doze etapas iguais, mensais e consecutivas

O modelo foi construído em cinco operações (áreas) interdependentes e interrelacionadas, são elas: o processo de produção da usina, as finanças, a apuração de custos, o demonstrativo de resultados e, os indicadores econômicos.

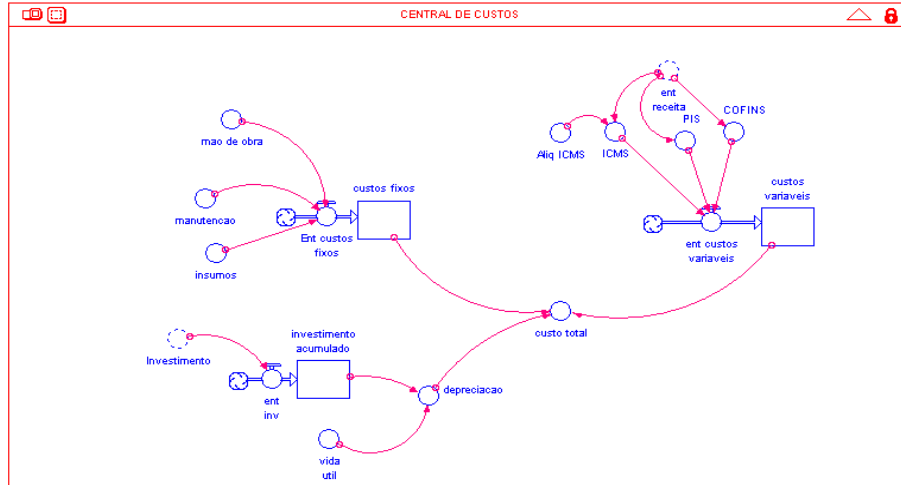
O processo de produção propriamente dito tem início com a entrada da cana na usina. Em seguida, a matéria-prima é moída e esmagada, parte do resultante neste processo é encaminhada para a produção de açúcar e, outra parte, é encaminhada para o processo de produção do álcool (hidratado e anidro). Deste processo de moagem também se obtém o bagaço, que encaminhado para a central de co-geração produz energia elétrica, que parte desta produção alimenta o sistema elétrico da usina e o restante é comercializado; produz também vapor, que é utilizado na produção de açúcar. O processo de produção de álcool e açúcar não foi considerado no modelo, apenas constaram no processo produtivo (Figura 1).

Figura 1: Processo de produção da usina



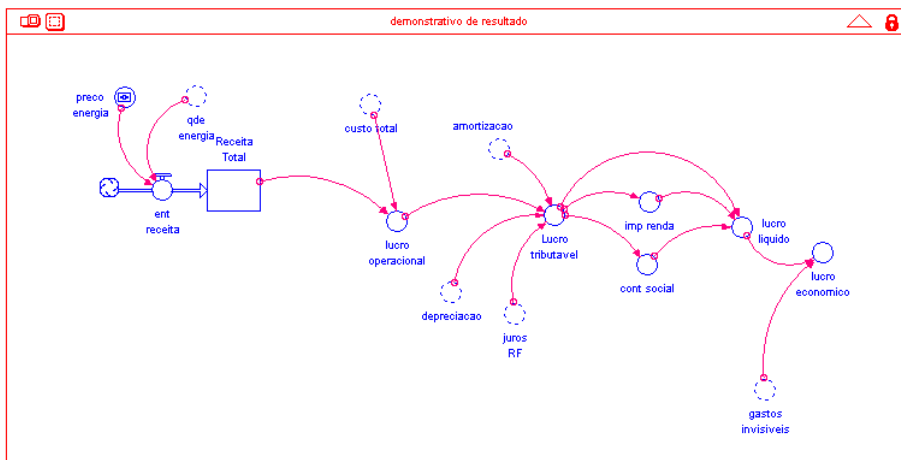
Com base na concepção de Nagaoka e Esperancini (2006) para as finanças, considerou-se o investimento de R\$ 30.150.000 apenas para instalação da usina de co-geração. Nesta incluiu-se a aquisição dos

Figura 3: Apuração dos custos



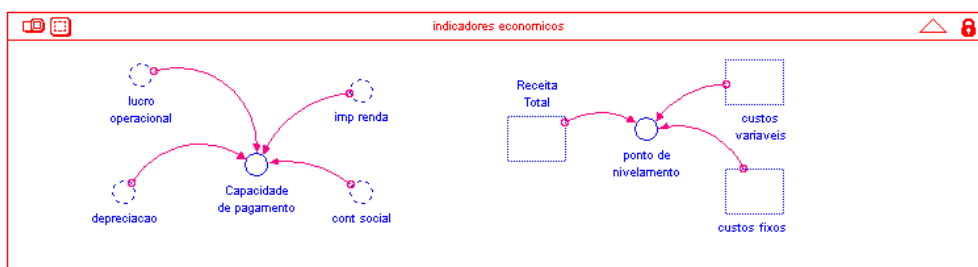
A receita é formada pela quantidade de energia multiplicada pelo preço recebido. Este total subtraído dos custos totais se obtém o lucro operacional. O lucro tributável é formado pelo lucro operacional subtraído a amortização, depreciação e os juros sobre capital de terceiros. Sobre o lucro tributável incide o Imposto de Renda e a Contribuição Social Sobre Lucro – CSSL. O resultado constituiu-se do lucro líquido. Na composição do lucro econômico, foi considerado o lucro líquido subtraído dos gastos invisíveis.

Figura 4: Demonstrativo de resultados



Os indicadores econômicos analisados constituem-se de capacidade de pagamento e ponto de nivelamento. A capacidade de pagamento representa o montante que a empresa é capaz de honrar, composto pelo lucro operacional (Receita operacional - custos operacionais), acrescido da depreciação e subtraído do Imposto de renda (IR) e da contribuição social sobre o lucro (CSSL). O ponto de nivelamento indica o percentual necessário de atuação da empresa para que as receitas cubram os custos.

Figura 5: Indicadores econômicos



Resultados e discussões

A usina sucroalcooleira modelada tem capacidade de moagem de 300.000 toneladas de cana por ano. Constatou-se que 40% da cana é considerado bagaço, utilizando os índices de conversão, verificou-se também, que são necessárias 6.5 toneladas para produção de um KWh.

A atividade da usina sucroalcooleira é sazonal, a sua produção ocorre durante sete meses durante o ano. Desta forma, a co-geração também ocorrerá neste mesmo período, o setor ainda não conta com uma técnica capaz de armazenar o bagaço para utilização em períodos posteriores, devido à alta fermentação e perda das propriedades. Com isso, a unidade somente apresenta receita durante este período, mas os custos fixos ocorrem o ano todo.

Nagaoka & Esperancini (2006) descreveram em seu trabalho que os custos fixos com a co-geração se dividiam em três itens principais, são eles: mão-de-obra, manutenção dos equipamentos e insumos. Afirmaram, ainda, que a soma destes itens apontou para um total de R\$ 842.500 anuais e o item mão-de-obra representa 8%, manutenção representa 10%, e o item insumo representa 82% do total.

A utilização do *software Stella* possibilitou simular várias situações independentes da realidade, mas nas análises buscou-se

aproximar o máximo à realidade. Após várias rodadas, constatou-se que, quando considerado o preço inferior a R\$50,00 para venda do MW de energia, sem considerar utilização de recursos de terceiros e considerando a taxa mínima para remuneração do capital próprio 6% ao ano, o total dos custos superou o total das receitas, desta forma, o lucro operacional, tributável, líquido e econômico apresentaram-se negativos. Com isso, o investimento em usina de co-geração foi considerado inviável economicamente, para atuação nesta faixa de preço.

Considerando o preço de R\$ 55,00 MW e o restante das variáveis sem considerar utilização de recursos de terceiros e considerando a taxa mínima para remuneração do capital próprio a 6% ao ano, as receitas começam a cobrir os custos após 103 meses. O empreendimento apresenta boa capacidade de pagamento apesar de não estar utilizando capital de terceiros neste período. Destaca-se a recuperação do capital investido após 201 meses, ou seja, 16 anos e nove meses.

Quando mantém o preço de R\$ 55,00 MW e altera apenas a remuneração do capital próprio para 12% ao ano, a empresa gera receita capaz de cobrir os custos, contudo, devido ao aumento nos gastos invisíveis, o lucro econômico apresenta negativo por todo período. Neste cenário, o modelo não apresenta viabilidade econômica.

Verificou-se que, com o preço de R\$55,00 MW e alterando somente a remuneração do capital próprio, a máxima taxa para que o empreendimento consiga pagar o investimento é de 8,5% ao ano. Quando remunerar o capital próprio com taxas maiores, o empreendimento não se paga dentro do período proposto de vinte anos.

Conservando o preço recebido pela energia de R\$55,00 MW, a remuneração do capital próprio de 8,5% ao ano e a utilização de 10% de recursos financiados a uma taxa de 9%, o empreendimento apresentou boa capacidade de pagamento e retorno no prazo de vinte anos.

Utilizando o cenário caracterizado, pelo preço de R\$ 55,00 recebido pela energia por MW, a remuneração de capital próprio de 8,5% ao ano e, alterando o percentual de utilização do recurso financiado para 80%, com taxa de juros de 9% ao ano, conseguiu-se o pagamento do capital próprio com 168 meses.

O modelo passou a gerar boa capacidade de pagamento durante o período projetado, apresentando viável após 206 meses, ou seja, 17 anos e dois meses.

Quando analisado o cenário de financiamento máximo (80% do investimento), a remuneração de capital próprio de 12% ao ano e taxa

de juros de 14,5% ao ano, o preço recebido pela energia comercializada reduz-se para R\$54,63 MW e o projeto consegue pagar o investimento realizado, além de obter excedentes no período proposto de duração, que é de vinte anos.

Considerações finais

O trabalho possibilitou simular uma usina de co-geração de energia elétrica a partir da utilização do bagaço de cana-de-açúcar, observando-se as particularidades da indústria sucroalcooleira geradora de energia.

Percebeu-se que a implantação de uma usina co-geradora requer altos investimentos e como um grande número de projetos de investimento em infra-estrutura e tecnologia, e tem a necessidade de um longo período de tempo para apresentar resultado financeiro positivo.

O estudo possibilitou verificar que devido ao porte e as características do projeto torna-se mais interessante economicamente realizar o investimento utilizando parte dos recursos de terceiros. Isso se deve às possibilidades de pagamento dos financiamentos em longo prazo, com taxas de juros subsidiadas, uma vez que trata de investimentos em infra-estrutura e, portanto, apresenta essa particularidade.

Concluiu-se que, para que a usina obtenha êxito quanto ao retorno sobre o investimento proposto, o preço de comercialização da energia não pode ser inferior a R\$55,00 MW, com utilização de 100% dos recursos próprios e, R\$ 54,63 utilizando-se de 20% de recursos próprios e 80% de recursos financiados.

Referências

BARLAS, Y. **Multiple tests for validation of system dynamics type of simulation models**. European Journal of Operational Research. v. 42, n. 1, p. 59-87. 1989.

CORRÊA NETO, Vicente; RAMON Dan. **Análises de opções tecnológicas para projetos de co-geração no setor sucroalcooleiro**. Brasília: SETAP Sustainable Energy Technology Assistance Program, 2002. Disponível em www.nuca.ie.ufrj.br Acesso em: 25 set. 2008.

ESCOBAR, Marcos R. **Viabilidade econômico-financeira da energia co-gerada do bagaço de cana in natura**. Informações Econômicas. n.9, v. 33, São Paulo: 2003.

FIGUEIREDO, R.S.; ZAMBOM, A.C. **Como a existência de "time delays" e "feedbacks" em um processo de tomada de decisão impedem a otimização de resultados.** In: XVII ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1997, Gramado. Anais, Gramado: 1997.

FORRESTER, J.W. **Industrial Dynamics.** Portland: Productivity Press, 1961.

LEME, Rodrigo Marcelo; CUNHA Kamyly Borges; WALTER, Arnaldo. **Adicionalidade em projetos de MDL e a co-geração no setor sucroalcooleiro brasileiro.** Disponível em: www.feagri.unicamp.br_energia_agre2004_Fscommand_PDF_Agrener_Trabalho20109. Acesso em: 18 set. 2008.

LIMA, Carmen Lúcia Castro; COSTA, Luiz Fernando Guerreiro. **Considerações sobre o setor sucroalcooleiro no Brasil e na Bahia.** Revista Desenbahia, n.6. mar, 2007.

MASUDA, Gabriel B.; FIGUEIREDO, R. S. **Desenvolvimento de um simulador dinâmico manual de uma cadeia de distribuição para estudar um sistema submetido ao arquétipo denominado "crescimento e sub-investimento.** In: XXI ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DA PRODUÇÃO, 2001, Salvador. Anais. Salvador: 2001.

MORECROFT, J. D. W. **Strategy support models.** Strategic Management Journal. v. 5, n 3, p. 215-229, 1984.

_____. **Rationality in the analysis of behavioral simulation models.** Management Science. v. 31, n. 7, p. 900-916, 1985.

NAGAOKA, Marilda da Penha Teixeira; ESPERANCINI, Maura Seiko Tsutsui. **Viabilidade econômica sob condições de risco em co-geração de energia elétrica.** Energia Agrícola, n.2, v. 21, p. 81-98. Botucatu: 2006.

NEVES, Marcos Fava; CONEJERO, Marco Antonio. **Sistema agroindustrial da cana: cenários e agenda estratégica.** Revista de Economia Aplicada. São Paulo: v.11, n.4, p.587-604. 2007.

PIDD, Michael. **Modelagem empresarial: ferramentas para tomada de decisão.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SAITO, Jana Roiz; FIGUEIREDO, Reginaldo Santana; BATALHA, Mário O. **Simulando cadeias agroindustriais.** In: II WORKSHOP

BRASILEIRO DE GESTÃO DE SISTEMAS AGROALIMENTARES (PENSA/FEA/USP), 1999, Ribeirão Preto, Anais. Ribeirão Preto: 1999.

SILVA JUNIOR, Gilson Soares da. **Análise da influência de um compensador estático de reativos na operação de sistema elétrico industrial com co-geração.** Dissertação (Mestrado). São Luis do Maranhão: UFMA, 2008.

SOUZA, Zilmar José. **A co-geração de energia no setor sucroalcooleiro: desenvolvimento e situação atual.** In: Iv Agrener – Encontro Nacional de Energia no Meio Rural. Anais. 2002. Disponível em <<http://paginas.agr.unicamp.br>> Acesso em: 25 set. 2008.

STERMAN, J. D. **Misperceptions of feedback in dynamic decision making.** Organizational behavior and human decision processes. v. 43, n. 3, p. 301-335, 1989.