



IBP1207_06

FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA ESTUDOS DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA NO USO DO GÁS NATURAL EM PRÉDIOS RESIDENCIAIS

Cássima Z. Ortigosa¹, Jéferson M. Ortega²

Copyright 2006, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico foi preparado para apresentação na *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2006*, realizada no período de 11 a 14 de setembro de 2006, no Rio de Janeiro. Este Trabalho Técnico foi selecionado para apresentação pelo Comitê Técnico do evento, seguindo as informações contidas na sinopse submetida pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho Técnico, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, seus Associados e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho Técnico seja publicado nos Anais da *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2006*.

Resumo

No Brasil, com o processo de reestruturação do setor elétrico e a conseqüente crise de energia elétrica (EE), propiciou-se a criação de um grande mercado para o uso de fontes alternativas, onde a demanda por combustíveis menos poluentes, como o gás natural (GN), aumenta expressivamente. Contudo, para a consolidação do mercado de GN, torna-se necessário uma política forte de incentivo, principalmente pelo setor residencial, contribuindo para um deslocamento de uso da eletricidade, possibilitando a postergação de grandes investimentos em expansões nas áreas de geração, transmissão e distribuição de EE. Neste contexto, o presente trabalho propõe uma ferramenta computacional baseada na técnica de Dinâmica de Sistemas, para auxílio no processo de análise da viabilidade econômico-financeira da utilização do GN em alternativa à EE no aquecimento de água em instalações prediais residenciais. O modelo computacional desenvolvido permite a simulação do comportamento dinâmico das variáveis envolvidas, analisando os efeitos da competição destes dois energéticos. Os resultados obtidos demonstram que a influência de fatores como variações nas tarifas de EE e GN, e na taxa mínima de atratividade, contribuem de forma significativa no aumento ou redução do risco pela aplicação do capital no investimento.

Abstract

In Brazil, with the process of restructuring of the electric sector and the consequent electric power crisis, the creation of a great market was propitiated for the use of alternative sources, where the demand for less pollutant fuels, as the natural gas, that increases expressively. However, for the consolidation of the market of natural gas, it becomes necessary a strong incentive policy, mainly for the residential sector, contributing to a displacement of use of the electricity, making possible the postergation of great investments in expansions in the generation areas, transmission and distribution of electric power. In this context, the present work proposes a computational tool based on the technique of Systems Dynamics, for aid in the process of analysis of the economical-financial viability in the use of the natural gas, alternatively to the electric power, in the heating of water in in residential facilities. The model computational developed allows the simulation of the dynamic behavior of the involved variables, analyzing the effects of the competition of these two energetic. The obtained results demonstrate that the influence of factors as variations in the tariffs of electric power and natural gas, and in the minimum rate of attractiveness, could contribute in a significant way in the increase or reduction of the risk for the application of the capital in the investment.

¹ Mestre, Engenheira de Computação - UFMS

² Doutor, Professor do Departamento de Engenharia Elétrica - DEL/UFMS

1. Introdução

A utilização de fontes alternativas, no caso o gás natural (GN), tornou-se um caminho essencial em um mercado global, muito mais competitivo, e onde a demanda por combustíveis não poluentes pela indústria, comércio e transportes, bem como, para geração termelétrica, aumenta expressivamente.

Dentro deste contexto, observa-se o interesse governamental na alteração da participação do GN na matriz energética brasileira, com uma perspectiva de investimentos totais da ordem de US\$ 6,5 bilhões, objetivando elevar os níveis da oferta de energia primária, segundo Magnavita e Carvalho (2005) de 3,7% para, aproximadamente, 15% até o final de 2010.

Diversos outros fatores também têm contribuído para uma maior utilização deste energético nos principais pólos industriais e comerciais do país, como os crescentes investimentos em infra-estrutura para sua distribuição através de gasodutos - plano de massificação do uso do gás natural - e a descoberta de novas reservas como a da Bacia de Santos com um volume de, aproximadamente, 419 bilhões de m³ (Penteado, 2005).

A logística deste plano de massificação, conforme o site Gás Brasil (2005), prevê a implantação de uma rede básica de GN, ou seja, um conjunto de 4.000 km de gasodutos ligando as áreas de produção e de importação de gás da Bolívia a áreas consumidoras nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul.

Sem dúvida, implantar uma infra-estrutura de transporte por gasodutos, de modo a viabilizar a monetização das nossas reservas de gás, alterar a composição da matriz energética brasileira e expandir o mercado de GN no Brasil é um dos maiores desafios para este setor.

Com a nacionalização do GN na Bolívia, no início de maio deste ano, havia o temor de aumento de preço. Entretanto, os planos de negócio das distribuidoras contemplam horizontes de 30 anos, sendo o atual panorama na Bolívia, um problema pontual que não deve afetar os objetivos de longo prazo.

Embora a possibilidade de forte reajuste no gás importado da Bolívia seja considerada por parte do mercado, a chance de que esse aumento chegue até as distribuidoras é vista como bastante pequena. Ademais, por imposição do governo federal, a PETROBRAS pode barrar eventuais repasses no preço do GN para as distribuidoras estaduais.

Sendo assim, torna-se necessário, mais do que nunca, uma política mais forte de incentivo ao aumento do consumo deste energético, permitindo a instituição de um mercado consolidado, não só para atender à demanda diante de uma eventual redução da oferta de energia, mas no deslocamento de usos da eletricidade.

Com a reestruturação do setor elétrico brasileiro, a partir de meados da década de 90, o valor das tarifas de energia elétrica (EE) vem sofrendo crescentes elevações nos diversos setores (industrial, comercial e residencial), com índices superiores, até mesmo, ao crescimento da economia, causando grandes impactos aos consumidores.

Associado a estes aumentos, em um momento em que se discute a necessidade de grandes investimentos na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, o gás se apresenta como uma alternativa viável e de fácil operação, quando comparado à EE, pois pode aproximar-se do usuário final evitando etapas intermediárias de transformação energética.

Portanto, o mercado residencial de gás natural apresenta-se como um grande mercado em potencial, onde em substituição à eletricidade para aquecimento ou resfriamento com a utilização direta do combustível, ajudaria a aliviar o sistema elétrico principalmente nos momentos de pico, agregando valor sob a ótica do setor elétrico.

É importante salientar que as decisões de investimento, em projetos de economia e uso eficiente da energia, necessariamente passam por uma análise de viabilidade econômica de uma dada alternativa. A falta dessa análise quantitativa qualificada pode contribuir fortemente, na concepção falsa e generalizada de inviabilidade econômica de novas fontes de energia.

Neste contexto, este artigo propõe uma ferramenta de simulação com o objetivo de auxiliar os novos consumidores que utilizarão o GN em prédios residenciais para aquecimento de água, em alternativa à EE, que visa, principalmente, a análise dos aspectos relacionados com seu equilíbrio econômico e financeiro, permitindo assim, analisar situações para apoiar a tomada de decisão.

2. Metodologia

No entendimento de um sistema real seriam necessárias repetidas experimentações, muitas vezes arriscadas, as quais demandariam um longo período de tempo para análise. Consequentemente, a utilização de modelos que emulam sistemas reais e possibilitam a realização de simulações tornam-se necessários.

A ferramenta para análise econômico-financeira, apresentada por este artigo, visa auxiliar o cliente no processo de tomada de decisão a respeito de um dado investimento. Entretanto, a análise das alternativas de investimento corresponde, somente, a uma parte do processo de solução do problema, tendo em vista que o emprego de técnicas adequadas de modelagem é essencial para que haja resultados confiáveis e representativos.

Deste modo, toda a modelagem baseou-se na técnica de Dinâmica de Sistemas (DS), desenvolvida por Jay W. Forrester no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), na década de 60. Esta técnica permite a simulação, análise e

discussão de problemas complexos (problemas de difícil formulação matemática ou com grande espaço de busca) e não lineares, formando uma via importante para enfocar e tomar decisões concernentes ao problema (Mohapatra et al., 1994).

A partir desta modelagem, a ferramenta de análise de viabilidade econômico-financeira na utilização do gás natural em prédios residenciais para o aquecimento de água em alternativa à energia elétrica, foi implementada utilizando o *software Powersim* (2003), um ambiente voltado ao desenvolvimento de modelos baseados na técnica de DS.

É importante ressaltar, que a ferramenta implementada foi dimensionada, possibilitando a simulação simultânea para diferentes perfis. A Figura 1 ilustra uma parte desta ferramenta, na qual tem-se a simulação do consumo mensal de GN e EE para um determinado perfil.

Figura 1. Interface do simulador de consumo de gás natural e de energia elétrica da ferramenta proposta

Delineando o problema de análise na avaliação da viabilidade econômico-financeira do uso do gás natural em instalações prediais residenciais para aquecimento de água, em alternativa à energia elétrica, propõe-se um modelo que permite a análise dos aspectos relacionados com seu equilíbrio econômico e financeiro. Para isso, o modelo foi estruturado em três módulos principais: Módulo Técnico, Módulo Econômico e Módulo Tomada de Decisão.

O módulo técnico determina o consumo e, conseqüentemente, as despesas de GN e EE, levando-se em conta as restrições operativas dos equipamentos utilizados para os dois energéticos. A partir disso, o módulo econômico utiliza os resultados fornecidos pelo módulo técnico (despesas com GN e EE) para determinar o resultado econômico da alternativa utilizada. E, por sua vez, o módulo tomada de decisão, com base nas informações fornecidas pelo módulo econômico, avalia as estratégias propostas e permite a implementação/modificação de fatores que podem afetar os módulos técnico e econômico ou somente o econômico.

2.1. Módulo Técnico

Após análise do problema sob investigação, foi construída uma representação formal do sistema e de seu comportamento, para a obtenção das despesas na utilização da energia elétrica e do gás natural.

A Despesa Operacional de Energia Elétrica pode ser expressa como:

$$Dop_{EE} = \int_{t_0}^{t_1} (\beta \cdot C_{EE} \cdot Tr_{EE}) dt \quad (1)$$

De acordo com a Equação 1, as variáveis representam: Dop_{EE} - a despesa operacional de energia elétrica, em R\$/mo, no período de simulação “t1-t0”; β - a taxa de desconto, em %, no período de simulação “t1-t0”; C_{EE} - o consumo de energia elétrica, em kWh, no período de simulação “t1-t0”; e Tr_{EE} - a tarifa de energia elétrica, em R\$/((kWh)mo), no período de simulação “t1-t0”.

Ademais, a Despesa Operacional de Gás Natural pode ser expressa pela Equação 2.

$$Dop_{GN} = \int_{t_0}^{t_1} (\beta \cdot C_{GN} \cdot Pr_{GN}) \cdot dt \quad (2)$$

As variáveis da Equação 2 representam: Dop_{GN} - a despesa operacional de GN, em R\$/mo, no período de simulação “t1-t0”; C_{GN} - o consumo de GN, em m³, no período de simulação “t1-t0”; e Pr_{GN}^k - o preço do GN, em R\$/((m³)mo), no período de simulação “t1-t0”.

2.2. Módulo Econômico

O módulo econômico tem por objetivo avaliar o resultado econômico (fluxo de caixa, valor presente líquido, taxa interna de retorno, tempo de retorno do investimento, etc.) do modelo de simulação, sob determinados parâmetros de operação e investimento, que por sua vez faz parte de uma estratégia definida pelo módulo tomada de decisão. Este módulo visa, também, realizar a avaliação financeira do investimento (análise de riscos, competitividade da alternativa, etc.) para um determinado horizonte de simulação.

Neste artigo, o fator principal para a avaliação financeira é o fluxo de caixa, sob a visão do cliente, analisando se a alternativa poderá ou não ser implementada, visando a sua longevidade e a maximização dos fluxos de caixa gerados por suas operações.

Deste modo, o problema da análise de viabilidade do uso do GN em prédios residenciais para o aquecimento de água, pode ser formulado como um problema de maximização do Valor Presente Líquido (VPL), onde a maximização do VPL é igual a diferença da maximização de “S” menos “I”. A variável “S” pode ser descrita como a diferença entre as Despesas Operacionais de Energia Elétrica e de Gás Natural, e “I” como o investimento inicial da alternativa.

Sendo assim, a maximização do VPL ocorre pela maximização das diferenças entre as despesas ao longo do horizonte de simulação, ou seja, a maximização de “S” é diretamente proporcional aos aumentos na tarifa de EE e inversamente proporcional aos aumentos no preço do GN.

2.3. Módulo Tomada de Decisão

Segundo Casarotto e Kopitke (2000), no processo de tomada de decisão, a alternativa mais viável deve ser escolhida após a verificação do estudo de todas as variáveis que compõem o sistema, sendo que o número e as características dessas alternativas podem variar dependendo do problema.

No entanto, devem-se conhecer métodos que permitam identificar alternativas de ação, pois neste processo não pode haver incertezas. Sendo assim, considerou-se três métodos ou critérios tradicionais: o método do Valor Presente Líquido (VPL), o método da Taxa Interna de Retorno (TIR) e o critério de *Payback* (PB). O PB é um método não exato, o qual auxilia na decisão quando utilizado em conjunto com os métodos do VPL e TIR, indicando o tempo mínimo possível para o retorno do investimento.

É importante ressaltar que a ferramenta de apoio aos novos clientes que pretendem utilizar o GN em alternativa à EE no aquecimento de água em prédios residenciais, conta com algumas flexibilizações permitindo ao gestor a tomada de decisão segundo o seu perfil.

A primeira flexibilização envolve duas variáveis do modelo implementado (*Custo_Cons_EE* e *Custo_Cons_GN*), que possibilitam ao cliente a visualização da influência do custo da despesa mensal de EE ou de GN, no consumo pelo chuveiro elétrico e pela torneira elétrica, quando utilizada a EE, e pelo aquecedor a gás para o banho e para o uso na torneira, quando utilizado o GN, caso estejam ativas suas ações no simulador de consumo da ferramenta proposta. O comportamento da função destas duas variáveis evidencia que quanto maior for o excedente da despesa mensal de energia elétrica ou de gás natural, conforme as metas de despesas estabelecidas para cada perfil de cliente, maior será a tendência de reduzir o consumo mensal dos energéticos.

Por conseguinte, a outra flexibilização do modelo permite ao cliente comparar a despesa mensal de GN quando adotada a medição individual ou a medição centralizada, ou seja, poder quantificar quais seriam os reais benefícios,

para cada cliente, na escolha destes tipos de medidores de GN. Este estudo se justifica pelo fato de que o preço do m³ de GN, aplicado ao estado de Mato Grosso do Sul (MS), é regressivo, ou seja, quanto maior o consumo menor torna-se o preço por m³ de gás.

Conforme o exposto, estas flexibilizações do modelo proposto representam a percepção do cliente, visando uma maior economia ao se utilizar a energia elétrica ou o gás natural, ou seja, um melhor resultado econômico da análise de viabilidade da alternativa em questão.

3. Estudo de Caso

Inicialmente, adotou-se como base um edifício de uma grande construtora local de prédios residenciais, em Campo Grande/MS, de 23 andares (92 apartamentos), onde cada apartamento possui uma área útil de 156 m², com todas as instalações necessárias prontas para a utilização do gás natural, restando apenas a aquisição do equipamento (aquecedor a gás natural).

Ademais, foram levantadas as características relativas ao consumo dos usuários e os parâmetros que exercem maior influência na análise econômica, baseados em um comparativo de custos entre o GN e a EE apresentado por Melo (2002). Após o levantamento destes fatores, foram estudadas quatro alternativas de tipos possíveis de clientes, ou seja, quatro perfis considerando diferentes características para cada um, são eles: Perfil A: exigência de alto nível de conforto; Perfil B: nível de conforto moderado; Perfil C: nível de conforto normal; Perfil D: pouca exigência no nível de conforto.

No entanto, não só foram analisados os fatores que influenciam no consumo, mas também aqueles que podem alterar o comportamento financeiro da alternativa analisada, como: a tarifa de EE - baseada na Resolução Homologatória da ANEEL, n° 74, de 06/04/2005, para o período de 04/2005 a 04/2006; o preço do GN - baseado na Portaria n° 44, de 29/08/2005; o investimento inicial, adotou-se a o valor de R\$ 1.500,00 (um mil e quinhentos reais) como investimento necessário para a utilização do GN; e para a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), fixou-se um valor de 12% ao ano, pois esta taxa deve ser no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco, como por exemplo a caderneta de poupança; e, por um horizonte de simulação de 3 anos.

Para se proceder a análise econômico-financeira, foram utilizados os métodos exatos do Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno e o método não exato do *Payback*. E, logo após, foi realizada a análise de sensibilidade, objetivando analisar até que ponto o investimento ainda se mantém atrativo, variando entre $\pm 20\%$ o parâmetro investimento inicial.

3.1. Construção dos Cenários

Frente a um processo de decisão sob incerteza, torna-se necessário analisar as alternativas de evolução da tarifa de energia elétrica e do preço do gás natural, para uma maior confiabilidade na tomada de decisão. Logo, foram criados sete cenários de evolução do preço e da tarifa para os setores de GN e EE.

Todos os cenários consistem em avaliar a viabilidade econômico-financeira da utilização do gás no aquecimento de água em prédios residenciais, em alternativa à EE. Desta forma, no primeiro cenário mantiveram-se constantes os valores do preço do GN e da tarifa de EE. Para o segundo cenário, procurou-se quantificar quais seriam os efeitos sobre a viabilidade caso o preço do GN sofressem um aumento de 5% ao ano. Ademais, com o mesmo objetivo, no terceiro cenário a análise é feita com a hipótese de que o gás tenha um aumento de 10% ao ano, para o período de simulação considerado.

Através da quarta e quinta hipóteses (cenários 3 e 4), serão analisados como decréscimos de 5 e 10% ao ano no preço do GN, representariam ao fim do horizonte de simulação, a recuperação do capital investido e, conseqüentemente, a atratividade do investimento.

Para o término das simulações, considerou-se um aumento de 10 e 20% ao ano para a tarifa de EE, representando os cenários 6 e 7 respectivamente. Deve-se ressaltar que os acréscimos nestas tarifas apresentaram uma maior magnitude de elevação, devido aos aumentos ocorridos ao longo dos últimos anos no setor energético brasileiro.

4. Análise e Discussão dos Resultados

Para o primeiro cenário, supõe-se que, para o horizonte de simulação considerado de três anos, a tarifa de energia elétrica e o preço do gás natural não sofram elevações, ou seja, permanecerão constantes. Considerando que o

investimento inicial necessário seja de R\$ 1.500,00 (valor fixado anteriormente), obteve-se a partir da simulação para os quatro perfis (A, B, C e D), diferentes valores no retorno do investimento.

Sendo assim, a partir da comparação da análise econômico-financeira dos perfis é possível concluir que, com base na Taxa Interna de Retorno, o perfil “A” apresenta um TIR de 15,69%, superior a Taxa Mínima de Atratividade fixada. No entanto, para os perfis “B” e “C” existe uma atratividade, mas com valores menores para a TIR, 7,78 e 0,62%, respectivamente.

Nesta situação é importante ressaltar que ao se proceder a análise de investimento, a melhor alternativa do ponto de vista deste método, é a que apresentar a maior TIR e superior ao valor da TMA. Assim, somente deverá ser recusado o investimento se a TIR apresentar um valor negativo, o que representa que a alternativa não é viável dentro do horizonte considerado.

Da mesma forma, observa-se com base no método do Valor Presente Líquido, que o perfil “A” apresenta um valor 278% superior ao do perfil “B”, confirmando a sua atratividade. No entanto, com referência aos perfis “C” e “D”, às entradas do fluxo de caixa não foram suficientemente significativas, a fim de resultarem em valores não-negativos para o valor presente líquido, mesmo o perfil “C” apresentando uma TIR maior que zero.

Utilizando-se destes resultados, no qual os investimentos para os perfis “C” e “D” foram recusados, verifica-se para o perfil “A” e o “B”, a diferença no tempo de retorno de investimento (*Payback*). Assim, “A” e “B” apresentam PB, de 5 e 12 meses respectivamente, valores relativamente pequenos se for levado em conta o horizonte de simulação considerado. No entanto, como todo investimento envolve risco, quanto mais rápido for o retorno do que foi investido, mais seguro o cliente se sentirá.

Por conseguinte, dentre os diversos fatores presentes na análise de viabilidade econômico-financeira, verificou-se a influência do custo do investimento inicial. Deste modo, pôde-se verificar até que ponto o investimento ainda se mantém atrativo, variando entre $\pm 20\%$ o parâmetro de entrada citado acima. Os valores utilizados nesta análise serão de R\$ 1.500,00 (I), R\$ 1.800,00 (II) e R\$ 1.200,00 (III), respectivamente.

Para os perfis “A” e “B” analisados, o efeito sobre o VPL não evidenciou que os investimentos deixaram de ser atrativos (valores sempre positivos). O valor do VPL para o perfil “D” nos três casos manteve-se na faixa abaixo de zero (negativo), demonstrando a inviabilidade da sua escolha.

O perfil “C” apresenta uma exceção para a situação do custo do investimento inicial de R\$ 1.200,00. O VPL que antes resultava em um valor menor que zero (R\$ -62,48), neste caso apresenta-se com um valor positivo de R\$ 237,52, ou seja, denota uma situação de atratividade de investimento.

Por conseguinte, foram avaliados também os efeitos da alteração no parâmetro custo do investimento inicial, sobre o comportamento da TIR e do *Payback* para os perfis considerados. Nesta simulação o perfil “A” manteve o valor da TIR superior a TMA nas três opções consideradas, sendo que em um dos casos (III) é 60% superior a TMA fixada de 12%. Para este mesmo perfil, o PB sofreu pequenas variações no tempo de retorno, ou seja, acréscimo e redução de 1 mês respectivamente para os três valores de investimentos iniciais considerados.

Com relação ao perfil “B”, a TIR variou aproximadamente $-21,5\%$ (II) e $+30\%$ (III) em seus resultados, onde em um dos casos (III), se aproximou do limite de atratividade de 12%. Da mesma forma, o PB sofreu significativas alterações no tempo de retorno, de 12 meses para um investimento inicial de R\$ 1.500,00 para 8 meses com um custo de R\$ 1.200,00.

Para o perfil “C”, considerando apenas o resultado para o caso III (único com valor positivo do VPL, como visto anteriormente) a TIR e o PB correspondentes são de 1,92% e de 25 meses, ou seja, valores relativamente pequenos quando comparados com os dos perfis “A” e “B”. Nesta situação, o investimento pode ser aceito, apresentando uma taxa de retorno menor, embora positiva.

A partir desses resultados, pode-se observar que pequenas reduções no parâmetro investimento inicial, podem diminuir o risco pela aplicação do capital e, conseqüentemente, aumentar a probabilidade de implementação pelo cliente.

Tomando como base o primeiro cenário, discutido anteriormente, foram criados outros seis cenários com a finalidade de se verificar o comportamento da viabilidade na hipótese de evolução da tarifa de energia elétrica e do preço do gás natural, durante o período considerado de três anos.

Sendo assim, baseado inicialmente no método do Valor Presente Líquido, a Figura 2 apresenta os resultados obtidos a partir da simulação dos quatro perfis (A, B, C e D) para os sete cenários considerados.

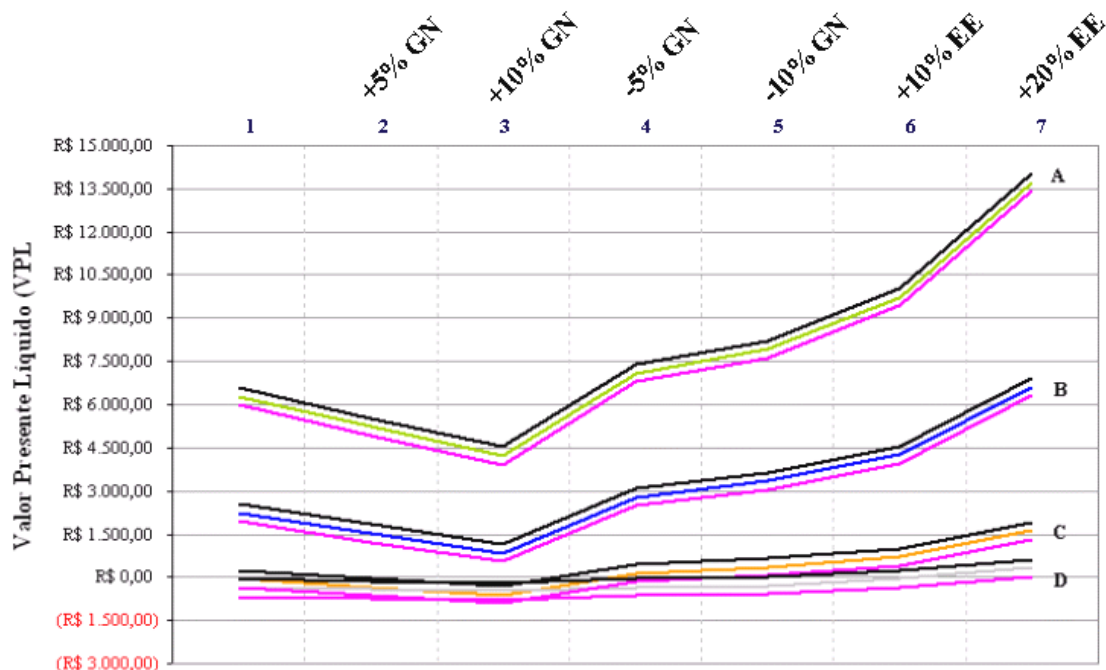


Figura 2. Resultado para todos os perfis, juntamente com a análise de sensibilidade, utilizando o método do VPL

A análise dos resultados revela que, para o segundo cenário apenas os investimentos para os perfis “A” e “B” são indicados, por apresentarem um valor presente líquido positivo, ou seja, o perfil “A” com um VPL de R\$ 5.233,29, e o perfil “B” com um valor de R\$ 1.530,47, representando uma diferença de 342%.

Na análise de sensibilidade do parâmetro investimento inicial (I, II e III), houve uma significativa variação do VPL para o perfil “B”, primeiramente com uma defasagem de 19,6% (II), seguido de um acréscimo de 48,8% (III), denotando um aumento na atratividade para este investimento.

Nota-se que, para o terceiro cenário, o resultado do VPL segue a mesma tendência do primeiro, ou seja, apenas os investimentos para os perfis “A” e “B” são aceitos. Para o perfil “A”, houve um acréscimo seguido de um decréscimo de, aproximadamente, 7% nos resultados obtidos pela análise de sensibilidade para os três casos, não resultando em grandes alterações.

No entanto, com relação ao perfil “B”, esta variação no custo do investimento inicial ocasionou um maior impacto no VPL, apresentando uma redução e aumento de aproximadamente 35,6% (II) e 110,55% (III) respectivamente, ou seja, de R\$ 842,73 para R\$ 542,46, e logo após para R\$ 1.142,56.

Analisando o quarto cenário, este apresenta uma diferença em relação aos cenários já apresentados. Caso haja um decréscimo de 5% ao ano no valor do preço do gás natural, o investimento com base no perfil “C”, que antes se apresentava totalmente inviável em todas as opções, agora sinaliza que existe a possibilidade de aplicação para o primeiro (R\$ 1.500,00) e terceiro casos (R\$ 1.200,00) do investimento inicial, ou seja, o VPL correspondente a estes dois parâmetros apresenta-se com valores positivos de R\$ 142,35 e R\$ 432,12, respectivamente. Para os perfis “A” e “B”, os resultados não apresentaram grandes variações. Para o “A” a média foi de 5% e para o “B” de 10%, em acréscimos e decréscimos nos casos II e III (R\$ 1.800,00 e R\$ 1.200,00).

Com relação ao quinto cenário, supondo-se que possa haver um decréscimo de 10% ao ano no valor do preço do gás natural, os investimentos para os perfis “A”, “B” e “C” são viáveis em todas as opções, com menor ou maior risco pela aplicação do capital no investimento. Neste cenário, vale ressaltar que a variação média do VPL para estes três perfis é bastante significativa, em torno de 924% do perfil “C” para o “B”, e de 237% do “B” para o “A”.

Entretanto, uma outra opção para este cenário pode ser considerada viável, condição esta para o perfil “D”, que define o valor de R\$ 1.200,00 (III) para o investimento inicial, resultando em um VPL positivo.

Da mesma forma que um decréscimo de 10% ao ano no valor do preço do gás natural resulta na viabilidade dos perfis “A”, “B”, “C” e “D”, sendo que “D” somente em um caso, um aumento de 10% ao ano no valor da tarifa de energia elétrica, representado pelo sexto cenário, segue esta mesma tendência.

Torna-se importante ressaltar que, para este cenário, o resultado do VPL do perfil “D”, apresentou um considerável aumento em relação ao do quinto cenário (para o terceiro caso - R\$ 1.200,00), o valor presente líquido que antes era de R\$ 10,25 passou para R\$ 251,47, ou seja, evidencia que um aumento na tarifa de energia elétrica da ordem de 10% pode interferir na viabilidade das alternativas analisadas de uma maneira totalmente positiva.

Por conseguinte, pode-se notar que o comportamento dos resultados para o sétimo cenário difere-se de todos os outros já descritos, pois em quase todos os investimentos para os perfis de “A” a “D”, denota-se a atratividade do investimento para o cliente. Deste modo, somente para o perfil “D”, no segundo caso da análise de sensibilidade (custo do investimento inicial de R\$ 1.800,00) que o investimento deve ser recusado por apresentar um VPL não-positivo.

Considerando-se os resultados obtidos a partir dos setes cenários propostos, juntamente com a análise de sensibilidade apresentada para todos os perfis considerados (A, B, C e D), a porcentagem de aceitabilidade das alternativas de investimento consideradas pelo estudo de caso são: 100% para o perfil “A”, 100% para o perfil “B”, 57% para o “C” e 19% para o “D”.

5. Conclusões

Conforme proposto inicialmente, as avaliações dos diversos cenários demonstram que a análise econômico-financeira assume importância fundamental, constituindo-se em um instrumento de avaliação de desempenho e oferecendo indicadores das perspectivas econômico-financeiras das alternativas, indispensáveis na tomada de decisão de consumidores prediais residenciais.

Dos vários cenários simulados em conjunto com a análise de sensibilidade, os resultados obtidos demonstraram que a influência de fatores como as variações na tarifa de energia elétrica, no preço do gás natural e na taxa mínima de atratividade, contribuem de forma significativa no aumento ou redução do risco na implementação das alternativas, e conseqüentemente, na competitividade do GN frente à EE.

Cabe ressaltar que, o incremento no preço do gás aumentou substancialmente o risco pela escolha na utilização do energético, ficando assim o seu crescimento no setor residencial sujeito a questões de credibilidade e riscos associados ao negócio, ou seja, a necessidade da implementação de políticas que viabilizem a real introdução do energético, favorecendo assim os atuais clientes, bem como aqueles interessados em utilizá-lo.

Neste panorama, a utilização do GN contribuiria no deslocamento de usos da eletricidade, postergando grandes investimentos em expansões nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. No entanto, existe a necessidade de priorizar o uso deste combustível através de alternativas que possibilitem eficiência energética, para a obtenção de seus reais benefícios. Dentre estas alternativas são destacadas a substituição da EE pelo GN nos diferentes processos térmicos presentes no setor residencial, um dos mercados em grande expansão no país.

Por essas razões o presente artigo teve por objetivo enfocar a importância de uma ferramenta de análise da viabilidade econômico-financeira da utilização do GN em alternativa à EE no aquecimento de água em prédios residenciais. Esta problemática é decorrente da necessidade de análise dos efeitos de competição entre estes dois energéticos junto aos consumidores finais.

A representação do comportamento dinâmico das variáveis envolvidas foi possível devido ao emprego da técnica de Dinâmica de Sistemas. Esta técnica de análise e modelagem possibilitou o uso combinado de métodos qualitativos e quantitativos na implementação, assim como, entre outros, de determinar os fatores que exercem maior influência sobre o comportamento do sistema.

Ademais, a ferramenta desenvolvida pode ser útil na aquisição de conhecimentos sobre o sistema, ou seja, ser utilizada como uma ferramenta de aprendizagem do modelo implementado, buscando melhores formas na utilização dos energéticos avaliados.

6. Referências

- CASAROTTO FILHO, N; KOPITTKE, B. H. *Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial*. 9ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2000.
- GÁS BRASIL, O Portal do Gás na Internet, 2005. *Investimentos e Projeções para o Gás Natural*. Disponível em: <http://www.gasbrasil.com.br/mercado/gn/investimentos_gn.asp>. Acesso em: novembro de 2005.
- MAGNAVITA, M.; CARVALHO, D., 2005. *Gás Natural Ganha Espaço no País*. CTGÁS. Disponível em: <http://www.ctgas.com.br/informacoes/news/business2608.asp>. Acesso em dezembro de 2005.
- MELO, J.P., 2002. *Cenários do Gás Canalizado no Estado de São Paulo*. 1ª ed. São Paulo/SP: Editora ArtLiber.
- MOHAPATRA, P.K.J., MANDAL, P. E., BORA M.C. *Introduction to System Dynamics Modeling*. Universities Press (India) Limited, 1994.
- PENTEADO, R. C., 2005. *Gás Natural: O Mercado de 2008 tem que ser Conquistado Agora*. Gás Brasil. 2005 Disponível em: <http://www.gasbrasil.com.br/tecnicas/artigos/artigo.asp?arCod=361>. Acesso em janeiro de 2006.
- POWERSIM STUDIO ENTERPRISE, 2003. *Software Powersim Studio Enterprise* versão 2003.