5
Exemplo Numérico

Neste capítulo são apresentados os resultados numéricos obtidos a partir da abordagem proposta nesta tese. Na seção 5.1 são apresentados os parâmetros adotados para o exemplo numérico e estatísticas referentes à simulação de PLD. Na seção 5.2 são apresentados os principais resultados com relação ao risco e valor do portfolio. Na seção 5.3 são apresentados os resultados com relação a precificação das flexibilidades nos contratos de compra de energia elétrica.

Serão realizadas análises de sensibilidade sobre os principais parâmetros adotados. A análise de sensibilidade é o procedimento que verifica qual o impacto nos indicadores de risco e retorno variando-se um determinado parâmetro relevante. Sendo assim, esta análise permite detectar para qual das estimativas os indicadores são mais sensíveis e relevantes, e conseqüentemente, quais deverão ser estimados com maior precisão. É importante lembrar que a análise de sensibilidade trata cada variável isoladamente quando na prática todas as variáveis envolvidas no portfolio tendem a estarem relacionadas, além do fato de que umas variáveis são mais fáceis de prever do que outras. [23]

A principal vantagem deste método reside na sua simplicidade e facilidade de utilização, além de propiciar a identificação das variáveis mais importantes e impactantes para a modelagem de risco.

Apesar da importância de grande utilização deste método, pode-se observar que as incertezas associadas às estimativas dos parâmetros são consideradas de forma um tanto subjetiva. Desta forma, as principais variáveis de interesse, PLD e consumo de energia, serão consideradas de forma explícita, através das técnicas probabilísticas apresentadas nos capítulos anteriores.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

5.1.
Premissas do Exemplo Numérico

Para ilustrar a aplicação da metodologia proposta, será apresentado um portfolio onde os contratos de compra e venda de energia são comercializados em três submercados distintos. Considerou-se um horizonte de estudo de 48 meses, iniciando-se em janeiro de 2006. O portfolio foi composto de modo a enfatizar o risco de sobras e déficits de energia, bem como a exposição de preços entre submercados.

As seguintes premissas foram utilizadas para a realização do estudo proposto:

- Período de estudo: janeiro/2006 a dezembro/2009
- Taxa de desconto ajustado ao risco: 12% a.a[7].
- Nível de confiança do VaR / CVaR: 95%

O montante de energia a ser adquirido através de um contrato de curto prazo para que o portfolio não sofra penalização por insuficiência de lastro, terá seu preço estabelecido como um percentual do PLD. A Figura 5.1 apresenta os valores de ágio adotados neste estudo.

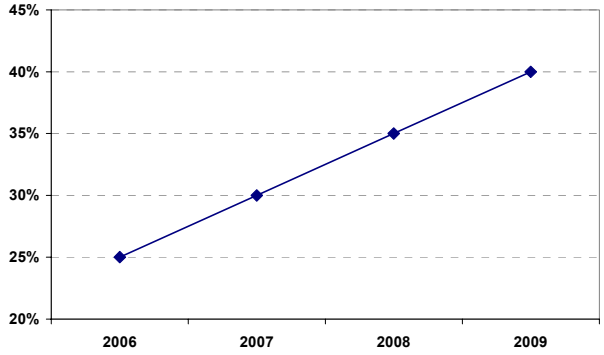

Figura 5.1 – Ágio sobre o PLD (%)

[7] Silva et al [26] relatam que o custo de capital do setor elétrico deve estar entre 11% e 13%, já descontada a inflação.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

Como ainda não existe no Brasil um mercado único onde estes contratos possam ser negociados, as projeções de PLDs são de grande importância para a projeção dos preços destes contratos. Como será apresentado mais adiante, estas projeções sinalizam altas crescentes de preços para o período em estudo e como estas projeções refletem o equilíbrio entre a oferta e a demanda, adotou-se como premissa que o ágio praticado pelo mercado também seguirá esta tendência.

A seguir são apresentados os dados referentes aos contratos de compra e venda que constituem o portfolio em estudo.

Tabela 5-1– Contratos de Compra

Contrato	Sub	Início	Término	Prazo (Meses)	Flexibilidade Min	Flexibilidade Max	Montante (MWmed)	Preço (R$/MWh)
C1	NE	jan/06	fev/08	36	85%	115%	12,00	45,00
C2	S	jan/06	dez/07	24	90%	110%	7,00	38,00
C3	SE	jan/07	dez/09	36	100%	100%	13,00	60,00
C4	NE	jan/06	dez/09	48	85%	115%	10,00	50,00
C5	SE	jan/06	dez/06	12	90%	110%	20,00	35,00

Tabela 5-2– Contratos de Venda

Contrato	Sub	Início	Término	Prazo (Meses)	Desvio (MWmed)	Take or Pay Tipo	Take or Pay Min	Take or Pay Max	Montante (MWmed)	Preço (R$/MWh)
V1	SE	jan/06	dez/08	36		E	90%	110%	8,00	50,00
V2	S	jan/06	dez/06	12	0,3	C	90%	110%	11,00	45,00
V3	SE	jan/06	dez/07	24	0,2	C	85%	115%	10,00	48,00
V4	S	jan/08	dez/09	24	0,4	C	90%	110%	7,00	68,00
V5	NE	jan/06	dez/07	24			100%	100%	10,00	47,00
V6	S	jan/06	dez/09	48	0,3	C	80%	120%	10,00	57,00

A flexibilidade mínima apresentada na Tabela 5-1 representa a opção de venda e a flexibilidade máxima representa a opção de compra. Observa-se que a faixa de variação máxima adotada como parâmetro para estes contratos foi de 15%. Conforme discutido no Capítulo 2, a principal característica com relação ao consumo industrial de energia elétrica é a incerteza com relação ao montante a ser consumido. Neste exemplo numérico, os contratos de venda foram classificados em dois tipos distintos, conforme apresenta a Tabela 5-2. Os contratos que apresentam a denominação "C" representam os contratos no qual é permitida ao consumidor a variação do montante contratado dentro de uma faixa entre um limite superior e um limite inferior, desde que esta variação represente o montante

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

efetivamente consumido. Para que esta incerteza seja simulada conforme procedimento apresentado na seção 4.2, medidas do desvio padrão histórico podem ser obtidas através das equações (3.2) a (3.4). Os contratos que apresentam a denominação "E" representam os contratos cuja variação são exercidas pelos consumidores independente dos montantes efetivamente consumidos. Estes contratos são similares aos contratos de compra.

A Figura 5.2 apresenta o portfolio total e sua divisão pelos submercados Sul, Sudeste e Nordeste. Verifica-se uma posição maior de compra para os anos 2007 a 2009, quando analisamos a composição total do portfolio, caracterizando um risco de sobra de energia para estes anos.

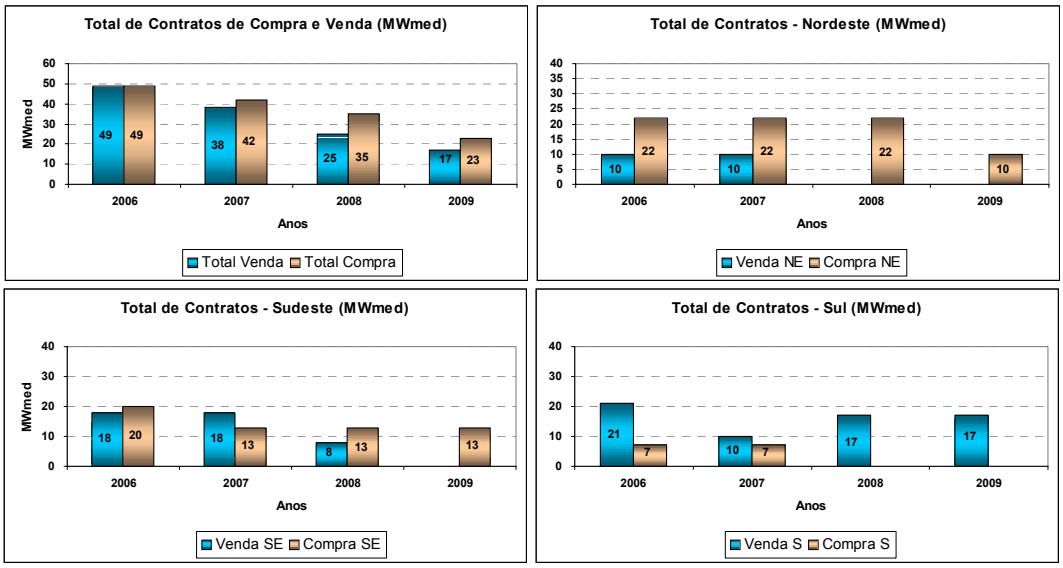

Figura 5.2 – Portfolio de Contratos de Compra e Venda

Como os PLDs são definidos por submercado devido as restrições de transmissão, outro risco que pode ser evidenciado decorre da comercialização de energia entre submercados. Estes riscos surgem quando um agente assume posições de venda em submercados diferentes de onde se localiza o lastro destes contratos. Se os preços dos submercados são iguais, não há problema. Mas se os preços forem diferentes, haverá ganho ou perda. O portfolio ficará exposto ao montante contratado, multiplicado pela diferença de preços entre os submercados.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

Um dos principais riscos que um agente comercializador está exposto é a volatilidade do preço da energia (PLD) na CCEE. Neste estudo, após a utilização do modelo NEWAVE para calcular a política de operação hidrotérmica foi realizado uma simulação com a qual obteve-se as séries de CMO. A simulação é realizada mediante a geração de séries sintéticas de afluências aos reservatórios. Foram considerados 2000 cenários de PLDs, obtidos a partir da simulação do caso da Programação Mensal da Operação de Julho de 2005, cujas médias e percentis a um nível de confiança de 90% e 95% são apresentados a seguir:

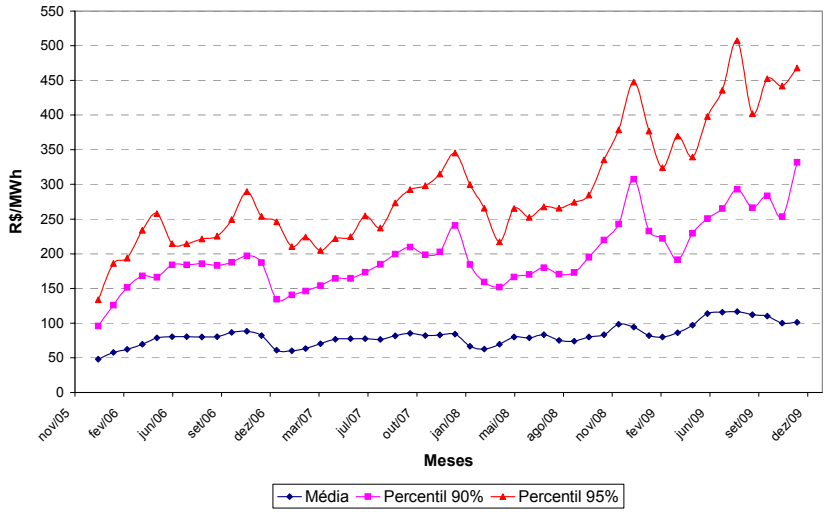

Figura 5.3 – Projeção de PLDs – Submercado Sudeste

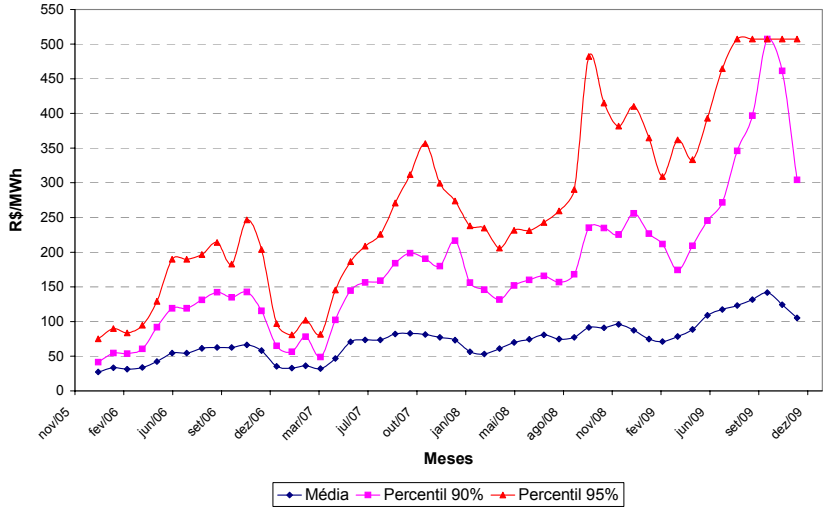

Figura 5.4 – Projeção de PLDs – Submercado Nordeste

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

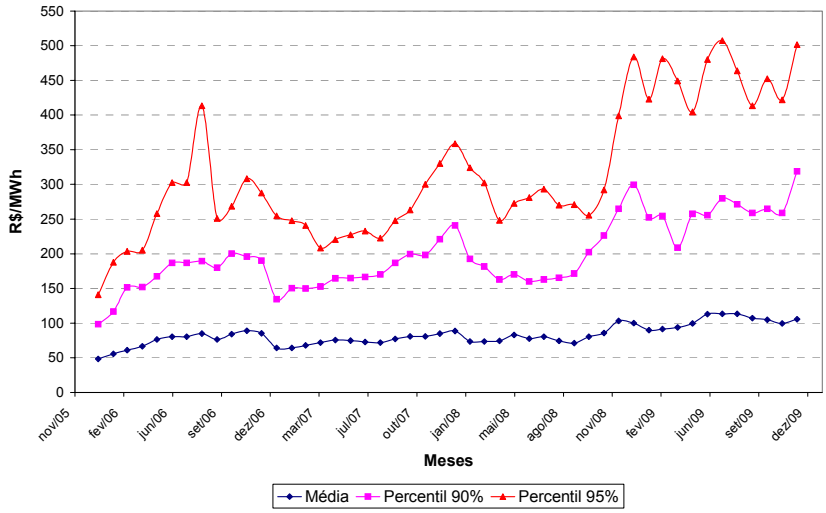

Figura 5.5 – Projeção de PLDs – Submercado Sul

Analisando as Figuras 5.3 a 5.5, constata-se que em média os preços da energia são mais baixos nos primeiros meses de estudo, porém aumentam com o decorrer do tempo. Quando analisamos as curvas de percentil ao nível de confiança de 90 e 95% pode-se verificar probabilidade de preços bem elevados, podendo atingir o preço máximo no final do horizonte de estudo. A princípio, as projeções de PLDs indicam que em média a sobra de energia apresentada na Figura 5.2 pode ser liquidada a preços baixos em alguns meses, caracterizando-se uma condição de risco, porém oportunidades de ganho com preços elevados também podem existir.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

5.2.
Análise de Risco e Valor do Portfolio

Como foi dito, um agente comercializador está sujeito a uma grande diversidade de riscos durante a condução de seus negócios e conhecê-los é fundamental, já que aqueles aos quais está exposto e que não sabe reconhecer são os que se revelam mais contundentes.

Deve-se conhecer a probabilidade da ocorrência de cada risco e saber o impacto que sua materialização poderá causar em seus ativos e na sua capacidade de produzir resultados.

A abordagem para a avaliação de riscos emprega métricas e métodos estatísticos objetivos como o Value at Risk e o Conditional Value at Risk. A Figura 5.6 apresenta os valores em risco e o valor esperado para o portfolio obtido com a aplicação do modelo proposto nesta tese. Foram realizadas 100 simulações referentes ao processo estocástico (MAB) utilizado para representar a incerteza com relação ao consumo de energia.

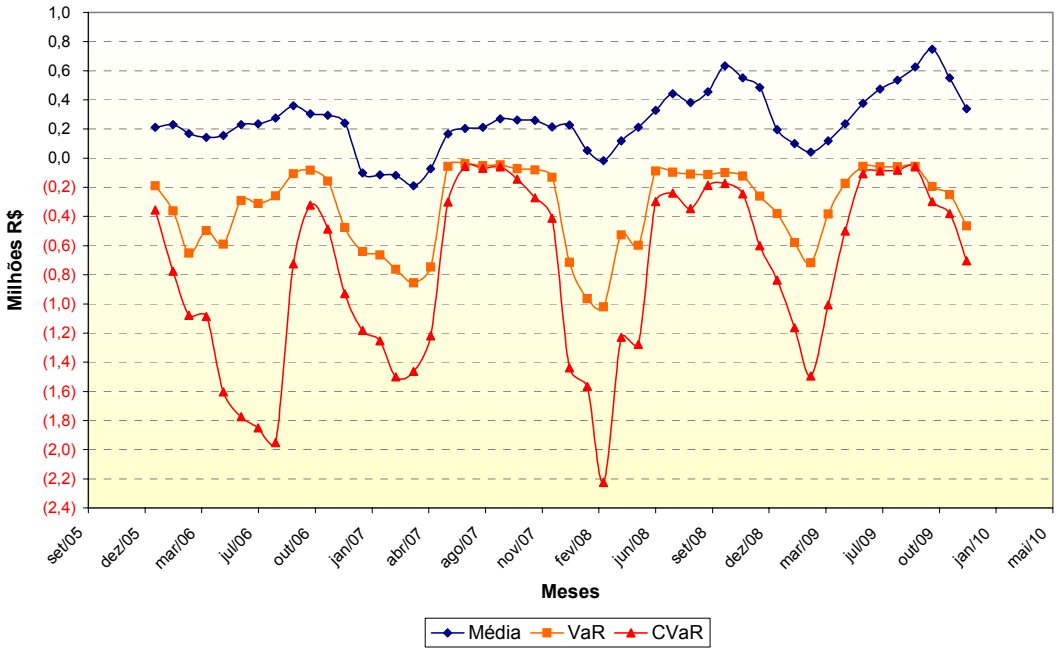

Figura 5.6 – Risco e Valor do Portfolio – Caso Base

Como resultado das avaliações, a Figura 5.6 pode ser entendida como um mapa geral de controle dos riscos, ou seja, o perfil de risco numa certa data. Tal quadro é sumamente importante para que o agente conheça e avalie a totalidade dos riscos que cercam a organização, as probabilidades de ocorrência e a gravidade do seu impacto sobre o patrimônio empresarial. O perfil atual de risco de um agente e as estimativas de suas prováveis tendências futuras são os instrumentos básicos para a administração dos riscos.

Analisando a Figura 5.6 pode-se verificar que o valor esperado apresenta valores positivos na grande parte do horizonte de estudo, com exceção dos meses de janeiro a maio de 2007. O maior VaR apresentado ao nível de confiança de

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

95% foi de R$1,02 milhões ao mês enquanto o CVaR apresenta perdas mais elevadas, podendo atingir R$ 2,22 milhões ao mês. Em alguns meses, como por exemplo em julho de 2007 as métricas de VaR e CVaR apresentam valores muito próximos, entretanto em outros, como por exemplo em julho de 2006, estas medidas apresentam níveis de risco bastante diferentes. Enquanto o VaR apresenta valores em risco da ordem de R$ 0,30 milhões ao mês, o CVaR pode chegar a R$ 1,90 milhões. Esta diferença deve-se a assimetria negativa da distribuição de resultados para este mês.

A Tabela 5-3 apresenta o valor presente do valor esperado a partir de uma taxa de desconto de 12 % a.a e os maiores valores em risco para o período de estudo.

Tabela 5-3– Estatísticas de Valor Esperado e Valores em Risco

Estatísticas	Milhões R$
Retorno Esperado	9,26
Maior VaR (95%)	(1,02)
Maior CVaR (95%)	(2,22)

5.2.1. Sensibilidade sobre a Taxa de Desconto

A Figura 5.7 mostra como se comporta o valor presente dos resultados mensais esperados à medida que a taxa de desconto varia.

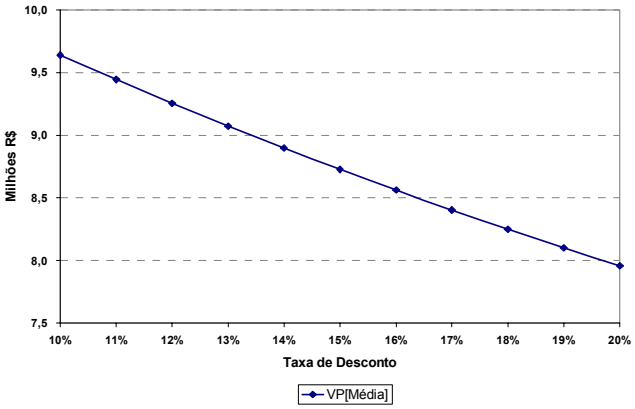

Figura 5.7 – Sensibilidade sobre a Taxa de Desconto

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

Para taxas entre 10% e 20%, a curva de valor presente dos resultados esperados varia entre R$ 9,6 a R$ 7,9 milhões respectivamente.

5.2.2. Sensibilidade sobre a Flexibilidade dos Contratos de Compra

A Figura 5.8 mostra como se comporta o valor presente dos resultados esperados à medida que a flexibilidade embutida nos contratos de compra varia. Esta variação de flexibilidade foi considerada em todos os contratos de compra apresentados na Tabela 5-1. Para estas mesmas variações de flexibilidade, a Figura 5.9 mostra como se comporta o máximo valor mensal do VaR e do CVaR.

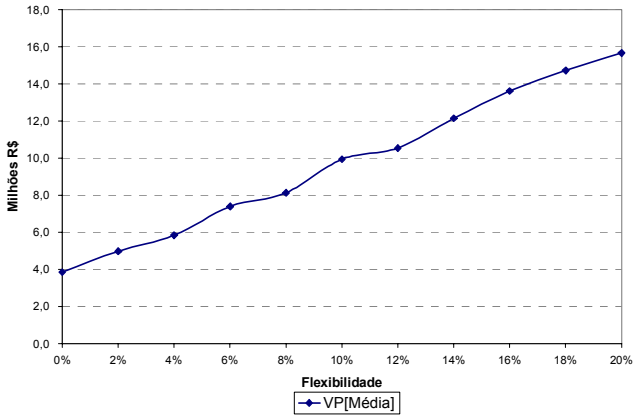

Figura 5.8 – Sensibilidade sobre a Flexibilidade dos Contratos de Compra – Valor Esperado

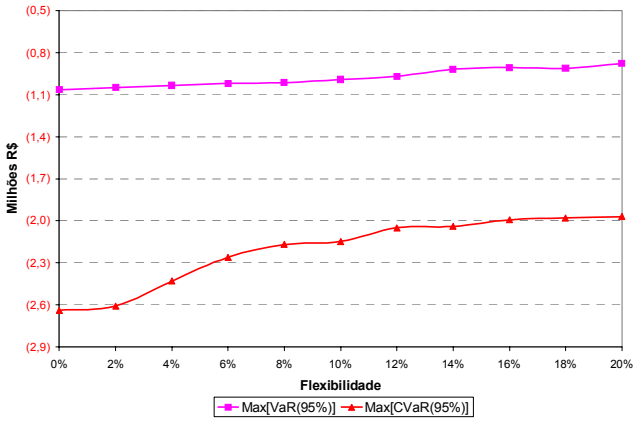

Figura 5.9 – Sensibilidade sobre a Flexibilidade dos Contratos de Compra – Máximo VaR e CVaR

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

Para um aumento de 1% na flexibilidade, as medidas máximas de risco tiveram redução da ordem de 1,0% para o VaR e 1,5% para o CVaR. Analisando o impacto no portfolio devido a uma variação de flexibilidade maior, como por exemplo, um aumento de 20%, pode-se verificar que a redução destas medidas torna-se bastante significativo.

5.2.3. Sensibilidade sobre o Nível de Confiança do VaR e do CVaR

A maior vantagem do uso do VaR está no fato de este resumir em um único número a exposição total ao risco de mercado. O primeiro passo para a mensuração do VaR é a escolha do nível de confiança dentro do qual se deseja medi-lo. A mensuração do CVaR também depende da escolha deste nível de confiança, já que esta medida pode ser definida como o valor esperado condicional das perdas de um portfolio, dado que as perdas a serem contabilizadas são as maiores ou iguais ao VaR.

A Figura 5.10 apresenta a variação dos valores máximos mensais destas métricas de risco à medida que o nível de confiança varia.

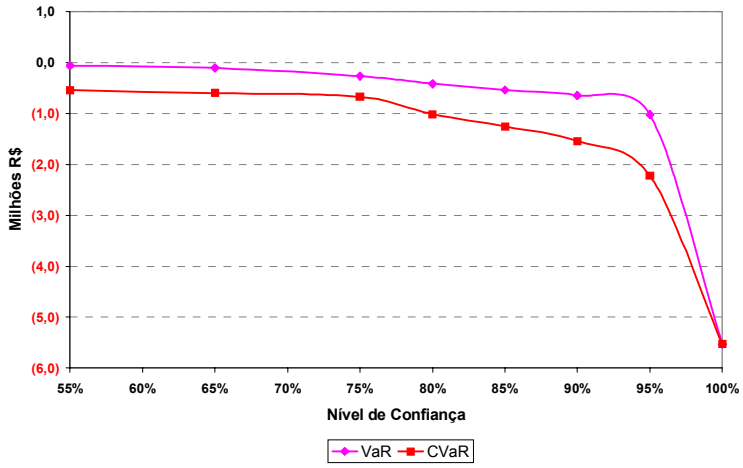

Figura 5.10 – Sensibilidade sobre o Nível de Confiança do VaR e do CVaR

Como pode ser observado, adotar o CVaR como métrica de risco de um portfolio se caracteriza como uma estratégia de gerenciamento de riscos mais

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

conservadora do que o VaR. Isto porque o CVaR de um portfolio a um nível de confiança de α % nunca será menor do que o respectivo VaR.

Outro aspecto importante a ser observado é o fato de que quando o nível de confiança tende a 100%, o VaR e o CVaR convergem para o mínimo da distribuição. Para este nível de confiança, as medidas de risco apresentam a pior perda possível, que para este portfolio poderia atingir valores da ordem de R$ 5,53 milhões.

A Figura 5.11 apresenta o perfil de risco do agente comercializador para quatro níveis de confiança do VaR e do CVaR diferentes: 65%, 75%, 85% e 95%.

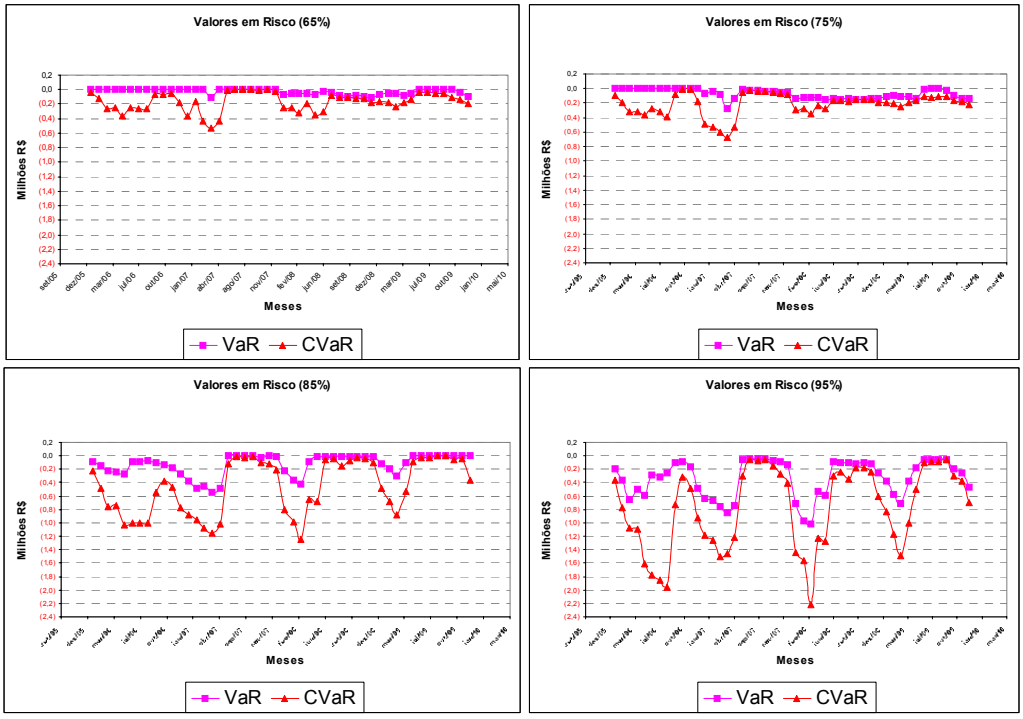

Figura 5.11 – Perfil de Risco do Agente para Diferentes Níveis de Confiança

5.2.4. Sensibilidade sobre o Número de Simulações do MAB

Quando Simulação de Monte Carlo é utilizada, deve-se analisar como se comporta a precisão das estimativas em relação ao tamanho da amostra. As

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

figuras a seguir apresentam a variação do desvio padrão e do coeficiente de variação quando o número de simulações do MAB que representa a incerteza com relação ao consumo de energia varia. Nesta análise de sensibilidade o número de séries de PLD foi mantido constante em 2000.

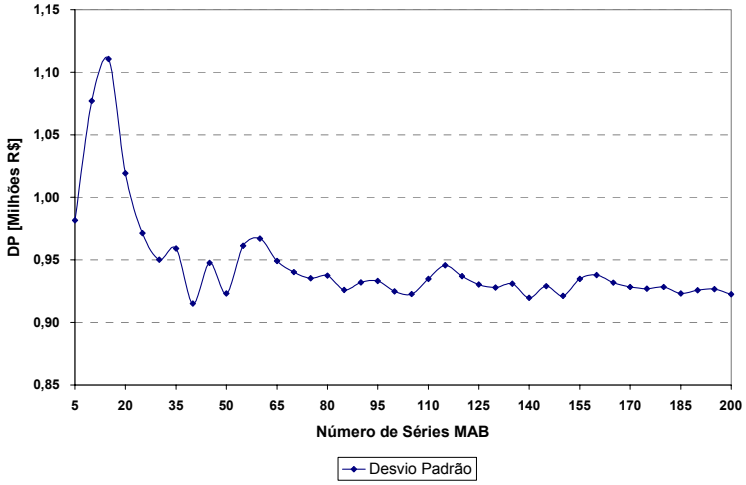

Figura 5.12 – Convergência das Estimativas de VP – Desvio Padrão

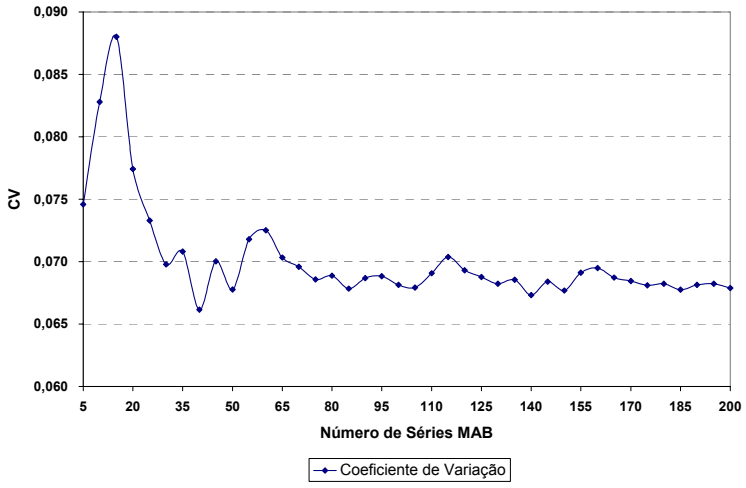

Figura 5.13 – Convergência das Estimativas de VP – Coeficiente de Variação

Conforme apresentado no Capítulo 3, o Coeficiente de Variação é uma medida da precisão da estimativa em relação à média da amostra. Quanto menor o valor do CV, mais precisa torna-se a estimativa. Pode-se verificar pela Figura 5.13 que o CV converge para um valor de 6,8% a medida que aumenta-se o tamanho

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

da amostra. As estimativas feitas com Simulação de Monte Carlo não possuem um padrão bem definido de convergência para o valor verdadeiro. O erro das estimativas diminui com a raiz do número de simulações, então deve-se ter uma amostra muito grande, para que uma precisão aceitável seja atingida. Neste exemplo numérico as estimativas foram realizadas com base em 2000 simulações de PLDs x 100 simulações do MAB.

5.2.5. Risco Volumétrico

Conforme definição apresentada no Capítulo 2, o risco volumétrico está relacionado à incerteza com relação ao montante de energia que será entregue nos contratos de venda aos consumidores livres. Está incerteza está relacionada efetivamente com o nível de produção, variando muito entre os segmentos de consumo.

A Figura 5.14 apresenta os limites máximo e mínimo relacionados com este tipo de incerteza. Para a determinação destes montantes, foram considerados os valores de take or pay extremos relacionados aos contratos de venda V2 a V4 e V6, conforme Tabela 5-2.

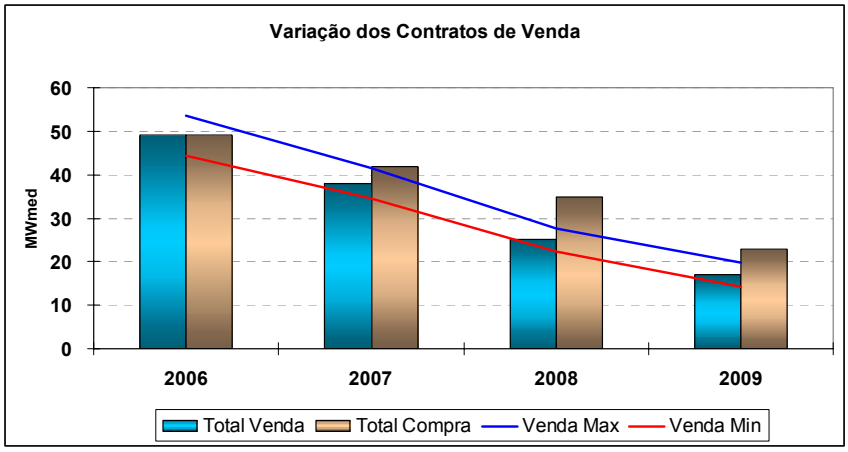

Figura 5.14 – Limites Máximo e Mínimo dos Contratos de Venda

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

O risco volumétrico pode ser calculado comparando-se as estatísticas calculas para o exemplo base com os resultados de uma nova simulação, considerando-se neste caso que os montantes dos contratos de venda não possuem este tipo de incerteza, ou seja, a demanda pela energia relacionada a estes contratos será equivalente a 100% do total contratado. A Tabela 5-4 apresenta o resultado desta simulação e uma comparação com os resultados do exemplo base.

Tabela 5-4– Risco Volumétrico

milhões R$	Caso Base	Sem Risco Volumétrico
Retorno Esperado	9,26	9,32
Maior VaR (95%)	(1,02)	(1,01)
Maior CVaR (95%)	(2,22)	(2,18)

Pode-se verificar pelos resultados que o aumento das estatísticas referente à eliminação deste tipo de risco não são significativas. O valor presente do valor esperado aumenta em 0,65% e as reduções dos valores em risco foram de 0,99% e 1,83% respectivamente para o VaR e o CVaR. Conclui-se então, que para este portfolio, entre os riscos que o agente está exposto, grande parte são provenientes das sobras e déficits contratuais bem como da exposição de preço entre submercados. Observa-se entretanto que o risco volumétrico possui relação direta com o tamanho da carteira em análise.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

5.3. Precificação das Flexibilidades nos Contratos de Compra de Energia Elétrica

Conforme apresentado no Capítulo 2, os contratos bilaterais de compra são negociados livremente no ACL. A forma mais simples de contrato é aquele onde define-se o montante a ser negociado, o preço e o submercado de entrega. Com a liberdade de negociação permitida por este segmento de comercialização, os contratos de energia passaram a adaptar-se as necessidades do mercado com a incorporação de flexibilidades.

Estas flexibilidades foram precificadas utilizando-se Simulação de Monte Carlo, que é normalmente usado para avaliação de opções européias, devido à característica *forward* que estes títulos derivativos apresentam. A flexibilidade é dada por uma opção de compra e uma opção de venda simultânea do tipo européia. Para facilitar comparações dos valores das opções com os preços contratados, os valores serão calculados em R$/MWh obtidos pela divisão dos valores originais das opções em R$ pela quantidade de energia nominalmente contratada em MWh. Foram obtidos também os valores conjuntos destas opções.

Inicialmente, a Tabela 5-5 apresenta o valor presente do valor esperado do portfolio para diferentes níveis de flexibilidade dos contratos de compra de energia elétrica, a partir de uma taxa de desconto de 12 % a.a. Estas flexibilidades foram aplicadas sobre todos os contratos de compra do portfolio.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

Tabela 5-5– Valor Presente do Portfolio

	Flexibilidade					
(milhões R$)	**0%**	**1%**	**5%**	**10%**	**15%**	**20%**
Opção de Compra		5,17	6,89	9,05	11,20	13,36
Opção de Venda		4,89	5,52	6,29	7,03	7,76
Total	4,74	5,33	7,68	10,62	13,53	16,43

Analisando os resultados, pode-se verificar que o ganho de valor de a cada $\pm$ 1% de flexibilidade adicional é de aproximadamente R$ 0,59 milhões para o portfolio. Observa-se também que o valor adicionado pelas opções de compra é superior ao valor das opções de venda. Enquanto para $\pm$ 1% de flexibilidade as opções de compra adicionam ao portfolio aproximadamente R$ 0,43 milhões, as opções de venda adicionam R$ 0,15 milhões. Este resultado pode ser explicado comparando-se o preço dos contratos bilaterais de compra com as projeções de PLDs.

Os contratos de compra apresentados na Tabela 5-1 possuem preços variando de R$38,00/MWh a R$60,00/MWh, dependendo das características do contrato como data de início e término, submercado, etc. Analisando as projeções de PLDs apresentadas nas figuras 5.3 a 5.5 podemos verificar que em média os

PLDs para os submercados em estudo apresentam valores que podem variar de R$50,00/MWh a R$100,00/MWh aproximadamente, podendo alcançar com probabilidades menores valores mais altos. Comparando-se estes preços, pode-se concluir que em média é esperado que o PLD seja maior que o preço do contrato bilateral, o que torna a opção de compra mais valiosa. Analisando o impacto no portfolio devido a uma variação de flexibilidade maior, como por exemplo, um aumento de 15%, o ganho para o portfolio torna-se bastante considerável.

A Figura 5.15 apresenta o valor das opções de compra e venda e também o valor conjunto destas opções em milhões de R$ para os diferentes níveis de flexibilidade simulados.

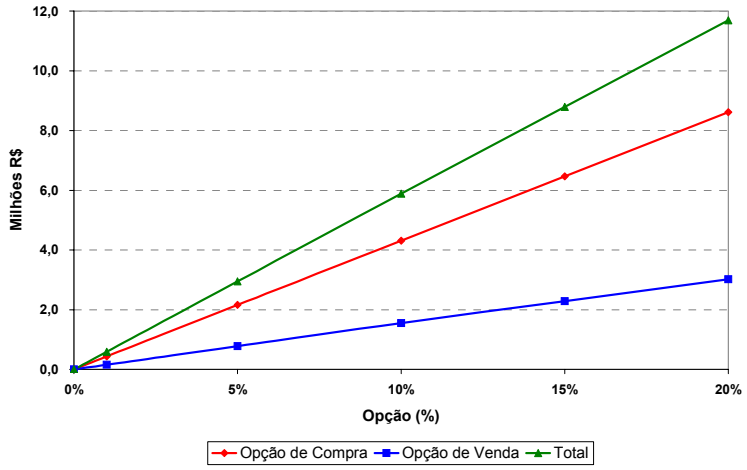

Figura 5.15 – Valor Total das Opções (milhões R$)

A aditividade dos valores das opções é trivial quando as mesmas são escritas sobre ativos distintos, porém, quando escritas sobre um único ativo, essa característica não é tão trivial assim. Analisando a Figura 5.15 pode-se verificar que o valor conjunto das opções é aproximadamente igual à soma do valor individual de cada opção que a compõe. Por exemplo, para uma flexibilidade de ± 1% a soma das opções de compra e venda aproximam-se do valor total de R$ 0,59 milhões. Esta aditividade deve-se ao fato de que as opções avaliadas podem ser definidas como opções do tipo européias e possuem as mesmas datas de

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

exercício. Desta forma, não ocorre interação entre as mesmas, o que faz com que seus valores possam ser adicionados.

A Tabela 5-6 apresenta o valor das opções de compra e venda em R$/MWh para os diferentes níveis de flexibilidade. Estes valores foram obtidos a partir dos valores apresentados na figura anterior, divididos pelos volumes negociados nos contratos de compra.

Tabela 5-6– Valor das Opções (R$/MWh)

	Flexibilidade				
Valor Opção (R$/MWh)	**1%**	**5%**	**10%**	**15%**	**20%**
Opção de Compra	0,33	1,65	3,29	4,94	6,58
Opção de Venda	0,12	0,59	1,19	1,75	2,31
Total	0,45	2,25	4,50	6,71	8,93

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

Analisando os resultados apresentados, o ganho de valor de a cada ± 1% de flexibilidade adicional é de aproximadamente R$0,45/MWh, sendo que o ganho pela opção de compra corresponde a R$0,33/MWh e o ganho pela opção de venda corresponde a R$0,12/MWh. Como verificado anteriormente, para os preços praticados nos contratos de compra (preços de exercício) os valores das opções de compra são superiores aos valores das opções de venda. O valor total das opções corresponde a aproximadamente 1% do preço médio contratado. Para uma flexibilidade de 10%, este valor sobe para R$4,50/MWh, correspondendo a 10% do preço médio dos contratos de compra.

O valor total das flexibilidades embutidas em um contrato em t=0 para t variando do instante em que os contratos se iniciam até o momento em que os contratos terminam pode ser entendido como um somatório do valor das flexibilidades de redução (opção de venda) e flexibilidades de aumento (opção de compra) para todo o período de análise. Conforme apresentado na modelagem matemática, a função de remuneração em cada vencimento t é calculado observando-se o resultado da contabilização para este mês considerando o exercício das opções e comparando-se com uma contabilização onde as flexibilidades não são exercidas.

A Figura 5.16 apresenta a contabilização mensal do portfolio em estudo, considerando uma flexibilidade de ± 10% para todos os contratos de compra. Para cada vencimento t, foram simulados também o resultado da contabilização considerando a ausência destas flexibilidades, de forma a evidenciar a relação do preço de exercício para as opções de compra e venda com as projeções de PLDs.

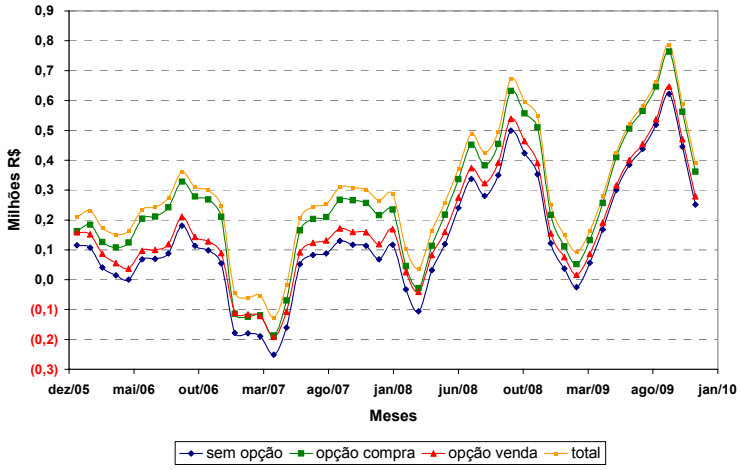

Figura 5.16 – Contabilização Mensal do Portfolio

Analisando os valores apresentados, pode-se verificar que para todos o meses do período de análise, a flexibilidade de aumento adiciona um valor maior ao portfolio quando comparado com a flexibilidade de redução. Para o ano de 2009, o valor total da contabilização mensal considerando-se as opções de compra e venda é praticamente igual quando comparado com a contabilização considerando-se somente a opção de compra, ou seja, a opção de venda para este ano não adiciona valor ao portfolio. Este resultado deve-se as projeções de PLDs para os três submercados em estudo, que apresentam valores elevados para este ano.

A seguir são apresentadas as análises de sensibilidade com relação à taxa de desconto e com relação ao preço dos contratos de curto prazo.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

5.3.1.
Sensibilidade sobre a Taxa de Desconto

A taxa de desconto utilizada no exemplo base foi de 12% a.a. Da teoria de finanças, ao se valorar um ativo derivativo de um ativo base, se for possível montar uma carteira livre de risco com ambos, a taxa de desconto apropriada para valorar o derivativo é a taxa livre de risco.

Entretanto, o mercado foi considerado incompleto, ou seja, foi utilizada uma taxa de desconto que representa o retorno que o investidor teria sobre outras oportunidades de investimento, com características de risco semelhante. Assim, a taxa de desconto considerada foi uma taxa ajustada ao risco.

A Figura 5.17 mostra como se comporta o valor das opções à medida que a taxa de desconto varia, considerando uma flexibilidade de ± 10% para todos os contratos de compra.

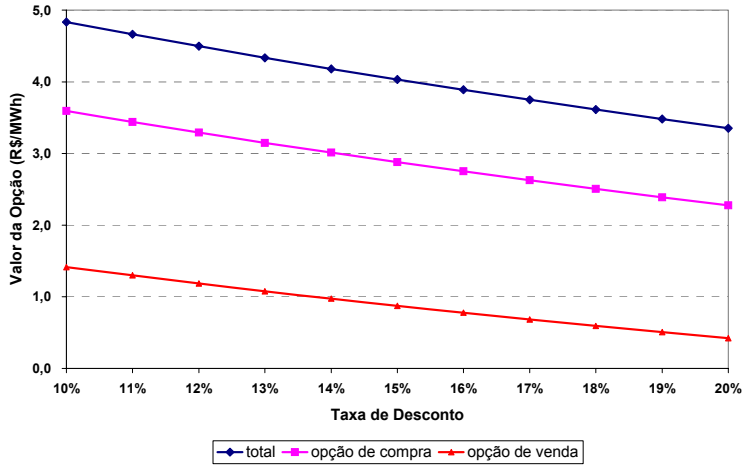

Figura 5.17 – Sensibilidade Sobre a Taxa de Desconto

Para taxas entre 10% e 20%, a curva de valor total das opções varia entre R$3,35/MWh a R$4,83/MWh. Em relação às curvas de valor das opções de compra e venda, as variações foram de 55% e 35% respectivamente.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA

5.3.2.
Sensibilidade Sobre o Preço dos Contratos de Curto Prazo

Pelas Regras de Comercialização estabelecidas pela CCEE, os consumidores devem apresentar lastro para garantir cem por cento de seu consumo. Neste caso a opção de compra somente será exercida, caso o preço de um contrato bilateral de curto prazo for inferior ao contrato já estabelecido.

No mercado de curto prazo, estes contratos são negociados como um percentual do valor do PLD. Este percentual pode ser considerado como um ágio frente à liquidação direta na CCEE.

A Figura 5.18 mostra como se comporta o valor das opções à medida que o preço do contrato de curto prazo varia.

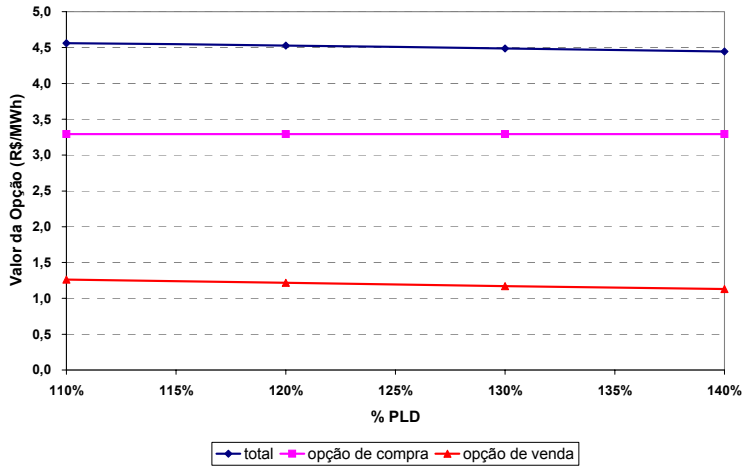

Figura 5.18 – Sensibilidade Sobre o Preço do Contrato de Curto Prazo

Como pode ser observado, o valor da opção de compra não varia, já que o exercício desta opção está relacionado com o Preço de Liquidação de Diferenças e não com um percentual sobre este preço. Desta forma, toda a variação no valor total das opções refere-se a variação do valor das opções de venda. Para uma variação de 10% no preço do contrato de curto prazo, obtém-se uma variação de 0,5% no valor total da opção.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0312527/CA