



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GME - 04
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

**GRUPO VI
GRUPO DE ESTUDO EM MERCADOS DE ENERGIA ELÉTRICA - GME**

GERISCO: UM SISTEMA DE SUPORTE À DECISÃO PARA CONTRATAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

José Manoel Biagi Amorim* Paulo Barbosa Rogério Almeida Hermas Franco Eduardo Rosseti Lopes
Duke Energy Brasil FEC-UNICAMP FEC-UNICAMP FEC-UNICAMP Duke Energy Brasil

RESUMO

A avaliação global da experiência dos consumidores livres no Brasil tem sido bastante satisfatória, com evolução significativa do volume de contratação, com mais de 400 experiências já registradas. Além dos ganhos relatados na qualidade da relação comercial, observa-se uma ampliação da variedade de contratos. Não obstante, constata-se uma certa dificuldade entre as partes para avaliar uma série de componentes nas decisões de contratação. Reconhecendo tais dificuldades, o sistema de suporte à decisão GeRisco foi desenvolvido visando trazer subsídios às empresas consumidoras de energia elétrica na fase de análise e escolha de alternativas de contratação diante de ofertas de fornecedores para usuários que se enquadrem na categoria de consumidores livres. O aplicativo foi feito no âmbito de um projeto de P&D aprovado pela ANEEL, tendo como equipe de desenvolvimento um grupo de pesquisadores da UNICAMP em parceria e estreita colaboração com a equipe da Duke Trading Brasil, a qual financiou o projeto. O trabalho apresenta a descrição do aplicativo e alguns resultados de estudos, permitindo que sejam ilustrados os benefícios da utilização do GeRisco.

PALAVRAS-CHAVE

Consumidor livre, livre contratação, gestão de riscos, comercialização de energia elétrica, mercado livre.

1.0 - INTRODUÇÃO

Como parte dos processos de liberalização dos mercados, têm sido notórias as experiências de competição no mercado de eletricidade no ambiente de varejo (retail competition) em diversos países do mundo, as quais são consolidadas na forma de programas denominados "customer choice" (escolha do consumidor). No Brasil, tal iniciativa se deu através do programa denominado "consumidores livres", o qual teve sua sustentação jurídica a partir da Lei 9074, de 07 de Julho de 1995.

O consumidor livre é definido como qualquer unidade consumidora que possua demanda por eletricidade igual ou superior a 3 megawatts (MW) a uma tensão de, no mínimo, 69 quilovolts (kV). As empresas enquadradas nesta categoria – ainda restrita a grandes e médias indústrias ou estabelecimentos comerciais - deixam de pagar tarifas de energia elétrica e passam a negociar diretamente com seus fornecedores o preço de mercado do serviço a ser contratado. Os consumidores livres podem optar por adquirir seu fornecimento de geradoras (produtoras independentes e concessionárias) e comercializadoras e ainda, escolher diversas formas de suprimento, tais como

• Centro Empresarial Nações Unidas – Torre Norte
Av. Nações Unidas 12901 CEP 04578-000 - São Paulo - SP
Tel.: (011) 5501-3433 - Fax: (011) 5501-3596 - e-mail: jamorim@duke-energy.com

contratos bilaterais com as empresas ofertantes; participação em leilões promovidos por geradoras e a implementação de leilões de compra para atrair vendedores e realizar investimentos em autogeração.

Segundo Fernandes Filho (1) havia cerca de 1.100 unidades consumidoras no País que se enquadravam na condição de consumidor potencialmente livre no ano de 2000. Se considerada uma redução do patamar de 3 MW para 1 MW, haveria uma ampliação para cerca de 20.000 unidades consumidoras potencialmente livres. Dados mais recentes da Associação Brasileira dos Agentes Comercializadores de Energia Elétrica (Abraceel) revelam que a demanda dos consumidores livres já atingia cerca de 11% da carga total do País ao final de 2004, ou 4,85 gigawatts (GW) médios, com mais de 400 unidades consumidoras tendo sido incluídas nessa condição. Ainda de acordo com a classificação da Abraceel, os consumidores potencialmente livres, enquanto mantido o patamar mínimo de 3 MW e 69 kV correspondem a 9% da carga total do Sistema Interligado Nacional em 2004, estimada em 42,4 GW médios. Desta forma, mais da metade dos consumidores habilitados a migrar do ambiente de contratação regulada para o mercado livre já teriam tomado esta iniciativa até o final de 2004.

Não obstante, constata-se uma certa dificuldade entre as partes para avaliar uma série de componentes nas decisões de contratação, a qual ocorreu também em outros países na fase inicial da instituição do mercado livre de energia (2). Entre essas se inclui a definição sobre a duração do contrato, as alternativas de preços ofertados pelas empresas fornecedoras (incluindo a evolução temporal desses), a opção de compra de blocos de energia a preço fixo e a preço variável, a conveniência de cláusulas e instrumentos de proteção contra riscos e outros aspectos específicos de interesse do consumidor. Reconhecendo tais dificuldades, o sistema de suporte à decisão GeRisco foi desenvolvido visando trazer subsídios às empresas consumidoras de energia elétrica na fase de análise e escolha de alternativas de contratação diante de ofertas de fornecedores para usuários que se enquadrem na categoria de consumidores livres.

2.0 - DESCRIÇÃO GERAL DO GERISCO

O aplicativo tem como ambiente de comercialização o contexto do mercado de energia elétrica do Brasil, respeitando-se o aparato regulatório vigente. Como pressuposto, admite-se que o consumidor livre queira analisar diversas alternativas de compra, eventualmente incluindo entre elas instrumentos de proteção contra riscos. A opção pela contratação em tarifa regulada (cativo) é colocada como alternativa de referência para comparação de preços, sendo a respectiva tela mostrada conforme apresentado na Figura 1.

The screenshot shows the 'Consumidor Livre' (Free Consumer) configuration window in the GeRisco application. The window title is 'Gerisco [C:\Arquivos de programas\GeRisco_Cativo_x_Livre\Simulação 1.ger]'. The interface includes a menu bar (Arquivo, Consumidor, Ferramentas, Ajuda) and a toolbar with icons for file operations and data visualization. The main area is titled 'Consumidor Livre' and contains several sections:

- Data Inicial e Duração do Contrato:**
 - Mês de Início do Contrato: Janeiro
 - Ano de Início do Contrato: 2004
 - Duração do Contrato: 60 meses
 - Data de Término do Contrato:
 - Mês de Término do Contrato: Dezembro
 - Ano de Término do Contrato: 2008
- Cenário Futuro Médio para Consumidor Cativo:**
 - Selected: Bom - 5% a.a.
 - Options: Médio - 15% a.a., Mau - 25% a.a.
 - Buttons: Definir Índices Futuros para Consumidor Cativo, Definido pelo Consumidor Cativo
- Empresa de Energia Local:**
 - UF para ICMS: SP
 - Selected: BANDEIRANTE - (SP)
 - ICMS: SP - 18.0%
 - Label: Empresa Bandeirante de Eletricidade
- Demandas(kW) e Consumos(kWh):**

| Demandas(kW) | | Consumos(kWh) | |
|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Ponta | Fora da Ponta | Ponta | Fora da Ponta |
| 74000 | 74000 | 4884000 | 34188000 |
| 74000 | 74000 | 4884000 | 34188000 |
- Composição das Tarifas - Consumidor Cativo:**
 - Tarifa de Demanda na Ponta em R\$/KW = 30.00
 - Tarifa de Demanda Fora da Ponta em R\$/KW = 9.87
 - Tarifa de Consumo na Ponta em R\$/MWh = 184.88
 - Tarifa de Consumo Fora da Ponta em R\$/MWh = 86.14
 - Despesa de Fio na Ponta em R\$ = 2,220,000.00
 - Despesa de Fio Fora da Ponta em R\$ = 730,379.99
 - Despesa de Energia na Ponta em R\$ = 902,953.94
 - Despesa de Energia Fora da Ponta em R\$ = 2,944,954.30
 - Total do Mês (Fio + Energia) em R\$ = 6,798,288.23
 - Despesa Total do Mês (com ICMS) em R\$ = 8,021,980.12
 - Tarifa Média Fio do Mês em R\$/MWh = 75.51
 - Tarifa Média Energia do Mês em R\$/MWh = 98.48
 - Tarifa Média Total do Mês em R\$/MWh = 173.99
 - Tarifa Média (com ICMS) em R\$/MWh = 205.31

At the bottom, there are buttons for 'Gráfico Cativo Meses' and 'Gráfico Cativo Anos'.

FIGURA 1 – Definição dos parâmetros de contratação e resultados como consumidor cativo

Para simular as despesas com energia elétrica como consumidor cativo, o usuário deve informar na pasta Dados do Contrato (Figura 1) os parâmetros característicos da contratação:

- mês e ano iniciais do contrato;
- duração do contrato;
- empresa distribuidora local;
- o estado em que se localiza a empresa distribuidora (para fins de tributação pelo ICMS);
- a demanda e o consumo na ponta e fora da ponta.

Com tais informações, o GeRisco calcula e apresenta na tela (lado direito) os componentes de custo da tarifa (fio e energia), seu valor total (com e sem ICMS), bem como as despesas totais. O usuário poderá verificar a consistência dos cálculos pela comparação direta com última fatura que dispõe (último mês faturado).

O usuário também poderá ter uma idéia da evolução futura dos custos da contratação como cativo pela definição de uma estimativa de reajuste tarifário, a qual poderá ser um dentre os três cenários futuros pré-definidos (bom, médio, mau) ou ainda, com reajustes diferenciados ano a ano (no botão Definir Índices Futuros para Consumidor Cativo).

Nas Figuras 2 e 3 são apresentados os resultados fornecidos pelo GeRisco para as projeções de custos que são traduzidas em termos de tarifas médias mensais (Figura 2) ou tarifas médias anuais (Figura 3).

As demais opções da barra do menu mostradas na Figura 1 referem-se à condição de contratação na categoria de consumidor livre.

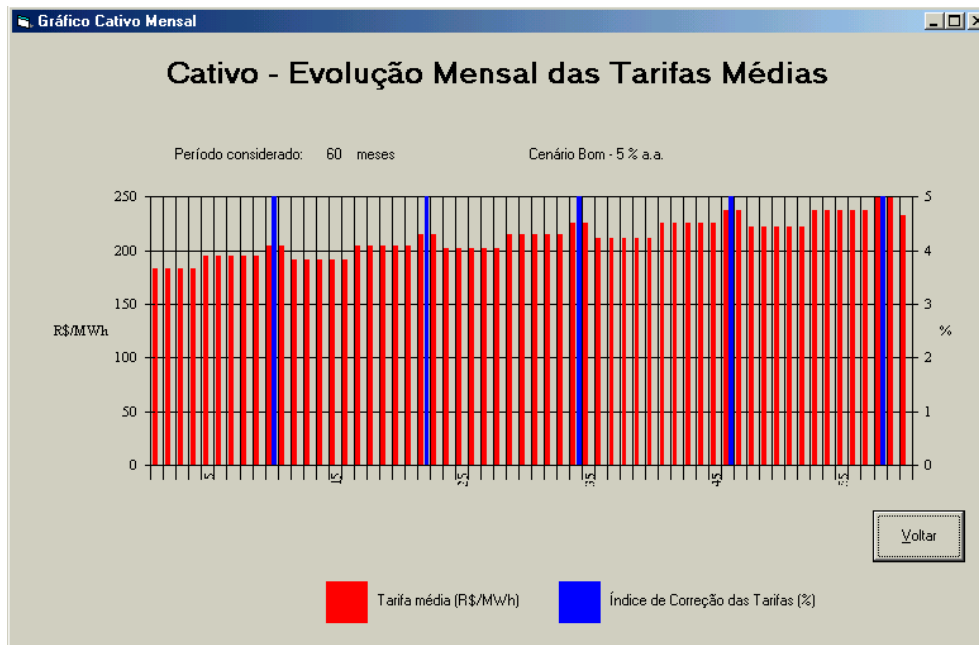


FIGURA 2 – Evolução mensal das tarifas para a contratação como consumidor cativo

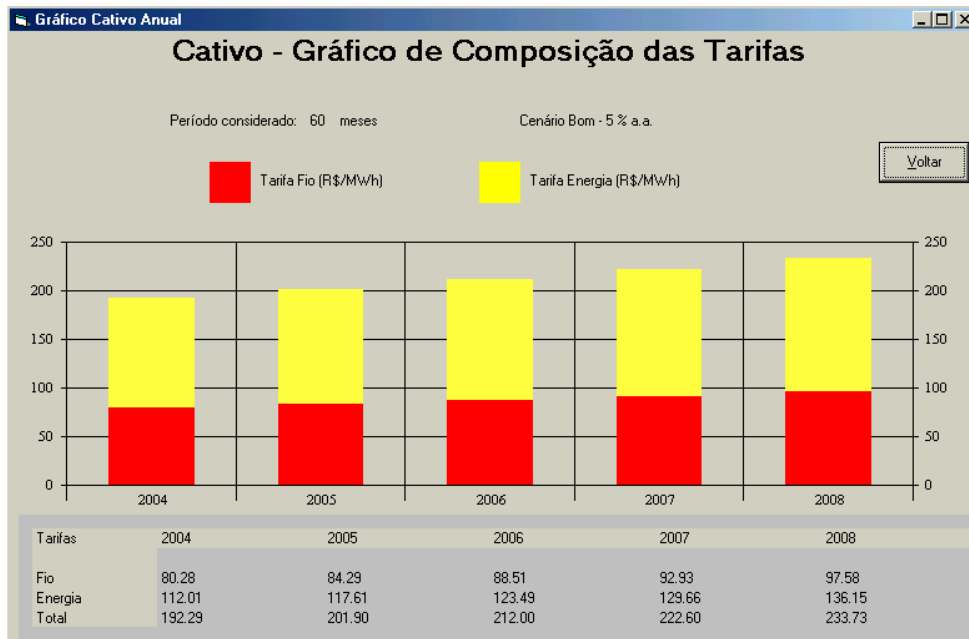


FIGURA 3 – Evolução anual das tarifas para a contratação como consumidor cativo

No ambiente de livre contratação do GeRisco, o consumidor livre poderá compor seu mix de contratos, combinando a contratação de uma parcela da carga a preço fixo anual (contrato bilateral,) e o restante da carga a preço variável, tendo como referência a evolução dos preços do mercado spot (ou seja, o preço spot da Câmara Comercializadora de Energia Elétrica, que substituiu o Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE). A Figura 4 ilustra uma situação em que a maior parte da carga estaria sendo comprada via contrato bilateral a preço fixo anual. O restante da carga estará sendo comprado a preço variável com base no preço spot, com a intermediação de uma empresa comercializadora de energia.

A vantagem da compra a preço fixo via contratação bilateral é o controle dos custos ao longo do horizonte do contrato, apenas dependente da evolução do índice de reajuste anual. Não obstante, ao se fixar a um preço fixo de contrato, o consumidor abre mão da oportunidade de se beneficiar dos preços mais baixos do mercado spot. No caso de mercados com predominância de geração hidroelétrica, tais preços, refletindo o custo marginal de operação, apresentam patamares baixos na grande maioria do tempo, com alguns saltos esporádicos que eventualmente podem trazer prejuízos financeiros de grande magnitude ao consumidor. As alternativas intermediárias (parte da carga contratada a preço fixo e parte da carga contratada a preço variável) evitam a exposição total à grande variabilidade do preço spot e possibilitam algumas economias decorrentes de períodos com preços baixos. Fica evidente a necessidade de conhecer os riscos implícitos em cada alternativa de contratação, o que é conseguido através das simulações no aplicativo GeRisco.

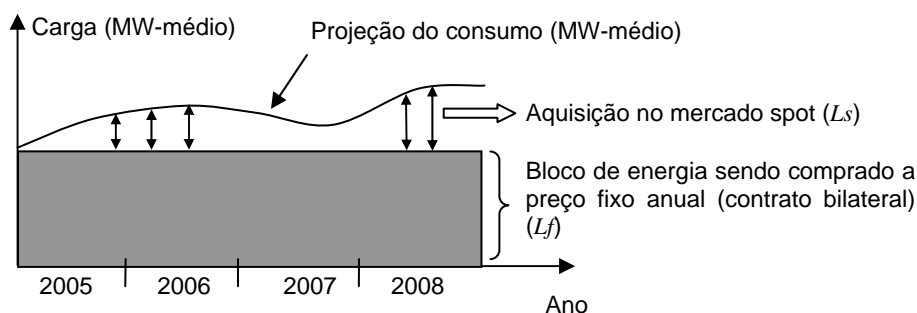


FIGURA 4 – Composição de um contrato com preço fixo e preços variáveis

A simulação do componente do contrato sendo comprado a preço variável é calculada sobre o conjunto de 2.000 séries de preços spot, geradas no modelo Newave. Para fins ilustrativos da forma de cálculo, a carga total é dividida em duas partes: a primeira comprada a preço fixo (L_f), e a segunda comprada a preço spot (L_s). A parcela comprada a preço spot pode possuir ou não um mecanismo de proteção contra risco (contrato de opção de compra).

Tomando intervalos de discretização mensal (t) e assumindo a realização de um particular cenário i para o preço spot, o custo total anual $C(i, j)$ da compra de energia elétrica para atendimento da carga do consumidor é calculado pela expressão:

$$C(i, j) = L_f \cdot P_f + \sum_{t \in T_1} L_s \cdot [1 + F(j)] \cdot P_s(t, i) + \sum_{t \in T_2} L_s \cdot \min\{K(j), [1 + F(j)] \cdot P_s(t, i)\} + \sum_{t \in T_2} L_s \cdot P_c(j) \quad (1)$$

onde:

- $C(i, j)$ custo anual da compra de energia elétrica para o cenário i e o ano j (R\$/MWh);
- $F(j)$ custo cobrado pela comercializadora para que o consumidor tenha acesso aos preços spot no ano j (em % do preço spot);
- i cenário de preço no mercado spot (particular série dentre as 2.000 séries do Newave);
- j particular ano do horizonte do contrato;
- $K(j)$ preço de exercício (strike price) do contrato de opção (\$/MWh) no ano j ;
- $L_f(j)$ parte da carga (MW-médio) sendo comprada a preço fixo no contrato bilaterra, no ano j ;
- $L_s(j)$ parte da carga (MW-médio) sendo comprada a preço variável (spot), no ano j ;
- $P_c(j)$ prêmio mensal (R\$/MWh) pago pelo consumidor pelo contrato de opção referente ao ano j ;
- P_f preço da energia (R\$/MWh) cobrado pela comercializadora no contrato bilateral;
- $P_s(t, i)$ preço spot (R\$/MWh) no mês t assumindo a hipótese da ocorrência do cenário i ;
- t índice relativo ao mês;
- T_1 conjunto meses em que o contrato de opção não está ativo;
- T_2 conjunto meses em que o contrato de opção está ativo;
- $T_1 \cup T_2 = 12$ meses.

Deve-se notar que $T_1 \cup T_2 = 12$ meses. Cada alternativa de contratação exigirá a fixação das parcelas da carga do consumidor sendo compradas a preço fixo (L_f) e a preço spot (L_s). As despesas com a compra de energia elétrica são calculadas conforme a expressão (1) para as 2.000 séries de preços spot, fornecidas pelo modelo Newave. Para cada ano do horizonte do contrato podem ser calculados os valores médios de preço (R\$/MWh) correspondentes à alternativa de contratação pré-definida, conforme expressão (2).

$$MC(j) = \frac{\sum_{i=1}^M C(i, j)}{L(j) \cdot T(j) \cdot M} \quad (2)$$

onde:

- i índice relativo as séries de preços spot;
- $L(j)$ carga total no ano j (soma das parcelas L_f e L_s);
- $T(j)$ número de horas no ano j .
- M número de série de preços spot (valor usual de 2.000);
- $MC(j)$ valor médio anual do preço de energia elétrica (R\$/MWh) para o ano j para a alternativa contratual especificada.

Além do valor médio anual do preço, o GeRisco calcula o valor mínimo (série spot mais favorável), o valor máximo (série spot menos favorável) como apresentado na Figura 5, além do histograma de frequência dos preços médios anuais para as 2.000 séries de preço spot, o que permite ao usuário ter uma boa avaliação da relação risco x retorno proporcionada por cada alternativa contratual.

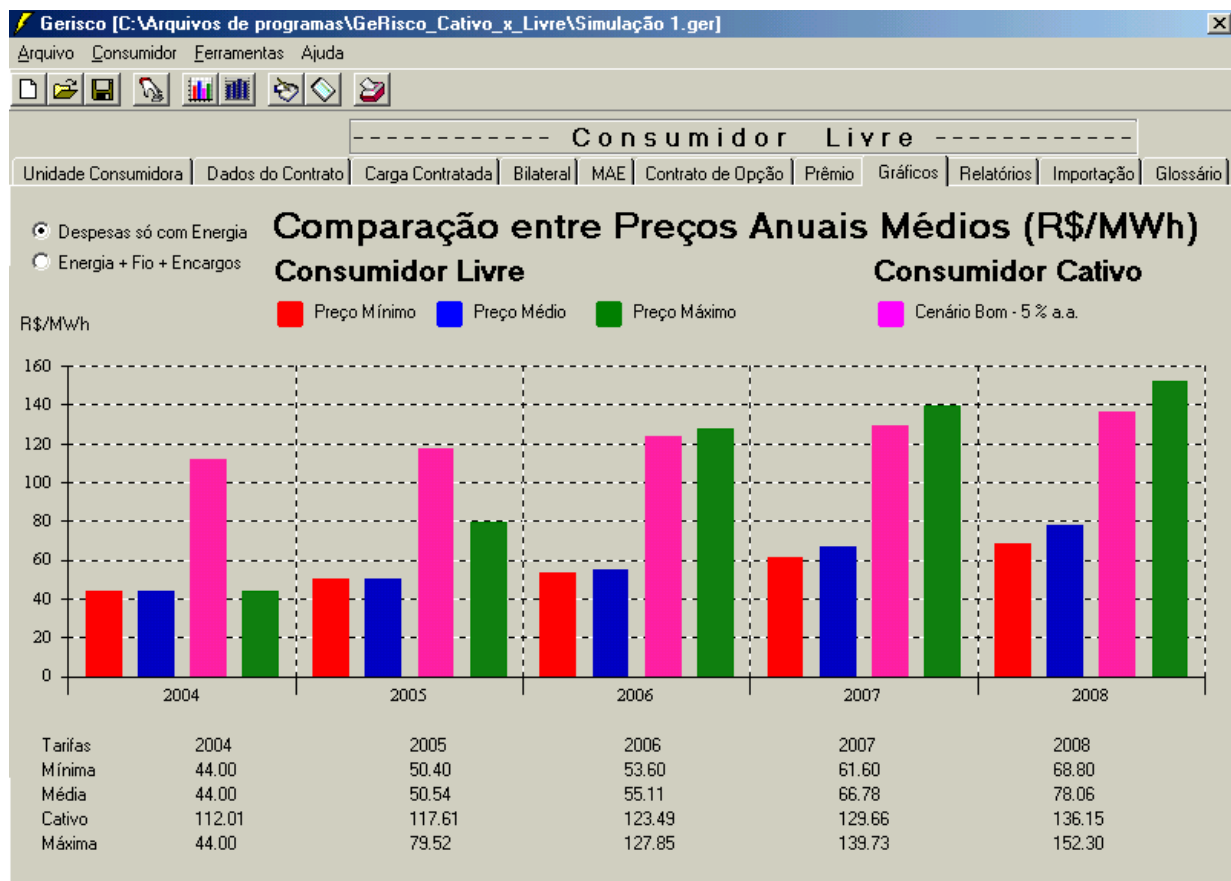


FIGURA 5 – Comparação entre preços anuais médios calculados pelo GeRisco.

3.0 - ESTUDO DE CASO

Apresenta-se a seguir o estudo de caso ilustrando a análise de alternativas de contratação para um consumidor livre utilizando o aplicativo GeRisco. A unidade consumidora tem a evolução da carga informada na Tabela 1, com horizonte de contrato igual a 4 anos.

TABELA 1 – Evolução do requisito de carga da unidade consumidora ao longo dos anos do horizonte de contrato

| Ano | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|------------------|------|------|------|------|
| Carga (MW-médio) | 20 | 20 | 25 | 25 |

As alternativas de contratação estão informadas na Tabela 2, as quais admitem diferentes proporções da parcela sendo comprada a preço fixo, desde 100% (alternativa ALT-1, em que o contrato bilateral a preço fixo atende a toda a carga) até 0% (ALT-6, com exposição total da carga aos preços do mercado spot). No caso da alternativa ALT-6, está sendo utilizado um contrato de opção para reduzir a exposição da compra à variabilidade dos preços spot.

O efeito de cada alternativa de contratação é avaliado no GeRisco em termos de preços médios anuais e de algumas medidas de risco associadas à variabilidade desses preços (por exemplo, o preço máximo, o preço mínimo e o histograma de freqüências dos preços médios anuais para as 2.000 séries de preços spot). Os preços mostrados nas Figuras 6, 7, 8 e 9 referem-se apenas aos preços considerando a parcela de energia (sem encargos e custos de acesso à rede de distribuição e transmissão).

TABELA 2 – Alternativas de contratação para o consumidor livre.

| Alternativa | Configuração | Ano | | | | Observações |
|-------------|-------------------------|------|------|------|------|---|
| | | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | |
| ALT-1 | Preço (R\$/MWh) | 60,0 | 78,0 | 85,0 | 88,0 | Alternativa mais conservadora, pois toda a carga é comprada a preço fixo ano a ano. |
| | % da carga a preço fixo | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| ALT-2 | Preço (R\$/MWh) | 60,0 | 78,0 | 85,0 | 88,0 | Uma pequena parte da carga (20%) é exposta aos preços variáveis do mercado spot nos anos de 2007 e 2008. |
| | % da carga a preço fixo | 100 | 100 | 80 | 80 | |
| ALT-3 | Preço (R\$/MWh) | 60,0 | 78,0 | 85,0 | 88,0 | Uma parcela maior da carga (30%) é exposta aos preços variáveis do mercado spot nos anos de 2005 a 2008. |
| | % da carga a preço fixo | 70 | 70 | 70 | 70 | |
| ALT-4 | Preço (R\$/MWh) | 60,0 | 78,0 | 85,0 | 88,0 | Metade da carga (50%) é exposta aos preços variáveis do mercado spot nos anos de 2005 a 2008. |
| | % da carga a preço fixo | 50 | 50 | 50 | 50 | |
| ALT-5 | Preço (R\$/MWh) | 60,0 | 78,0 | 85,0 | 88,0 | A carga é exposta em sua totalidade (100%) aos preços variáveis do mercado spot nos anos de 2005 a 2008. |
| | % da carga a preço fixo | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ALT-6 | Preço (R\$/MWh) | 60,0 | 78,0 | 85,0 | 88,0 | Similarmente à ALT-3, porém com contrato de opção, prêmio mensal de R\$ 8 /MWh e preço de exercício de R\$ 120/MWh. |
| | % da carga a preço fixo | 70 | 70 | 70 | 70 | |

As Figuras 6 e 7 apresentam os resultados da relação preço médio x desvio-padrão (medida de risco) das diferentes alternativas para o ano de 2005 e 2008, respectivamente. Em ambos os casos, verifica-se que a alternativa ALT-1 é a de maior custo porém de menor risco e a alternativa ALT-5 é a de menor custo, porém a de maior risco (exposição total ao spot).

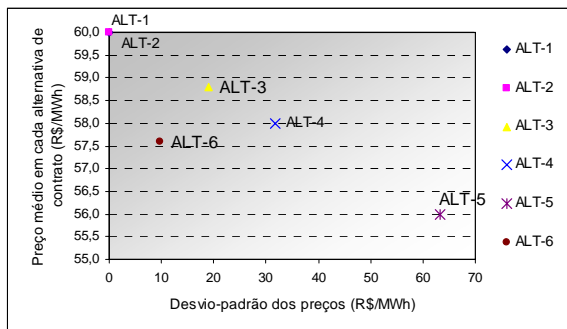


FIGURA 6 - Curva risco-retorno de preços nas alternativas de contratação para o ano 2005.

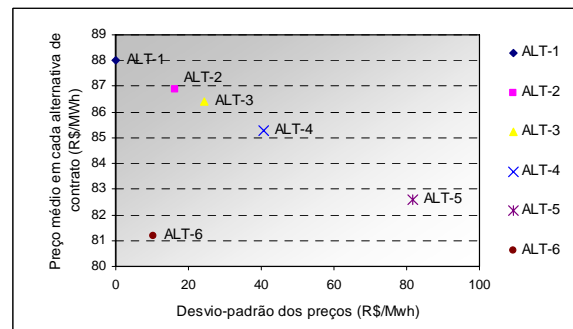


FIGURA 7 - Curva risco-retorno de preços nas alternativas de contratação para o ano 2008

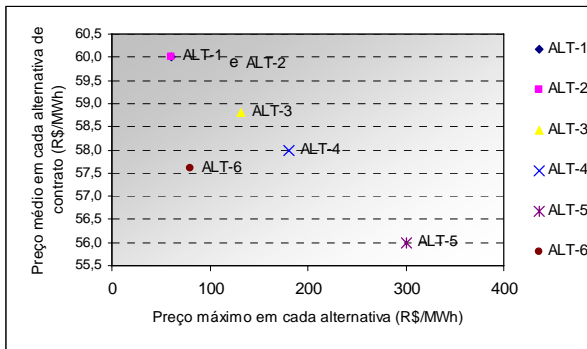


FIGURA 8 - Relação entre o preço médio e o preço máximo nas alternativas para o ano de 2005.

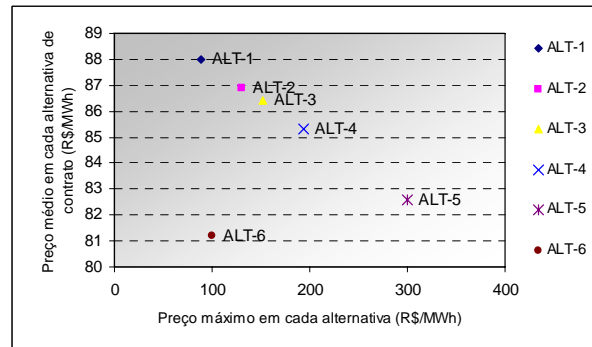


FIGURA 9 - Relação entre o preço médio e o preço máximo nas alternativas para o ano de 2008.

Em complementação às informações das Figuras 6 e 7, apresenta-se nas Figuras 8 e 9 para os anos de 2005 e 2008, a relação entre o preço médio e o preço máximo (série de preço spot mais desfavorável) de cada alternativa. De forma semelhante à medida do risco fornecida pelo desvio-padrão (Figuras 6 e 7), verifica-se que a alternativa ALT-5 é de maior preço máximo, sendo imprudente a sua contratação pelo consumidor livre diante da grande exposição ao risco. Em contrapartida, verifica-se a atratividade da alternativa ALT-6 (contrato com opção de compra), uma vez que apresenta o menor custo dentre as alternativas consideradas e pequeno risco adicional em relação à alternativa mais segura (ALT-1, contratação bilateral de 100% da carga a preço fixo). Conforme sugerido por diversos autores (3), as características risco-retorno das alternativas de contratação definem um espaço de negociação (incluindo a precificação) que deve ser suficientemente explorado entre consumidor final e empresa fornecedora ou comercializadora de energia elétrica.

4.0 - CONCLUSÕES

A experiência brasileira confirma várias vantagens já reconhecidas em outros países em relação aos programas de livre negociação de energia elétrica. Além dos ganhos relatados na qualidade da relação comercial, observa-se uma ampliação das modalidades de contrato e a progressiva criação de maior transparência de preços e, de uma forma geral, maior eficiência no mercado. Para o consumidor final tais fatores constituem elementos de grande impacto no planejamento e definição de custos de suas atividades produtivas. Neste contexto, o aplicativo GeRisco se apresenta como ferramenta de grande utilidade para a formatação e a análise de alternativas de contratação para o consumidor final, permitindo que sejam simuladas uma grande variedade de contratos, incluindo aqueles com instrumentos de proteção contra riscos. A agilidade na formatação dos contratos e no processamento dos cálculos, além da riqueza das formas de apresentação dos resultados (gráficos e relatórios) tornam mais fácil e mais completa a análise e a seleção da contratação pelo consumidor livre, permitindo a busca de decisões inteligentes nesse mercado. Além das vantagens comerciais, acredita-se que o aplicativo possa ser utilizado como ferramenta de aprendizagem e educação do consumidor para negociação no mercado de energia elétrica.

5.0 - REFERÊNCIAS

- (1) Fernandes Filho, G.E., As Novas Regras para Consumidores Livres e Cativos, *Eletricidade Moderna*, pág.104-112, Dezembro 2000.
- (2) Faruqui, A.; Eakin, K., *Pricing in Competitive Electricity Markets*, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- (3) Studebaker, J.M., *Utility Negotiating for End-Users*, Penn Well Publishing, 1998.