

4 Metodologia

4.1 Modelagem – construindo Swap ótimo de contratos de energia elétrica

O presente estudo tomou como base uma comercializadora fictícia cujo objetivo é atingir, no mínimo, um valor alvo ou lucro (L) definido exogenamente, por meio de Swaps de energia elétrica. Para isso foram simuladas possíveis transações de compra e venda (Swaps) entre o submercado Sudeste/Centro-Oeste e os demais submercados de forma a encontrar um portfólio ótimo de contratos que conseguisse alcançar esse alvo.

O resultado financeiro das operações de compra e venda de energia elétrica, será a diferença entre os PLDs dos submercados onde forem realizadas as operações.

O trabalho tem como proposta apresentar modelagem financeira capaz de avaliar qual seria o Swap ótimo de contratos de energia elétrica que pode ser obtido, tendo como base séries de preços dos submercados no Brasil (Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Norte e Nordeste), e considerando-se determinadas métricas de performance pré-estabelecidas: *VaR* e Medida Ômega. O *VaR* é utilizado como restrição de valor em risco e a Medida Ômega como medida de performance dos portfólios.

Para contextualizar a modelagem, considerou-se uma comercializadora cujo orçamento para 2011 possui meta de lucro líquido (L) de R\$100 mil. O desafio da comercializadora é conseguir atingir a meta estabelecida somente por meio de operações casadas, onde o risco incorrido é menor frente às operações descasadas, já que os montantes contratados e as datas de entrega são exatamente iguais.

Além da restrição quanto ao tipo de operação que se pode executar, foi estabelecida restrição de valor em risco, ou seja, foi determinado até quanto a empresa está disposta a perder ao fazer as transações. Dessa forma assumiu-se exogenamente *VaR*_{95%} de R\$ 300 mil. A modelagem ainda incorpora as séries

de PLDs de cada submercado e deve responder ao comercializador qual é o Swap ótimo de contratos de energia e o montante que deve ser contratado para se atingir a meta de lucro estabelecida.

O Swap ótimo será aquele que retornar um valor máximo para a medida Ω , dado determinado L e restrições de $VaR_{95\%}$.

4.1.1

Construção do modelo financeiro

Primeiramente, foram extraídas as simulações de séries de preços do sistema Newave referente aos quatro submercados. O sistema gera semanalmente 2.000 séries de preços do PLD para cada submercado em base mensal.

Após levantar as séries de preços de janeiro a dezembro de 2011, foram calculadas as respectivas médias aritméticas anuais dos PLDs de cada submercado. Para se obter as médias aritméticas anuais dos preços mensais foi necessário somar as observações mensais e dividi-las por doze (número de meses no ano), para cada uma das 2.000 séries. Com base nas 2.000 médias anuais dos PLDs de submercado, foram realizadas simulações de forma a obter o Swap ótimo de contratos de energia. As siglas utilizadas para a construção do modelo podem ser verificadas na Tabela abaixo:

Tabela 4: Tabela com as siglas utilizadas

Submercados	Siglas
Sudeste/Centro-Oeste	SE
Nordeste	NE
Sul	S
Norte	N
Contratos	Siglas
Compra	C
Venda	V

As siglas CDemais ou VDemais serão utilizadas para se referir a compra e venda nos demais submercados exceto Sudeste.

O texto também se refere ao submercado Sudeste/Centro-Oeste, pela sigla SE ou simplesmente Sudeste.

Sendo assim, realizou-se a metodologia em 6 etapas, com a finalidade de facilitar a compreensão de cada passo do processo de avaliação, que inclui maximização da medida Ω pela ferramenta Solver do Excel e testes com portfólios. Abaixo seguem as explicações sobre cada etapa:

Etapa 1:

Tomou-se como base o submercado Sudeste/Centro-Oeste (SE) por seu tamanho e importância no sistema elétrico. Dessa forma, todas as operações de compra e venda foram simuladas envolvendo o submercado SE. Sendo assim, foram testadas as seguintes operações de compra e venda assumindo-se lastro no SE.

Primeira Simulação de contratos	
Compra Sudeste x Venda Nordeste	CSE x VNE
Compra Sudeste x Venda Sul	CSE x VS
Compra Sudeste x Venda Norte	CSE x VN

Quadro1: Primeira simulação de contratos

Posteriormente, foram realizadas operações de compra e venda exatamente opostas, assumindo-se lastro nos demais submercados:

Segunda Simulação de contratos	
Venda Sudeste x Compra Nordeste	VSE x CNE
Venda Sudeste x Compra Sul	VSE x CS
Venda Sudeste x Compra Norte	VSE x CN

Quadro 2: Segunda simulação de contratos

Foi definido volume de energia simbólico de 10 MW para todas as simulações de compra e venda da etapa 1.

Etapa 2:

Para cada uma das seis simulação apresentadas na Etapa 1 foi utilizada a ferramenta Solver do Excel para encontrar qual volume de energia que maximiza a medida Ω , dado as restrições de $VaR_{95\%}$ de R\$ 300 mil e a meta de lucro de R\$ 100 mil pré-estabelecidas.

A maximização da medida Ω foi realizada pela ferramenta Solver individualmente para cada uma das seis simulações, visto que não seria possível

agrupa-las em um único modelo já que há combinações de contratos exatamente opostas, cujos resultados se anulariam.

Etapa 3:

Uma vez obtidos os resultados da maximização da medida Ω correspondente a cada uma das seis simulações de compra e venda realizadas na etapa anterior, segue-se para a Etapa 3 onde eliminam-se as três operações que tiveram Ω s mais baixos.

Etapa 4:

Após eliminar as simulações com Ω s mais baixos, foram realizadas combinações em duplas entre as três simulações cujos Ω s foram mais elevados:

Teste de Portfólio - (i) Combinação		
CSExVNE	+	CSxVSE
CSExVNE	+	CSExVN
CSxVSE	+	CSExVN

Quadro 3: Teste de portfólio – (i)

Etapa 5:

Nesta etapa, foi realizada uma combinação entre as três operações com maior Ω observado na Etapa 3:

Teste de Portfólio - (ii) Combinação		
CSExVNE + CSxVSE + CSExVN		

Quadro 4: Teste de portfólio – (ii)

Esta etapa tem como objetivo testar se o portfólio composto pelas simulações acima consegue retornar uma medida Ω ainda maior frente aos obtidos nas etapas anteriores.

Etapa 6:

Nesta etapa, encontra-se o resultado final da análise, por meio da identificação da operação, ou da combinação entre operações, que retorna o maior Ω . Dessa forma, o conjunto de operações que retornar o maior Ω será o Swap ótimo que a comercializadora deverá contratar.

4.1.2

Equação de resultado

Cada operação de Swap gera um resultado financeiro, apurado conforme demonstrado na equação abaixo (Equação 17):

$$\text{Resultado Líquido do Swap de energia} = ((\text{Preço no submercado lastro} - \text{Preço no submercado de venda}) * (\text{montante de energia}) * (\text{horas mês}) * (1 - (\text{PIS} + \text{COFINS})) * (1 - (\text{IR} + \text{CSLL}))) \quad (17)$$

Aliquotas:

PIS/COFINS: 9,25%

IR/CSLL: 34%

As séries estocásticas dos PLDs foram extraídas do sistema Newave na semana de 13/05/2010.

Dessa forma, a modelagem proposta neste trabalho analisará a distribuição de probabilidade dos resultados líquidos obtidos com cada simulação de operações de Swap de energia e buscará identificar a operação, ou conjunto de operações que maximizam a medida Ω assumindo-se uma restrição para VaR .

4.1.3

Maximização da medida (Ω)

Para determinar qual o montante que deve ser contratado, foi utilizada a ferramenta Solver do Excel da seguinte maneira: deseja-se maximizar a medida Ω , restringindo o $VaR_{95\%}$ em R\$ 300 mil, variando os montante de energia a serem contratados.

O problema de otimização pode ser descrito da seguinte forma:

$$\underset{q_c}{Max} \Omega(L, ll_p) \quad , s.a. \quad VaR_{95\%} = R\$300mil \quad (18)$$

onde,:

q_c = quantidades de energia negociadas em cada par de submercados

L = meta a ser atingida

ll_p = distribuição dos lucros líquidos