

ANÁLISE DO RISCO HIDROLÓGICO NA DEFINIÇÃO DE CONTRATOS DE COMPRA E VENDA DE ENERGIA ELÉTRICA PARA PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS DESCONSIDERANDO O MRE - MECANISMO DE REALOCAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Afonso Henriques Moreira Santos, Dr. Eng (1)
Augusto César Campos de Sousa Machado (2)
José Guilherme Antloga do Nascimento, MSc. Eng (3)

RESUMO

O objetivo deste trabalho é discutir e propor técnicas que permitam avaliar o risco assumido por empreendedores na fixação dos montantes de energia a serem comercializados por meio de contratos bilaterais. Para definição de risco associado utilizou-se a técnica de mensuração denominada VAR – *Value at Risk*.

Tal análise proporcionará ao Produtor Independente de Energia Elétrica (PIEE) maiores informações sobre os riscos ao qual está sujeito, devido a variação da disponibilidade hídrica local e variações dos preços de energia no mercado de “spot”, podendo assim mitigá-los, proporcionando melhores preços de seu produto (energia elétrica), tornando-se cada vez mais competitivo no mercado. O conhecimento da estrutura do risco envolvido nas transações permitirá definir o melhor mecanismo de mitigação, contrapondo-o ao MRE – Mecanismo de Realocação de Energia Elétrica.

ABSTRACT

This work will be show how to consider techniques that allow to evaluate the risk taken for entrepreneurs in the definition of the electricity amount to be sell by bilateral contracts. To definition of the risk associated to this sell we were used technique of called VAR – Value at Risk.

Such analysis will provide to the Independent Power Producer (IPP) larger information on the risk that it is exposed because the local hydrology variation and the prices of power in the spot market, thus being able to reduced risk, providing better prices of its product (electricity), becoming more competitive in the market. The knowledge of the risk structure involved in the transactions will allow to define the best instrument of mitigation, comparing at the MRE (Reallocation Energy Mechanism).

Palavras-chave: Risco Hidrológico, Pequenas Centrais Hidrelétricas, Energia Alternativa.

(1) Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Tel – (35) 3629 1401, e-mail: afonso@iee.efei.br

(2) Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Tel – (35) 3629 1439, e-mail: accsm@sulminas.com.br

(3) BsB Energética SA Tel – (61) 328 5517, e-mail: jgan@terra.com.br

1. INTRODUÇÃO

Desde sua implantação, em termos mundiais, os serviços de energia elétrica sempre tem sido tratados como monopólio. Isto significa que as empresas que vendiam energia trabalhavam dentro do espírito de fazer aquilo que seria reconhecido pelo “custo do serviço”, neste caso as tarifas são reguladas com base nos custos de produção, transmissão e distribuição, não havendo diferenciação de preço (Nascimento 2002).

A partir de 1995, com a Lei nº 9.074, com a criação do Produtor Independente de Energia Elétrica (onde ficou estipulado que a partir de julho de 1998, todos os consumidores de energia com demanda superior a 10 MW e tensão A2 maior que 69 kV passariam a ter esse poder de decisão, mantendo os pré-requisitos dos contratos bilaterais), este cenário mudou, pois este novo agente passa a comercializar energia por sua conta e risco sem passar pelo escrutínio do regulador. É o início do sistema de “tarifa pelo preço”. Também a consolidação da atividade de comercialização e a criação do Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE, fruto da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, atua como consolidação da implantação de um mercado competitivo. Desde julho do ano 2000, as regras do mercado livre passaram a valer também para consumidores com demanda superior a 3MW, respeitando-se também a vigência dos contratos preexistentes (www.escelsa.com.br).

No entanto, para que um consumidor livre pudesse comprar energia elétrica de uma concessionária de outro estado, deveria pagar os custos de transporte dessa energia e de conexão às redes das concessionárias utilizadas. Na prática, o consumidor livre não podia exercer seu poder de opção, pois faltava a regulamentação do pagamento desses custos. Passados 4 (quatro) anos, parece que as reclamações dos agentes do Setor Elétrico, principalmente por parte dos consumidores considerados livres, surtiram efeito. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou, em 01 de outubro de 1999, a Resolução 281, estabelecendo as condições gerais de contratação do acesso, compreendendo o uso e a conexão, aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica (Nascimento 2002).

Atualmente estamos no meio destas mudanças, contudo vislumbra-se a necessidade de mecanismos de transparência nos preços (evitando desta forma qualquer assimetria de informação, fator mortal para a competição) e a habilidade de fornecer liquidez na comercialização de eletricidade, complementos que deverão conduzir o sistema para algo muito parecido com uma bolsa de valores. Em uma indústria regulada não existem preços, somente tarifas com bases em custos, porém em uma indústria em que os consumidores podem escolher os seus fornecedores – o que começou com a lei 9.074, com a criação do que chamamos consumidores livres – preço é tudo (Nascimento 2002).

Analisando este novo cenário do Setor Elétrico Brasileiro, onde os Produtores Independentes de Energia Elétrica (PIEE) buscam cada vez mais uma maior e melhor capacitação aumentando sua eficiência na obtenção de menores custos e melhores preços de seu produto (energia elétrica), é que buscou-se nos métodos utilizados para análise de risco financeiro inspiração para a elaboração de instrumentos que avaliasse o risco hidrológico e de mercado nos contratos de compra e venda de energia devido à volatilidade do combustível em questão, a água, e a volatilidade dos preços de energia do mercado de “spot”.

2. O VAR – VALUE AT RISK

O VAR entrou em cena em 1994, depois de uma série de desastres com derivativos, amplamente debatida na imprensa. Foi, a partir de então, que a indústria financeira reconheceu a necessidade de se utilizar um instrumento abrangente e de fácil aceitabilidade para mensurar o risco de mercado (Jorion, 1998).

O VAR é um método de mensuração de risco que utiliza técnicas estatísticas padrões, comumente usadas em outras áreas técnicas. Em linguagem formal, VAR mede a pior perda esperada ao longo de um determinado intervalo de tempo, sob condições normais de mercado e dentro de determinado nível de confiança. Com base em fundamentos científicos, o VAR fornece aos usuários uma medida concisa do risco de mercado (Jorion, 1998).

Esse único valor encontrado resume a exposição da empresa ao risco de mercado, bem como a probabilidade de uma oscilação adversa possibilitando aos administradores concluir se esse nível de risco é aceitável. Caso não seja, o processo que conduziu ao cálculo do VAR pode ser utilizado para se decidir onde reduzir os riscos e quais as medidas devem ser tomadas para se proteger do mesmo.

3. A APLICAÇÃO DO CONCEITO AS PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

Deve-se destacar que a utilização deste método carece de base estatística confiável, o que, no caso brasileiro, encontra-se razoavelmente consistida nas séries hidrológicas geradas para análise hidroenergética dos aproveitamentos. Com base nestes dados foram realizados cálculos estatístico, de onde foram obtidos os dados de média, valor mínimo, valor máximo, desvio padrão, assimetria, coeficiente de variação, moda e mediana. A finalidade da obtenção de dados estatísticos da série de vazões é de podermos analisar qual tipo de distribuição estaríamos trabalhando, e assim podermos

definir valores mínimos de vazão para um determinado nível de confiança e intervalo de tempo (período de liquidação da carteira), dados fundamentais para o cálculo do VAR.

O valor do nível de confiança deve ser adotado pelo empreendedor e é diretamente proporcional a proteção quanto ao risco que este deseja realizar. Em um nível de confiança de 99%, será calculada a vazão com a probabilidade de 1% de ocorrência, ou seja, a cada 100 (cem) meses, apenas em 1 (um) mês ocorrerá uma vazão menor que a calculada. Em nível de confiança de 95%, a cada 100 (cem) meses, apenas em 5 (cinco) meses ocorrerão valores menores que o calculado. De posse desses dados podemos constatar que quanto maior o nível de confiança adotado, menor será a vazão em questão e maior o Valor no Risco, devido às vazões afluentes estarem diretamente relacionadas às gerações mensais.

Para a obtenção das vazões mínimas para os determinados níveis de confiança adotados e intervalo de tempo, devem ser realizados cálculos de acordo com o tipo de distribuição constatado da série de vazões, onde podemos aconselhar o cálculo estatístico do percentil para esta finalidade.

Finalizando os procedimentos iniciais, deve ser realizado o cálculo das respectivas energias geradas, multiplicando-se as vazões mínimas para o determinado nível de confiança pela produtividade do empreendimento (fórmulas 5 e 6), gerando assim uma tabela de intervalos de gerações de energia para determinados níveis de confiança.

Grosseiramente podemos dizer que nos meses de estresse hídrico o risco o qual o empreendedor está correndo é de ter fechado um contrato de venda de energia maior que a sua energia gerada, e ter que comprar este déficit no mercado *spot* (MAE) para honrar seu contrato, podendo este valor da compra ser superior as receitas, causando problemas financeiros, se este não estiver devidamente protegido.

3.1. Adaptação do VAR ao Risco Hidrológico

Com todas as ferramentas necessárias em seu lugar, pode se agora realizar a adaptação do VAR de uma carteira ao risco hidrológico.

O primeiro passo para a mensuração do VAR é a escolha de dois fatores quantitativos: o horizonte de tempo e o nível de confiança. Ambos são de certa forma arbitrários. Como o prazo de manutenção de uma carteira corresponde ao período mais longo, necessário para que a liquidação da mesma seja feita de maneira ordenada, o horizonte do VAR deve estar relacionado à liquidez dos ativos, definida em termos da extensão de tempo necessária para volumes normais de transação. Do ponto de vista dos usuários, o horizonte pode ser determinado pela natureza da carteira, o qual pode ser diário, semanal, mensal, anual e outros.

Há poucas diretrizes disponíveis para a escolha do nível de confiança. Cabe ao investidor analisar qual o risco aceitável que este está disposto a se sujeitar. Quanto maior o nível de confiança utilizado, maiores valores de VAR serão encontrados.

Se tais diferenças são significativas ou não, depende do uso. Se os VARs resultantes forem aplicados diretamente na escolha de uma reserva de capital, a escolha do nível de confiança será crucial, devendo refletir o grau de aversão ao risco da empresa e o custo imposto a uma perda que ultrapasse o VAR.

Para o cômputo do VAR de uma carteira, define-se W_0 como o investimento inicial e R como a sua taxa de retorno. O valor da carteira no final do horizonte considerado é $W = W_0 (1 + R)$. Também temos que o retorno esperado e a volatilidade de R são μ (média) e σ (desvio padrão). Define-se agora, o menor valor da carteira, para determinado nível de confiança (nc), como $W^* = W_0 (1 + R^*)$. O VAR é definido como a perda em dólares relativa a média:

$$\text{Valor no Risco (média)} = E(W) - W^* = -W_0 (R^* - \mu) \quad (1)$$

O VAR também pode ser definido como a perda em dólares absoluta, isto é, relativa a zero ou sem referência com o valor esperado:

$$\text{Valor no Risco (zero)} = W_0 - W^* = -W_0 R^* \quad (2)$$

Em ambos os casos, descobrir o VAR equivale a identificar o valor mínimo W^* , ou o retorno crítico R^* .

Sendo o Retorno do empreendimento hidrelétrico igual a R , podemos deduzir:

$$R = \frac{(E_{\text{contratada}} * \text{Preço}_{\text{contrato}}) - (\text{Custo}_{\text{Oper. \& Manut.}} + \text{Custo do Capital}) * 100}{\text{Investimento Inicial}} \quad (3)$$

Sendo as únicas variáveis o Preço do Contrato e a Energia gerada, fixando-se um valor para o contrato de venda de energia, no caso o VN, ou valor nominal máximo estabelecido pela ANEEL, restringiremos a energia gerada a única variável da fórmula.

Analisando a fórmula de energia gerada:

$$E = P * T = H_B * Q * \eta * g * T / 1000 \text{ [MWh]} \quad (4)$$

E – Energia Gerada

P – Potência [MW]

T – Tempo [h]

H_B – Altura Bruta [m]

Q – Vazão turbinada [m³/s]

η – Rendimento total do empreendimento

g - gravidade [m/s²]

Podemos constatar que a única variável existente é a vazão turbinada. Assim podemos relacionar uma taxa de retorno média esperada a vazão turbinada média, uma taxa de retorno mensal máxima a uma vazão turbinada máxima e uma taxa de retorno mensal mínima a uma vazão turbinada mínima. Concluindo que a volatilidade da taxa de retorno está diretamente relacionada à volatilidade das vazões afluentes.

Tomando a vazão mínima calculada para o nível de confiança adotado e multiplicando essa pela produtividade do empreendimento, obtém-se a energia gerada no período de menor disponibilidade hídrica (para determinado nível de confiança).

$$E^* = Q^* * \text{Produtividade} \quad (5)$$

E* - Energia Gerada mínima

Q* - Vazão turbinada mínima

$$\text{Produtividade} = (H_B * \eta * g * T / 1000) * (\text{Indisponibilidade} + \text{Perdas de Transmissão}) \quad (6)$$

Continuando o raciocínio, temos que, subtraindo a Energia gerada, no período de menor disponibilidade hídrica e de acordo com o nível de confiança adotado, da Energia contratada, obtém-se a quantidade de energia a ser comprada no mercado *spot* (MAE) e “realocada” no sistema.

$$E_{\text{realocada sistema}} = E_{\text{contratada}} - E^* \quad (7)$$

Multiplicando-se a energia a ser realocada no sistema pelo preço do MWh no mercado *spot* (MAE) e número de horas mensais, iremos resultar no montante de dinheiro a ser destinado à compra de energia para cumprimento do contrato.

$$CE_{\text{realocada sistema}} = E_{\text{realocada sistema}} * \text{Preço MAE} * n^\circ \text{ de horas do mês} \quad (8)$$

A partir deste momento podemos calcular o Retorno do Investimento para o período de menor disponibilidade hídrica.

$$R^* = \frac{(E_{\text{contratada}} * \text{Preço}_{\text{contrato}}) - (\text{Custo}_{\text{Oper. \& Manut.}} + \text{Custo do Capital} + CE_{\text{relocada sistema}}) * 100}{\text{Investimento Inicial}} \quad (9)$$

Finalizando o processo de adaptação do VAR ao risco hidrológico podemos agora calcular o VAR do empreendimento utilizando as fórmulas citadas anteriormente.

$$\text{Valor no Risco (média)} = E(W) - W^* = -W_0 (R^* - \mu) \quad (10)$$

Sendo μ o retorno médio esperado, calculado através da vazão média.

$$\text{Valor no Risco (zero)} = W_0 - W^* = -W_0 R^* \quad (11)$$

O VAR calculado possibilita ao empreendedor ter uma visão clara da pior situação a um determinado nível de confiança, devido à variabilidade hidrológica, que possa vir a ocorrer, podendo assim realizar proteções contra o risco, ou mesmo alterar valores de contratos em seu benefício, expondo-se a riscos de maneira estratégica, obtendo vantagens competitivas.

Concretizando o processo de adaptação do VAR nos deparamos com mais um problema, o preço no mercado *spot* (MAE), também sofre oscilações, ou seja, mais uma variável no processo. No tópico abaixo iremos comentar sobre este problema.

3.2. Criação de um Cenário de Mercado

Como citado, ao finalizarmos o processo de adaptação do VAR ao risco hidrológico, nos deparamos com um problema, o preço da energia elétrica no mercado *spot* (MAE) é variável. De posse deste problema, a solução que propomos foi à criação de um cenário de mercado a partir da análise dos preços praticados desde a criação do MAE – Mercado Atacadista de Energia Elétrica. O Cenário de Mercado foi criado utilizando-se o programa NeWave, na configuração padrão.

Elaborado o cenário de preços do mercado *spot* (MAE), realizamos uma análise dos valores obtidos e constatamos que o mesmo possuía uma grande volatilidade e média dos valores muito baixa. A esperança estava muito abaixo do preço do contrato de compra e venda firmado com base no VN estabelecido pela ANEEL. A solução encontrada para tal problema foi à realização de uma

interação entre o preço da energia elétrica no mercado *spot* (MAE) e a variável hidrológica. A partir deste ponto foram realizadas interações para os maiores preços do mercado spot e menores vazões turbinadas obtendo valores das despesas de compra de energia no mercado spot necessários ao cálculo do VAR tal que resultassem em uma probabilidade de ocorrência de 1%, ou seja, nível de confiança de 99% (nível de confiança adotado no estudo de caso).

A elaboração de um cenário de mercado possibilitou uma maior realidade na obtenção das despesas referentes à compra e venda de energia no mercado spot para cumprimento do contrato, no cálculo do VAR e nos fluxos de caixa do empreendimento (análise de viabilidade).

Após a criação do Cenário de Mercado podemos finalizar o Cômputo do VAR através das formulações já relacionadas, utilizando-se deste novo cálculo do montante de dinheiro a ser destinado à compra de energia para cumprimento do contrato.

3.3. Valor Presente e Rentabilidade do Empreendimento

Concluindo o processo de análise de fechamento de contratos de compra e venda de energia elétrica foi realizado o fluxo de caixa do empreendimento, durante o período em que a viabilidade do mesmo está em pauta, para possíveis valores de contrato de compra e venda de energia elétrica. Tal análise foi elaborada com o intuito de constatação da viabilidade dos diferentes contratos.

Juntamente ao VAR, obtido para cada valor de contrato analisado, a rentabilidade do empreendimento (TIR) e Valor Presente calculados através do fluxo de caixa, proporcionam ao empreendedor uma visão mais completa de rentabilidade e riscos associados que este está sujeito, oferecendo subsídios para tomadas de decisão mais seguras e eficientes. Dessa maneira o empreendedor pode constatar, dentro de uma faixa de risco aceitável para seus negócios, qual o contrato que lhe oferece maior rentabilidade, e de que maneira este pode se inserir no mercado. Protegendo-se do risco hidrológico por meio do MRE, ou desconsiderando este e criando suas próprias proteções. De posse de um leque seguro de informações o Produtor Independente poderá expor-se ao risco de maneira estratégica tornando-se cada vez mais competitivo no mercado.

3.4. Mitigação do Risco

Na atual conjuntura de mercado, os negócios das empresas estão relacionados à administração de riscos. Aquelas com maior competência tem êxito; outras, não. Embora algumas aceitem riscos financeiros incorridos de forma passiva, outras esforçam-se por ter vantagens competitivas,

expondo-se a riscos de maneira estratégica. Porém em ambos os casos, esses riscos devem ser monitorados cuidadosamente, visto que podem acarretar grandes perdas (Jorion, 1998).

Para se proteger, o empreendedor possui basicamente três opções. A primeira seria considerar que detém informações suficientes para enfrentar a flutuação do preço do mercado spot e variação hidrológica através do gerenciamento completo dos riscos (VAR), realizando contratos compatíveis com a sua capacidade de administração de riscos. Uma outra maneira seria a utilização de mecanismos financeiros, como seguros, mercado de derivativos, reservas financeiras e outros, para "estabilizar" seu fluxo de caixa. Finalizando podemos citar que uma operação eficiente, reduzindo as perdas e paradas por indisponibilidade, pode reduzir consideravelmente despesas desnecessárias (compra de energia no MAE para cumprimento de contrato) que reduzem a rentabilidade da empresa.

Seja qual for à estratégia adotada, será essencial para o empreendedor poder contar com um amplo leque de informações, tendo sempre em vista o horizonte de tempo considerado.

Para apresentarmos uma conclusão mais objetiva do trabalho, realizamos uma simulação da viabilidade do empreendimento após a aquisição de uma apólice de seguros (dispositivo de proteção quanto ao risco, adotado). Os valores utilizados nos cálculos para pagamento das mensalidades do seguro varia de 0,5% a 2,0% do VAR. Foram elaborados cálculos da TIR e do VPL da Pequena Central Hidrelétrica para seguros com pagamentos mensais de 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0% do VAR. Tais valores foram adotados na tentativa de simular um futuro preço da apólice, como também apresentar um valor teto, ao qual o empreendedor estaria disposto a pagar, para estabilizar seu fluxo de caixa sem que a rentabilidade do seu empreendimento seja comprometida. Os resultados obtidos nesta nova simulação atenderam as expectativas. Comparando com a simulação de fluxo de caixa da PCH (objeto de estudo) para contrato de compra e venda de energia inserido no MRE, houve um ganho de aproximadamente 2,5% na rentabilidade, mesmo após o pagamento das mensalidades do seguro (Resultados obtidos para a PCH objeto de estudo). Dado este que comprovou a grande possibilidade de inserção no mercado, por produtores independentes, desconsiderando o MRE como mitigador do risco hidrológico e realizando suas próprias proteções.

4. CONCLUSÕES

Como conclusão dos resultados obtidos podemos concluir que, o VAR para a análise de riscos hidrológicos no fechamento de contratos de compra e venda de energia elétrica pode vir a se tornar uma importante ferramenta, a qual proporcionará ao Produtor Independente uma visão clara das rentabilidades e riscos associados do empreendimento, possibilitando a tomada de decisões mais

eficientes e oferecendo um leque maior de oportunidades de ingresso nessa nova configuração de mercado de energia elétrica que vem se formando no País.

Finalizando nosso trabalho não podemos deixar de mencionar que todos os riscos assumidos devem ser devidamente monitorados e as respectivas proteções realizadas. Somente com um controle total da situação o empreendedor obterá vantagens competitivas na realização de contratos de compra e venda de energia elétrica desconsiderando o MRE como mitigador do risco hidrológico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JORION, P. 1998, *VALUE AT RISK, A Nova Fonte de Referência para o Controle do Risco de Mercado*. Bolsa de Mercadorias & Futuros, BM&F.

NASCIMENTO, J.G.A. 2002, *Instrumentos Financeiros na Gestão de Riscos de Mercados de Energia Elétrica*.

NASCIMENTO, J.G.A. 2002, *Situação Atual do Mercado de Energia Elétrica no Brasil*.

SANTOS, A. H. M., BORTONI, E. C., BAJAY, S. V. 1994, *Planejamento de Pequenas Centrais Hidrelétricas Considerando Aspectos de Risco e Incertezas*. Revista Brasileira de Energia Vol. 3 N° 2.

SOUZA, L. A. R. 2000, *Metodologia de Cálculo de VAR*. www.risktech.com.br.

TUCCI, C. E. M. 2001, *Hidrologia, Ciência e Aplicação*. Segunda Edição, ABRH.

MAE – Mercado Atacadista de Energia Elétrica. 2001, *Visão Geral das Regras do MAE, Etapa de Implementação, Preços Mensais*.