

# Diretrizes para gestão de risco de mercado no setor de energia elétrica

Leme, H. <sup>1</sup>.; Hansen, P. M. <sup>2</sup>.

*1 Diretor da Dcide*

E-mail: leme@dcide.com.br

*2 Diretor Geral da Dcide*

E-mail: patrick@dcide.com.br

*Campinas/SP, Junho 2019*

## **Resumo**

O mercado de energia elétrica brasileiro vem passando por um processo de evolução que exige dos participantes um nível cada vez maior de sofisticação em diversos aspectos, merecendo a gestão de risco destaque por estar se mostrando um diferencial competitivo crítico com alto impacto na sustentabilidade do negócio, aumentando a chance de sucesso das empresas que se estruturam nesse aspecto e contribuindo de maneira decisiva na preservação de valor para o acionista. No entanto, grande parte das empresas ainda busca modernizar ou construir infraestruturas de risco, porém esbarram na limitada disponibilidade de material acadêmico específico para o mercado de energia elétrica brasileiro. Esse trabalho vem a descrever um conjunto de práticas para a gestão de risco de mercado observadas em diversas empresas reconhecidas como referência nesse aspecto no setor que cobrem tanto as questões metodológicas quanto de comunicação corporativa do risco de mercado, servindo de referência para o processo de aprimoramento nos processos das empresas e contribuindo na disseminação e padronização de procedimentos de gestão de risco.

# 1. Introdução

O mercado de energia elétrica vem vivendo um processo natural de amadurecimento impulsionado, em grande medida, por iniciativas criadas pelo próprio mercado que aumentaram substancialmente a transparência e o acesso à informação, contribuíram para a disseminação e desenvolvimento de conceitos, metodologias, processos e capacitação de profissionais e melhoraram o ambiente de negociação, através da padronização de contratos, redução da burocracia jurídica e digitalização de canais típicos de negociação, com consequente aumento da liquidez e atração de novos participantes.

Essa evolução caminhou de forma paralela a um aumento da preocupação dos agentes de mercado com a gestão de risco mudando a forma tradicional de enxergá-lo como uma tarefa ligada somente ao controle (Risk Control), transformando-o em uma área crítica do negócio, responsável por garantir a sustentabilidade das empresas através da proteção do resultado mesmo em cenários contrários a estratégia escolhida, premiando aqueles que valorizam a sustentabilidade do negócio (Risk Intelligence) [1] [2] e [3].

Inicialmente encabeçadas por grandes grupos empresariais que tiveram como motivador atender demandas de governança corporativa elevando suas estruturas a padrões mundiais, a implementação da gestão de risco nas empresas vem se mostrando muito bem-sucedida na suavização de solavancos causados por períodos de crises severas, e como um diferencial competitivo das empresas que possuem a disciplina de a terem como um processo [4].

Muito se tem feito nos últimos anos no sentido de padronizar as práticas de gestão de risco, em especial o risco de mercado, que é o fator de risco mais relevante para as empresas do setor, assumindo um cenário de estabilidade regulatória [5]. Apesar de haver especificidades, empresas que se tornaram referência nesse aspecto importaram metodologias consagradas no mercado financeiro e em outros mercados de energia [6] e a tropicalizaram para seus processos e necessidades com resultados extremamente positivos.

Em especial, a utilização do conceito de marcação-ao-mercado, o cálculo do Valor em Risco, análise de cenários e stress tests, estão entre as práticas vistas nestas empresas, assim como estruturas de controle com limites de alçadas, reserva de capital e alocação de risco.

Esse trabalho tem o objetivo de apresentar diretrizes para implementação de modernas estruturas de gestão de risco de mercado mapeadas através da interação com diversas empresas de referência do setor, apresentando o mapeamento dos principais fatores de risco de empresas

típicas do setor, discutindo aspectos de utilização e modelagem dos preços Forward e questões relacionadas com a construção de uma estratégia eficiente de comunicação empresarial do risco de mercado.

## **2. Gestão de risco de mercado**

Segundo um levantamento realizado com empresas do setor em 2015 [7] os fatores de risco mais relevantes em termos de materialização de perda, importância e necessidade de gestão são risco de mercado e risco regulatório.

O risco regulatório vem se acomodando no setor porque houve uma melhora no posicionamento dos órgãos de governo no sentido de ampliar a abertura ao diálogo, melhora significativa na comunicação e estratégia de discussão de propostas e a formação de um certo consenso de mercado, liderado pelas entidades e associações mais influentes do setor, em algumas áreas críticas que precisam de aprimoramento regulatório e legislativo e que estão em curso de aprovação para serem implementados no decorrer dos próximos anos.

Por outro lado, a partir de uma posição em aberto de eletricidade o risco de mercado depende basicamente das oscilações nos preços de energia, o que formalmente significa o potencial de perdas geradas pela queda no valor do ativo energético ou aumento de custos de um período ao outro em função de eventuais movimentos de preços contrários ao planejado.

Sem diminuir a importância da metodologia, o fator que tem se mostrado decisivo na implementação de estruturas de risco de mercado de sucesso está relacionado principalmente com a infraestrutura de risco, no que tange especialmente a política de risco e seus processos derivados.

A seguir serão apresentadas atividades típicas que comumente são cobertas por uma área de gestão de risco e diretrizes para modernização de políticas de risco e processos.

## **3. Infraestrutura de Risco**

Uma infraestrutura de risco é comandada por uma política de risco que implementa processos operados por pessoas que usam ferramentas para aplicar determinada metodologia.

Portanto, uma infraestrutura de risco adequada deve assegurar que cada componente desse sistema cumpra seu papel, se preocupando inicialmente com uma política de risco alinhada com os propósitos e apetite ao risco da empresa, mas também que garanta que a equipe de profissionais responsáveis por operar o risco tenha determinadas competências como sensibilidade para perceber mudanças no mercado, conhecimento da relação de causa-e-efeito dos fatores de risco da empresa e domínio da metodologia de cálculo de risco [8].

Os principais processos comumente cobertos por uma área de risco no setor elétrico são controle, suporte à comercialização e inteligência de mercado. Como existem diferenças significativas de tamanho, complexidade e sofisticação entre empresas do setor, nos casos específicos esses processos podem ter maior ou menor relevância.

As atividades de controle geralmente alimentam as instâncias de decisão com os indicadores de risco oficiais, dentro da estratégia de reporting que deve contemplar questões como periodicidade das métricas, base financeira de apresentação (margem bruta, EBITDA, lucro líquido, etc) [9] [10] e características do portfólio, onde a prática mais utilizada é a separação entre comercialização e ativos físicos, para que as instâncias de decisão possam acompanhar a evolução das métricas de risco ao longo do tempo, verificar o atendimento de limites de alçadas, o atingimento de parâmetros de stop-losses ou ainda ser o gatilho para ações de hedge, alertando inclusive sobre a reserva de capital necessária para proteger o negócio em cenários adversos.

Outra atividade típica das áreas de risco é dar apoio ao processo comercial e de inteligência de mercado, calculando as implicações no risco antes da inclusão de contratos na carteira de energia, auxiliando no processo de precificação, principalmente para contratos não-padrão ou com derivativos embutidos, executando e preparando análise de cenários, calculando o risco da estratégia da empresa, inclusive a partir de cenários estressados (stress test), calibrando e validando premissas dos modelos a partir de referências de preços, características de liquidez, avaliando a condição de crédito das contrapartes e também eventuais impactos de um default em sua carteira de contratos, entre outras atividades que possam impactar nas métricas de risco [11] [12].

De fato, as estruturas de risco que tem se mostrado mais bem-sucedidas são as que desenvolveram a capacidade de adequar seus processos de maneira a inseri-los na rotina operacional da empresa, atuando muito mais como uma área própria de negócio, podendo inclusive impor limites a determinadas ações, mas também viabilizando a captura de oportunidades de maneira balancear risco e retorno na companhia [13] [14].

## 4. Metodologia de Cálculo para o Risco de Mercado

Gerenciar risco de mercado está entre as atividades mais críticas de empresas que atuam no mercado de energia elétrica [5] [14]. É reconhecidamente um diferencial competitivo. Agentes do mercado tendem a ter maior disposição de negociar com empresas bem estruturadas em termo de risco o que aumenta suas opções de mercado, melhorando sua liquidez intra-mercado podendo até em alguns casos gerar benefícios como prêmios em preços de contrato com valores acima dos preços de referência por solidez.

No entanto, o sucesso na gestão do risco de mercado depende de uma abordagem para cálculo apropriada e de escolhas de métricas de risco que passem a correta mensagem aos tomadores de decisão, estimulando não só a diversificação e estratégias balanceadas, mas também trabalhando como um catalizador para a área comercial e não como limitador de oportunidades.

Existem diversas métricas de risco que podem ser utilizadas como indicador para se capturar risco de mercado. Uma boa discussão sobre esse tema pode ser encontrada em [15] [16]. No mercado brasileiro de eletricidade, o indicador mais comum é o *Valor em Risco* (V@R), que mede perdas com determinada intensidade, definida pelo nível de significância, em determinado horizonte de tempo, usualmente semanal, mas migrando para um horizonte diário principalmente na parcela do portfólio vinculada a produtos voláteis.

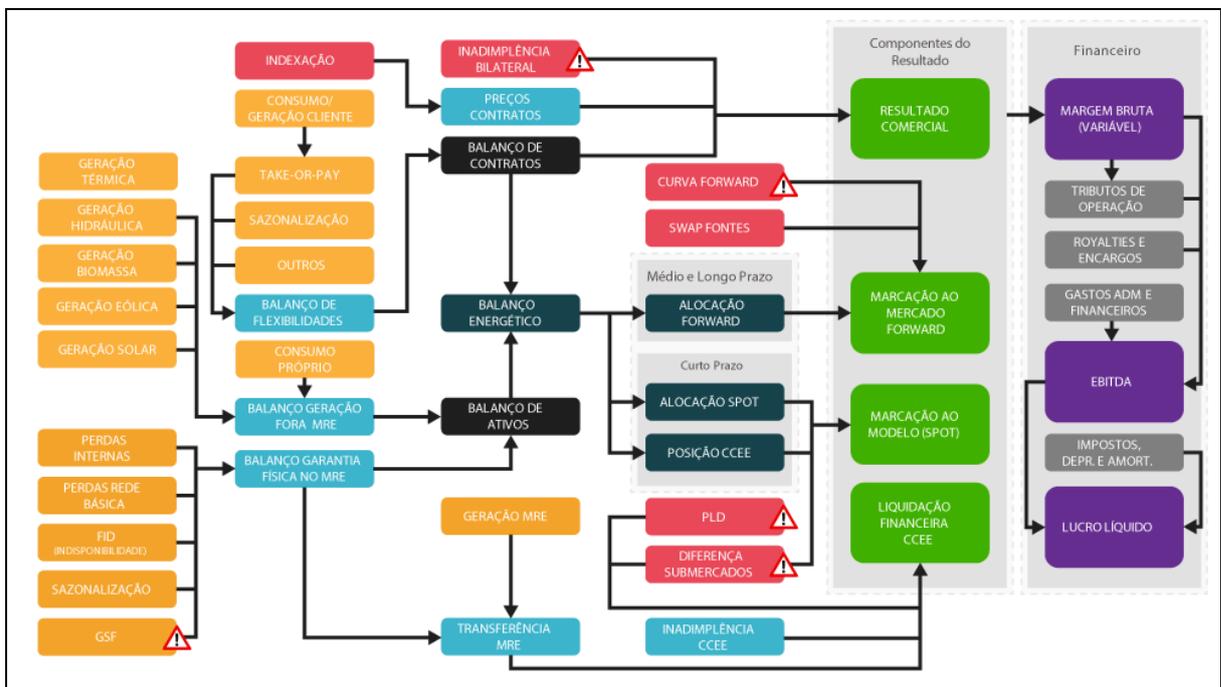
Não existe uma só maneira para estimar o V@R, sendo que as maneiras mais comuns são o V@R histórico, o V@R paramétrico ou abordagem variância-covariância e simulação de Monte-Carlo [17] [18].

O seguinte trabalho [19] faz uma revisão sobre as etapas necessárias para modelar a distribuição do resultado financeiro de uma carteira de energia elétrica, considerando volatilidade e correlação dinâmica e o conceito de cópulas para a modelagem conjunta dos preços Forward, de maneira a permitir através de simulação de Monte Carlo estimar o V@R e outras métricas de risco, inclusive apresentando back tests para justificar a aderência da abordagem.

Porém, precedem as questões de modelagem as discussões sobre os dados de entrada necessários para as execuções dos cálculos e parametrização dos modelos. Existem duas grandes classes de informações que são necessárias para a execução de modelos de risco: dados internos das empresas, geralmente associadas com balanço energético e projeções de variáveis, e dados de mercado, geralmente associados com preços.

Muita atenção geralmente é dedicada às questões dos preços de mercado, com muito mérito é verdade, mas atualmente ainda é um grande desafio das empresas organizar seus dados internos, mantê-los atualizados e disponíveis aos processos que gerenciam os fatores de risco do negócio.

A depender do segmento de atuação, dos canais de negociação, do perfil do portfólio e do tamanho da empresa essa tarefa pode ser simples, mas apresentamos na Figura 1 o diagrama de causa-e-efeito para propósitos de risco de mercado, que explica o relacionamento entre os principais fatores de risco de mercado e seu impacto nos indicadores financeiros das empresas do setor elétrico.



**Figura 1:** Diagrama de causa-e-efeito típico de empresas de energia no setor elétrico brasileiro que relaciona os fatores de risco com os indicadores financeiros.

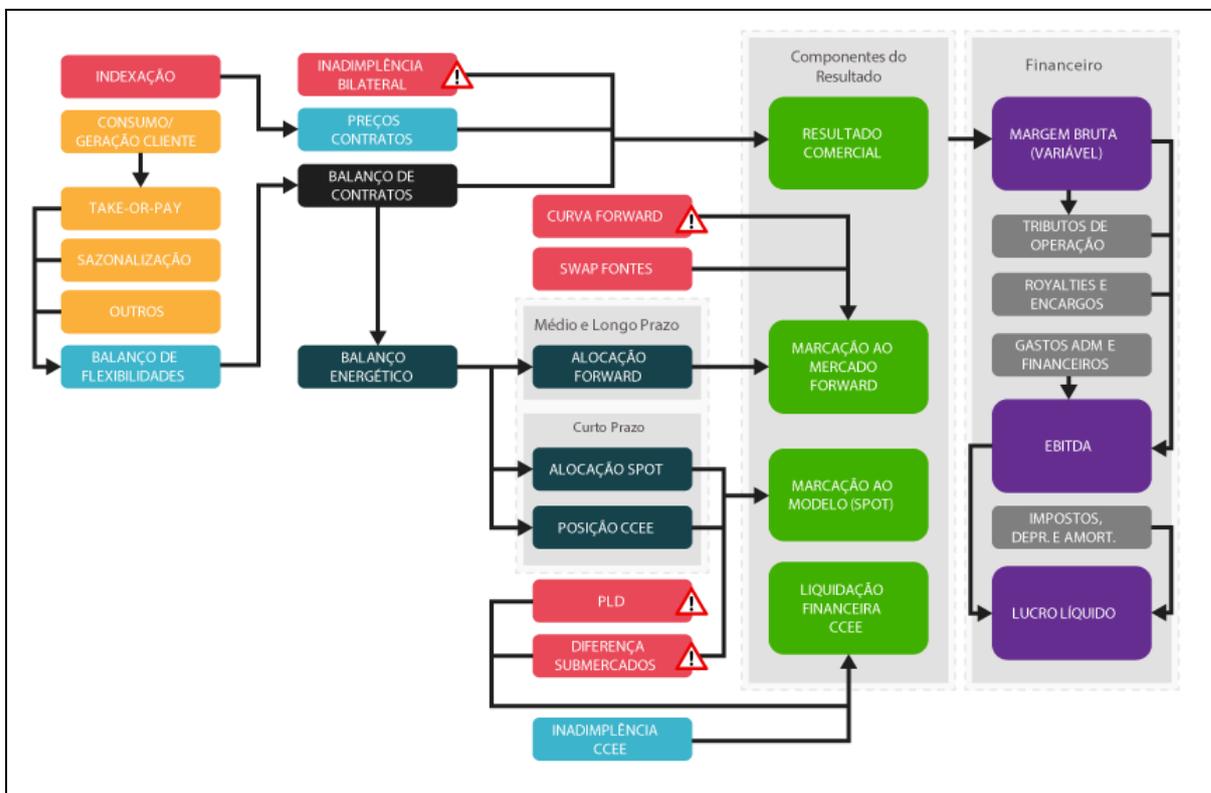
Para empresas que não possuem ativos em suas carteiras o diagrama é como na Figura 2.

O que se nota das duas figuras anteriores é que o resultado da empresa depende basicamente de duas classes de fatores: o balanço energético e a estratégia de alocação desses portfólios, que dita os preços subjacentes a que esta empresa está exposta.

#### 4.1 Balanço energético

Analisando a Figura 1 percebemos que o balanço energético é formado a partir de uma combinação de três variáveis, o balanço de contratos, o balanço de flexibilidades e o balanço

de ativos. Esses dois últimos são calculados com base em projeções dos fatores de risco que os antecedem. Por exemplo, uma empresa que possui ativos no MRE precisa possuir uma estimativa de perdas de rede básica, Ajuste MRE (composição entre GSF e energia secundária), indisponibilidade, entre outros fatores para poder calcular seu balanço de ativos.



**Figura 2:** Diagrama de causa-e-efeito típico de comercializadoras de energia no setor elétrico brasileiro que relaciona os fatores de risco com os indicadores financeiros.

No caso de carteiras com ativos físicos, que dependem de projeção de variáveis, o balanço de energético também possui associado uma incerteza, de maneira que desvios entre o projetado e o realizado acabarão por serem liquidados no mercado Spot ou na CCEE, já que essas diferenças somente serão conhecidas no mês do suprimento.

Por esse motivo, o que comumente se chama de risco de mercado é o potencial de perdas associado com o balanço energético estimado, ou posição líquida, calculado para determinado período. Os componentes expostos a desvios de projeção devem ser medidos, reportados e gerenciados de outra forma, pois estão vinculados a um componente de incerteza em função de erros de previsões e não de volatilidade.

Em condições normais de mercado a parte previsível do balanço energético pode ser negociada antecipadamente no mercado Forward, ficando somente os desvios de projeção, que serão

conhecidos apenas no mês do suprimento, expostos ao PLD (Preço de Liquidação das Diferenças).

Com efeito, o balanço energético previsto tem como preço subjacente a curva Forward, enquanto os desvios a partir desse balanço ou a parte do balanço energético previsto alocado deliberadamente para liquidação no mês do suprimento são valorados com base em previsões de preços Spot. Portanto, para diferenciar o conceito de medir o risco de variação de preços Forward de um período ao outro daquele que projeta o resultado na data de suprimento, costuma-se chamar o primeiro de abordagem V@R (Value at Risk) e o segundo E@R (Earnings at Risk) [20] [21] [22].

Sabendo que essa quantidade costuma ser um insumo para diversas atividades das empresas, é crucial definir o conceito de balanço oficial, que será a entrada para a análise de risco e que precisa ter especificado ao menos a periodicidade de atualização, a granularidade de produtos e os responsáveis pela definição de premissas.

Mais do que poderia parecer, possuir um balanço energético atualizado e único é um grande desafio enfrentado mesmo por grandes empresas do setor, porque envolve sistemas, alocação de poder entre áreas e projeções complexas.

Possuir um único balanço energético atualizado e realista não garante uma implementação bem-sucedida de uma área de risco, no entanto, não tê-lo leva as métricas de risco ao descrédito, portanto uma política de risco deveria especificar com clareza o tratamento que será dado a essa variável de entrada.

## ***4.2 Preços Forward***

A curva Forward é a referência de preços que permite calcular o valor de uma posição em aberto para determinado período, ou seja, calcular a marcação-ao-mercado do balanço energético.

Existe uma diferença importante entre preços de referência ou preços de marcação-ao-mercado e preços de contratos fechados. Em mercados de balcão, principalmente naqueles onde o risco de crédito é gerenciado pelas contrapartes como é o caso do mercado brasileiro, os preços de contratos fechados contêm diversos componentes específicos das contrapartes como precificação do risco de crédito, custo de oportunidade, flexibilidades embutidas, entre outros. Especialmente em contratos de longo prazo, outros componentes ainda tomam forma como custo de garantias, prêmio por melhor alocação de caixa, indexação, entre outros.

Por essa razão, nem todos os preços de operações fechadas, principalmente as não padronizadas, colaboram na definição de uma boa referência para calcular a marcação-ao-mercado de uma carteira de energia elétrica.

Mesmo em mercados mais maduros que possuem bolsas de energia com clearinghouse associada podem existir vícios nos preços já que, em muitos mercados, grande parte das operações continuam sendo feitas no ambiente de balcão devido principalmente a custos transacionais.

Dessa maneira uma abordagem bem-sucedida utilizada em diversos mercados é o conceito de curva de consenso [23], que usa, além de preços de operações fechadas, informações das curvas de marcação-ao-mercado das próprias empresas que participam do mercado para compor uma curva de consenso.

A forma de se operacionalizar esse conceito varia de mercado para mercado e uma descrição da aplicação de curvas de consenso no mercado de energia elétrico brasileiro pode ser encontrada em [24].

De toda forma, é uma atribuição da área de risco validar referências de preços do mercado e fazer o benchmark de curvas Forward, comparando a visão interna de preços àquelas do mercado, para escolher a referência que melhor reflita o valor de liquidação de sua posição em aberto.

Por isso, a curva de marcação-ao-mercado da empresa deve ser definida em função da real condição de entrada ou saída em uma posição de energia em determinado período, o que naturalmente precisa levar em consideração a condição da empresa, as características do portfólio e a conjuntura de liquidez do mercado, destacando então a importância do processo de benchmark de sua curva Forward.

### ***4.3 Volatilidade e Correlação***

As principais métricas de risco são definidas como alguma estatística vinculada à distribuição de probabilidade da marcação-ao-mercado da empresa projetada para algum momento futuro, com base nas informações mais atualizadas do mercado.

Colocando de outra forma, e desconsiderando o valor do dinheiro no tempo, a marcação-ao-mercado projetada a  $h$  períodos a frente é dado por

$$R_{t+h} = \sum_{p=1}^M E_{t,p} \cdot F_{t+h,p}$$

Onde  $E_{t,p}$  é a posição de energia em aberto (balanço energético previsto) do produto  $p$  definida no tempo  $t$ ,  $F_{t+h,p}$  é o preço Forward do produto  $p$  projetada no tempo  $t+h$ ,  $M$  é a quantidade de produtos que fazem parte da carteira de energia da empresa.

Essa equação pode ser reescrita da seguinte forma

$$R_{t+h} = \sum_{p=1}^M E_{t,p} \cdot F_{t,p} + \sum_{p=1}^M E_{t,p} \cdot x_{t+h,p}$$

Sendo  $F_{t,p}$  o preço Forward do produto  $p$  medido no tempo  $t$  e  $x_{t+h,p} = \frac{F_{t+h,p} - F_{t,p}}{F_{t,p}}$

a variação dos preços Forward entre o período  $t$  e  $t+h$ .

Dessa maneira, para estudarmos a marcação-ao-mercado de uma carteira de energia para  $h$  períodos a frente (dias, semanas, meses), precisamos da distribuição de probabilidade da variação entre os preços Forward do tempo  $t$  até o tempo  $t+h$ .

Apesar de não existir somente uma maneira de modelar essa quantidade, há consenso, a exemplo do que ocorre nos mercados financeiros, de que esses modelos devem usar como entrada duas principais grupos de parâmetros: as volatilidades e as correlações.

A volatilidade é uma medida de quão distante do valor atual o preço de determinado produto pode estar em um momento futuro e é definida como um desvio-padrão condicional da variação dos preços atualizado pela informação até o tempo  $t$  e pode ser definida formalmente como (assumindo o valor esperado dos retornos iguais a zero)

$$\sigma_{t+h,p} = \sqrt{E[x_{t+h,p}^2 | \mathfrak{F}_t]}$$

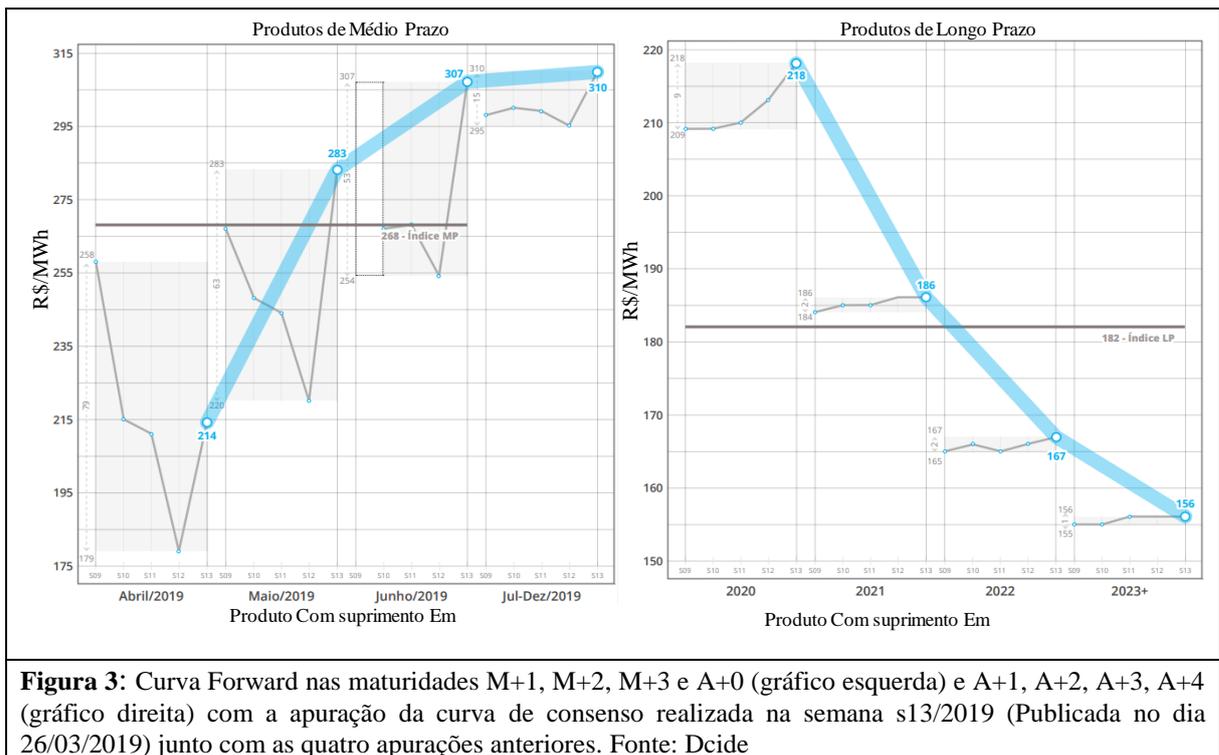
Quanto maior a volatilidade, maior o risco de determinado produto, porque maior o seu potencial de variação, podendo fazer com que uma carteira de energia perca valor muito rapidamente. No mercado de energia elétrica brasileiro os produtos com suprimento em até três meses tendem a ter volatilidade semanal bastante elevada quando comparado a ativos financeiros ou preços de energia de outros mercados [19] [24]. No entanto, a volatilidade reduz substancialmente quando associada a produtos de suprimento anuais com maturidade a partir do próximo ano.

Por outro lado, a correlação é uma medida de associação que nos diz quão acopladas as variações dos preços estão. No caso típico dos produtos de energia, que apresentam correlações positivas de moderada a forte, os preços tendem a variar na mesma direção, ou seja, quando ocorre aumento em determinado produto esse aumento também é observado nos demais. Formalmente, essa quantidade é definida pela seguinte equação

$$\rho_{t+h,p,q} = \frac{E[x_{t+h,p} \cdot x_{t+h,q} | \mathfrak{F}_t]}{\sigma_{t+h,p} \cdot \sigma_{t+h,q}}$$

Onde  $q$  diferente de  $p$  são produtos de diferentes maturidades.

Dessa forma, é através das correlações que conseguimos medir o efeito de pulverização ou potencialização do risco devido a interação de produtos em uma carteira de energia, podendo auxiliar na construção de estratégias eficientes em termos de risco.



Na Figura 3, temos um recorte de curvas Forward para energia Convencional com entrega no submercado SE/CO medida na semana s13/2019 (publicada no dia 26/03/2019) e as quatro anteriores para produtos com maturidade dentro de um horizonte de cinco anos.

A diferença de altura dos retângulos tem relação com o conceito de volatilidade e a direção de mudança dos preços está associada com o conceito de correlação.

Uma das principais atividades de um analista de risco de mercado é parametrizar corretamente os modelos de risco através da calibração da volatilidade e correlações entre os produtos de energia elétrica para o próximo período de medição do risco.

Um estudo nessa direção voltado para o mercado de energia brasileiro está documentado em [19] e argumenta que tanto a volatilidade quanto a correlação são dinâmicas e podem variar significativamente no tempo, sugerindo através de back tests que modelos que consideram essas características são mais apropriados para estimar o V@R de uma carteira de energia.

#### ***4.4 Modelagem dos preços de mercado Convencional SE/CO***

Seguindo a metodologia descrita e justificada em detalhes em [19] a modelagem da distribuição condicional conjunta dos preços de mercado pode ser feita usando-se o conceito de função de acoplamento com distribuições marginais do componente aleatório estimado não-parametricamente pela suavização Kernel e que considera a atualização da volatilidade e da matriz de correlações usando a abordagem EWMA (Exponential Weighted Moving Average) sugerida pela Risk Metrics e recomendada pelo comitê de Basileia.

Formalmente o modelo pode ser descrito como o seguinte conjunto de equações:

Seja  $x_{t+h,p} = \sigma_{t+h,p} \eta_{t+h,p}$  onde  $\eta_{t+h,p} \sim FD_p$  com  $E[\eta_{t+h,p}] = 0$  e  $V[\eta_{t+h,p}] = 1$ . Considere também que  $\underline{\eta}_{t+h} | \mathfrak{F}_t \sim \Theta(\underline{0}, \underline{\Sigma}_{t+h})$ , onde  $FD_p$  é a função distribuição de probabilidade do componente aleatório do produto  $p$  no tempo  $t+h$ ,  $\eta_{t+h,p}$ , padronizado, sem perda de generalidade, para ter média zero e variância 1. Também  $\mathfrak{F}_t$  é toda informação disponível até o tempo  $t$  e  $\Theta(\underline{\mu}, \underline{\Sigma})$  é a notação para a função distribuição de probabilidade conjunta dos produtos  $p = 1, 2, \dots, M$ , com vetor de média  $\underline{\mu}_{M \times 1}$  e matriz de variância e covariância  $\underline{\Sigma}_{M \times M}$ .

Pelo teorema de Sklar [25] a distribuição de probabilidade conjunta de  $\underline{\eta}_{t+h} | \mathfrak{F}_t$  pode ser escrita através de uma função de acoplamento, denotada por  $C(\dots)$ .

Escolhendo-se a cópula Gaussiana, muito conhecida do mercado financeiro e com resultados consistentes nos back tests realizados para os dados de energia elétrica brasileiro [19], o vetor aleatório pode ser reescrito como

$$\underline{\eta}_{t+h} | \mathfrak{F}_t := \Phi(u_1 = \Phi^{-1}(FD_1(\eta_{t+h,1})), u_2 = \Phi^{-1}(FD_2(\eta_{t+h,2})), \dots, u_M = \Phi^{-1}(FD_M(\eta_{t+h,M})) | \Sigma_{t+h})$$

onde  $FD_p$  é a função distribuição marginal do produto de energia na maturidade  $p$ ,  $\Phi(\underline{\mathbf{u}}_{M \times 1} | \Sigma_{M \times M})$  é a cópula gaussiana com matriz de variâncias e covariâncias  $\Sigma_{M \times M}$  e  $\Phi$  é a função distribuição de probabilidade gaussiana padrão com  $M$  sendo o número de produtos de energia a serem considerados.

Essa formulação é bastante geral e engloba diversos casos particulares, incluindo a abordagem Variância-Covariância (paramétrica), caso em que  $FD_p$  é também gaussiana.

O modelo descrito acima depende principalmente de métodos de estimação de três quantidades: volatilidade, matriz de correlações e distribuição do componente aleatório.

A abordagem EWMA consagrada no mercado financeiro e que considera características empíricas dos preços de mercado como volatilidades e correlações evoluindo no tempo é a escolha mais simples. Para dados de preços semanais esses modelos capturam as principais características necessárias dos preços de mercado. No entanto, para dados diários onde blocos de volatilidade tendem a ser mais aparentes é possível que modelos mais elaborados como ARMA-GARCH (caso univariado) e VEC-BEKK (modelo multivariado) [26] possam ter bom desempenho, no entanto esses modelos adicionariam grande complexidade nas etapas de estimação, interpretação e validação e exigiriam uma massa de dados ainda não disponível no setor para aferição de bondade de ajuste.

A abordagem EWMA (Risk Metrics) supõe as seguintes equações de atualização para as volatilidades e correlações [26] [27].

$$\hat{\sigma}_{t+1,p}^2 = \alpha \cdot \hat{\sigma}_{t,p}^2 + (1 - \alpha) \cdot x_{t,p}^2 \quad \text{e} \quad \hat{\sigma}_{t+h,p}^2 = h \cdot \hat{\sigma}_{t+1,p}^2$$
 onde  $\alpha$  é o parâmetro de suavização e dá o peso relativo das observações mais recentes com relação as passadas. Note que  $\hat{\sigma}_{t+1,p}^2 = (1 - \alpha) \cdot [x_{t,p}^2 + \alpha \cdot x_{t-1,p}^2 + \alpha^2 \cdot x_{t-2,p}^2 + \dots]$  que justifica o nome de média móvel com pesos exponenciais.

Observe que a matriz de variância e covariância pode ser escrita como

$$\Sigma_{t+h} = V_{t+h} \Lambda_{t+h} V_{t+h}$$

Onde  $V_{t+h} = [\sigma_{t+h,p}]_{p=1,\dots,M}$  é uma matriz MxM diagonal composta pelas volatilidades e  $\Lambda_{t+h}$  é uma matriz de correlação MxM tendo em cada componente fora da diagonal a correlação entre o produto p e q,  $\rho_{t+h,p,q}$ .

Dá a abordagem EWMA Risk Metrics impõe a seguinte equação de atualização para a matriz de correlação estimada

$$\Omega_{t+1} = \lambda \cdot \Omega_t + (1 - \lambda) \cdot \underline{\eta}_t \underline{\eta}_t^T$$

Onde  $\underline{\eta}_t$  são os retornos padronizados pela volatilidade e medidos no tempo  $t$  e  $\lambda$  é o parâmetro de suavização da matriz de correlação e dá o peso relativo das observações mais recentes com relação as passadas.

A validação das estimativas da matriz de correlação é uma tarefa muito mais complexa que a da volatilidade exigindo um histórico muito maior para calibração via back tests.

Assim como ocorre no mercado financeiro as análises empíricas sugerem a escolha dos parâmetros de suavização próximos a 1 ( $\alpha$  entre 0.9 e 0.98 e  $\lambda$  acima de 0.95). Especialmente para o parâmetro  $\lambda$  pode ser difícil justificar mudanças nas correlações entre produtos.

Com relação à distribuição de probabilidade do componente aleatório, com uma massa de dados suficientemente grande a abordagem não paramétrica usando a suavização Kernel se apresenta como uma excelente alternativa, porém a distribuição t-student com poucos graus de liberdade apresenta bom desempenho nos back tests e pode ser uma alternativa mais simples de implementar e explicar. Nesse caso sugere-se usar uma distribuição t-student com 6 graus de liberdade que possui cauda pesada, em linha com as características empíricas dos preços de mercado.

Calibrar os componentes do modelo de risco é um grande desafio e é uma das competências mais preciosas de analistas de risco experientes.

O modelo discutido acima vem sendo utilizado, com eventuais pequenas variações, pelas principais empresas do setor, incluindo aquelas que são reconhecidas como referência em análise de risco.

A principal razão é que além de apresentarem resultados práticos bastante robustos, são suficientemente simples de serem implementadas e satisfatoriamente similares à abordagem

utilizada em outros países e no mercado financeiro, o que facilita substancialmente a explicação de indicadores de risco para escritórios internacionais e para conselhos de administração.

Cabe alertar que esse tipo de abordagem apresenta resultados satisfatórios para os produtos de energia com considerável liquidez pressupondo então que decisões de compra e venda de energia possam ser tomadas antecipadamente ao suprimento, o que é comumente verdade para os produtos de energia de fonte convencional no submercado SE/CO.

Nos casos de produtos de outras fontes (incentivada 50%, incentivada 0%, incentivada 100%, incentivada 80%) e outros submercados (Sul, Nordeste e Norte) a abordagem precisa ser outra. Alternativas de modelagem para essas situações serão descritas no próximo tópico.

#### ***4.5 Modelagem de diferenças de preços para outras fontes e submercados***

Primeiramente é importante notar que os preços Forward de produtos de outras fontes e submercados podem ser escritos em função aos preços Forward do submercado SE/CO através da seguinte fórmula:

$$F_{t,p}^{fonte,subm} = F_{t,p}^{Conv,SE} + \Delta_{t,p}^{fonte,subm}$$

A quantidade  $\Delta_{t,p}^{fonte,subm}$  é comumente aproximada da seguinte forma

$$\Delta_{t,p}^{fonte,subm} = \Delta_{t,p}^{fonte} + \Delta_{t,p}^{subm}$$

Onde,  $\Delta_{t,p}^{fonte} = F_{t,p}^{fonte,SE} - F_{t,p}^{Conv,SE}$  e  $\Delta_{t,p}^{subm} = F_{t,p}^{Conv,subm} - F_{t,p}^{Conv,SE}$ . Essas quantidades são escritas em função do submercado SE/CO de fonte convencional porque ele é o único com liquidez suficiente para permitir a estruturação de estratégias de hedges.

Costuma-se dar o nome de Swap entre fontes para a quantidade  $\Delta_{t,p}^{fonte} = F_{t,p}^{fonte,SE} - F_{t,p}^{Conv,SE}$  e prêmio entre submercados para a quantidade  $\Delta_{t,p}^{subm} = F_{t,p}^{Conv,subm} - F_{t,p}^{Conv,SE}$ .

Essencialmente para Swaps entre fontes de energia menos líquidas como Incentivada 100%, Incentivada 80% e Incentivada 0% e para prêmios entre os demais submercados (S, NE e N) e o SE/CO as metodologias utilizadas para modelagem não são padronizadas entre as empresas, apesar de haver guias gerais que passamos a descrever.

A segunda classes de produtos com mais liquidez no mercado Forward são os que compõem a curva de energia Incentivada com 50% de desconto na TUSD no submercado SE/CO.

Existe um mercado Forward suficiente para absorver contratos a futuro, no entanto, podem ocorrer choques de liquidez em função a desbalanço de oferta e demanda, como visto no final de 2016.

Históricos de preços Forward desde 2012 podem ser encontrados em empresas especializadas para este tipo de produto viabilizando a implementação de uma abordagem estatística para análise. Para essa quantidade, os modelos descritos na seção anterior se aplicam simplesmente redefinindo a quantidade  $x_{t+h,p}$ , que se refere a variação dos preços Forward convencional SE/CO do período t até o período t+h, por

$$x_{t+h,p}^{I50,SE/CO} = \frac{\Delta_{t+h,p}^{I50\%} - \Delta_{t,p}^{I50\%}}{\Delta_{t,p}^{I50\%}}$$

Análises empíricas apontam que a correlação entre  $x_{t+h,p}^{I50,SE/CO}$  e  $x_{t+h,p}$  é próxima suficientemente de zero para ser desconsiderada na modelagem de uma carteira conjunta com as duas fontes.

Para as demais fontes, o que se costuma fazer, por não haver histórico de dados estruturado conhecido e pela falta de liquidez do produto, é pressupor que o prêmio se movimenta conjuntamente com aquele da fonte Incentivada 50% no submercado SE/CO a menos de uma constante, ou seja,

$$\Delta_{t,p}^{fonte} = \Delta_{t,p}^{I50\%;SE/CO} + c_{t,p}$$

Onde  $c_{t,p}$  é uma premissa, ou uma constante, que converte o preço da energia Incentivada com 50% de desconto na TUSD em outra fonte, exemplo, Incentivada com 100% de desconto na TUSD. Essas premissas geralmente são obtidas através da mesa de operação e faz sentido já que a precificação desse tipo de produto geralmente é feita em termos relativos àqueles mais líquidos.

Para os prêmios entre submercados, a análise de risco é mais complexa porque essa é uma variável que tem uma dinâmica muito dependente das características físicas do setor, em especial o intercâmbio, a sazonalidade da geração no submercado e o perfil das chuvas, o que

diminui substancialmente a chance de modelos estatísticos funcionarem, porque as características mudam periodicamente, fazendo com que o histórico de dados não seja um bom balizador para o que pode ocorrer no futuro.

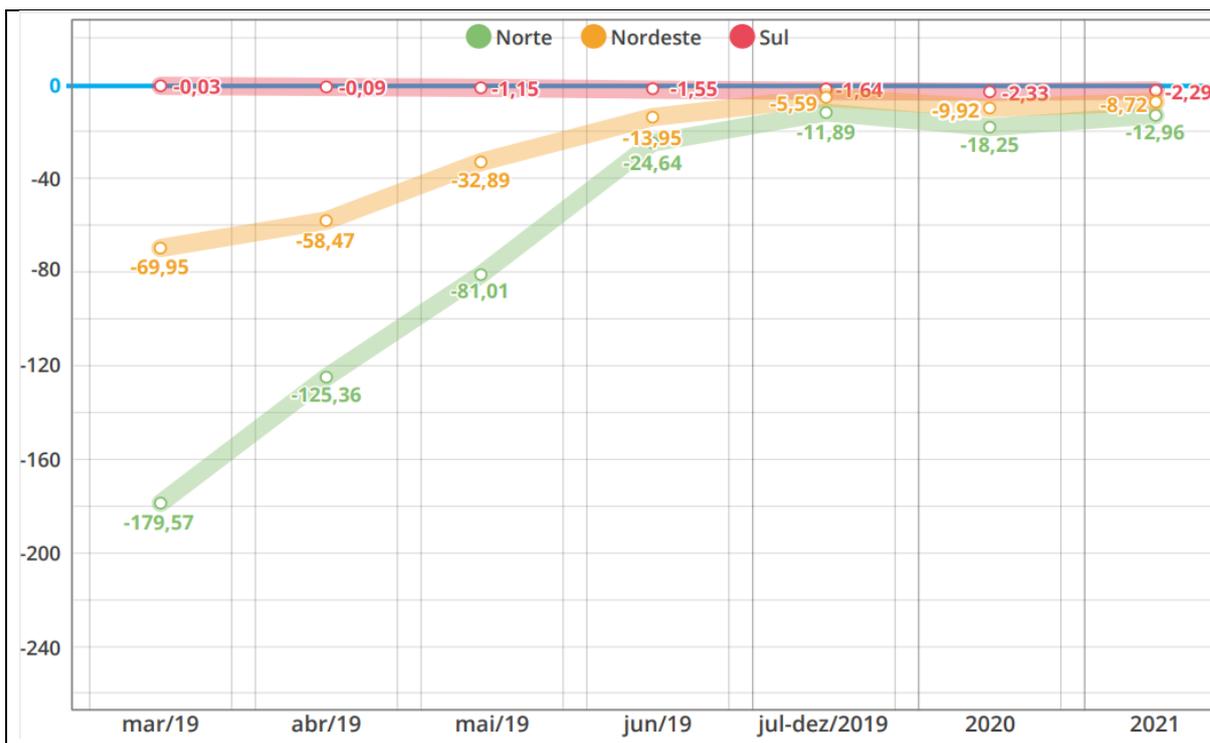
Um bom exemplo são os prêmios para o submercado Nordeste com relação ao Sudeste. Apresentamos na Figura 4 os prêmios médios mensais medidos a partir do PLD de cada submercado desde jul/1999.



**Figura 4:** Evolução histórica da diferença de preços entre os submercados NE e SE/CO (NE-SE/CO) baseada no PLD médio mensal publicado, desde julho/1999 a primeira semana de maio/2019.

Historicamente, após o período do racionamento, quando o prêmio era positivo (PLD NE > PLD SE/CO) esse prêmio variou por cerca de 10 anos com valores próximos de zero, exceto em alguns períodos específicos. No entanto, em 2015 os preços passaram a ser fortemente positivos em função de problemas de afluência no submercado NE que não pôde ser resolvido por questões de limite de intercâmbio. O que observamos nos dois últimos anos foi o oposto: com o aumento do intercâmbio disponível para enviar energia para o submercado NE, através principalmente do submercado Norte, e com um bom desempenho da geração eólica, que inclusive ajudou a elevar os níveis de armazenamento no submercado NE para patamares não observados desde 2012, gerou-se um efeito de prêmios negativos entre os submercados, precificado inclusive no mercado Forward, para energia com suprimento nos próximos anos, como pode ser visto pelo recorte dos prêmios entre submercados apresentado na Figura 5.

Essas especificidades, unidas ao fato de que há uma quantidade muito menor de agentes de mercado dispostos a negociar energia nesses submercados, levam diversas empresas a assumir que essas diferenças de preços entre submercados somente serão descobertas no suprimento, não havendo possibilidade de hedge antecipado.



**Figura 5:** Prêmios Forward Convencional nas maturidades M+0, M+1, M+2, M+3 e A+0 e A+1, A+2 com relação aos preços Forward SE/CO para cada um dos demais submercados (Norte, Nordeste e Sul) na apuração da curva de consenso realizada na semana s13/2019 (Publicada no dia 26/03/2019). Fonte: Dcide

Nesse cenário, a abordagem mais comum utilizada no setor é a calibração de rodadas do Deck do NEWAVE que, depois de passar por uma etapa de filtragem e tratamento das saídas, comparação com o mercado Forward e validação com relação às características físicas do setor, retornam cenários de simulação que podem ser utilizados através da abordagem de Monte Carlo para calcular a parcela do resultado dependente de diferenças de preços entre submercados.

Outras empresas preferem simplificar o problema criando poucos cenários e medindo o efeito dessa quantidade no estilo What-if.

A pouca disponibilidade de estudos nessa área em função das restrições de dados e de liquidez nesses mercados, dificulta a execução de back tests, a calibração dos números e a comparação de modelos.

A metodologia apresentada acima tem se mostrado eficiente para medir o risco com objetivos de gestão para preços calculados em base semanal, mas se mostrando consistente também para dados diários onde mais estudos ainda são necessários.

No entanto, o desempenho desses modelos não foi testado para riscos extremos, relacionados com probabilidades muito baixas de ocorrência, digamos, abaixo de 0,5%.

Por esse motivo, é essencial combinar a metodologia proposta a uma análise fundamentalista, que permita validar e justificar a calibração dos modelos e principalmente executar stress tests, para permitir que a empresa esteja preparada para situações catastróficas ou cenários pouco prováveis que não são capturados pelas métricas usuais de risco, por não terem esse propósito.

## **5. Métricas de Risco de Mercado**

O principal objetivo da gestão de risco é facilitar a comunicação entre as esferas operativas, estratégicas e de controle do negócio de maneira a passar uma mensagem clara e inequívoca aos tomadores de decisão sobre o desempenho atual e futuro do negócio.

Portanto, muito mais relevante do que qual é a melhor métrica de risco é como apresentar um conjunto de indicadores dentro de uma estratégia eficiente de comunicação para garantir visibilidade sobre a operação e uma narrativa relevante alinhada com as metas do negócio, alertando para potenciais impactos de perdas financeiras, chances de não atingimento de orçamento, direcionando as ações de contingência para os fatores de risco que realmente importam.

As métricas de risco se dividem basicamente em duas classes: absolutas e relativas [28]. As métricas de risco absolutas definem potencial de perdas financeiras ou incerteza e podem ser interpretadas sem um referencial o que costuma facilitar sua interpretação.

No setor de energia as métricas de risco mais utilizadas são o Valor em Risco (V@R) e o valor em risco condicional (cV@R). Outras também bastante utilizadas são o desvio-padrão, o valor esperado e a probabilidade de perda.

Exemplos de métricas de risco relativas são o tracking error, excesso de retorno e Sharpe ratio. A utilização dessas métricas é muito mais rara no setor.

Como existe uma enormidade de referências que discutem as propriedades das métricas, sua abordagem de cálculo, sua interpretação, entre diversos outros aspectos [15], [17], [28], apresentaremos questões mapeadas nas estruturas de risco das próprias empresas visando incorporar a gestão de risco como um processo facilitador entre os controladores, os tomadores de decisão e os responsáveis pela operação.

Por exemplo, o V@R 95% em base semanal, métrica adotada pela maioria das empresas como direcionador de estratégia, reflete uma perda potencial que ocorrerá com uma frequência esperada de uma vez a cada vinte semanas (5%), ou seja, espera-se que não mais que 5% das perdas semanais sejam de impacto superior ao V@R 95%. Por esse motivo muitas empresas utilizam essa métrica também para estimação de uma reserva financeira para cobrir perdas com determinada frequência.

No entanto, esse número pode fazer pouquíssimo sentido se não estiver vinculado com um indicador econômico que faça sentido para os tomadores de decisão. Esse indicador pode ser o Ebitda, o lucro, mas o mais comum nas empresas do setor é que esse cálculo com relação à margem bruta (Receita menos despesas desconsiderando encargos ou impostos).

Também é uma prática comum separar o resultado financeiro em portfólios, segregando-o por características de liquidez, separando ativos de consumo e geração de contratos ou outra organização que faça sentido para a natureza do negócio.

Uma questão bastante relevante nesse aspecto é que, para a maioria das empresas, o referencial para se apurar desempenho não é apenas observar margens brutas acima de zero, ou seja, muitas empresas possuem um processo de orçamento e esse é de fato o compromisso assumido com o acionista.

Por esse motivo, uma prática comum nas empresas é também acompanhar o Orçamento em Risco (“Budget at Risk”) ou Meta em Risco (“Target at Risk”) para comunicar desempenho em uma linguagem racional para o acionista, passando a mensagem corretamente caso a estratégia não esteja caminhando como esperado.

Existe uma tendência natural de que o tomador de decisão queira concentrar toda a sua visibilidade do risco em um indicador, o que pode levar a percepção incorreta de qual é o real risco do negócio, devido a efeito de interação entre fatores de risco ou compensações por efeitos de alocação do negócio.

Como é improvável que apenas um indicador de risco seja suficiente para equacionar uma estratégia eficiente de comunicação de risco, recomenda-se selecionar grupos de indicadores adequados para as esferas operacionais, estratégicas e de controle, de maneira a garantir que os seguintes pilares da infraestrutura de risco sejam atendidos: assertividade, de maneira a passar aos responsáveis a correta percepção das potenciais perdas e efeitos, credibilidade, garantindo que todos reconheçam os indicadores como orientadores de ações e

de estratégia, e visibilidade, que permita de acordo com sua necessidade de compreensão do negócio, entender a relação entre o indicador de risco e o diagrama de causa-e-efeito do negócio.

Outra questão relevante associada com as métricas de risco é qual a periodicidade mais adequada para o mercado de energia elétrica brasileiro. A pergunta mais correta seria qual é a periodicidade de risco mais adequada para o negócio em questão, dado o perfil do portfólio, o nível de aversão ao risco da empresa e sua estrutura de controle e reporting, que condicionam as escolhas das métricas e conseqüentemente a periodicidade de aferição.

O que se vê comumente nas empresas é que existe um afunilamento entre as métricas de risco de forma que as esferas operacionais concentram a maioria dos indicadores para melhor execução dos processos e essa quantidade foi diminuindo a poucas métricas na esfera de controle, geralmente centralizada nos conselhos administrativos ou reunião de diretoria.

O motivo é que essas reuniões de reporting aos acionistas ocorrem geralmente uma vez por mês, portanto as métricas de controle geralmente estão vinculadas com o risco calculado em intervalo mensal, pelo menos para a parcela de longo prazo da carteira ou aquelas expostas a ativos de consumo e geração. Isso se justifica ainda pelo fato de o PMO (Programa Mensal de Operação) também ocorrer em uma base mensal. A sazonalidade de variáveis físicas como a carga, GSF, geração, ENA, e a premissas do PMO, que podem explicar o patamar dos preços spot para o próximo mês, corroboram com a periodicidade de controle adotada pelo mercado.

Na camada gerencial as métricas de risco típicas são as que refletem perdas semanais, isso porque o PLD é publicado uma vez por semana, e o mercado Forward acaba por sofrer suas correções de expectativas nessa periodicidade, principalmente para os preços de médio e longo prazos. Costuma-se observar reuniões gerenciais nessa frequência para traçar a tática de comercialização da semana, do qual as métricas de risco fazem parte.

Para empresas focadas na comercialização de curtíssimo prazo, com diversas negociações ao longo do dia, ou para aquelas com posições relevantes nos produtos de maior volatilidade (M+1 até M+3), acompanhar o risco em uma base diária é uma necessidade, principalmente se houver uma política de alçadas na empresa. Por esse motivo, diversas empresas têm tentado sistematizar seus processos de comercialização de maneira que as métricas de risco fiquem disponíveis na menor granularidade possível, de forma a se atualizar a cada mudança na carteira de energia ou nos preços de mercado.

## 6. Boas práticas na gestão de risco

A recorrência na observação de diversas práticas nas empresas do setor não é coincidência. Muitas empresas possuem estruturas de risco consolidadas fora do Brasil e tropicalizaram a abordagem utilizada em outros mercados para o setor elétrico brasileiro.

Outras tem um DNA vinculado com o mercado financeiro e importam daquele setor sua forma de trabalho. Ou ainda, através de um processo de benchmark entre as áreas de Middle Office, empresas compartilham práticas que acabam sendo adotadas pelo mercado, o que ainda é potencializado por aquelas que possuem em seus conselhos de administração membros de outras empresas do setor.

O principal ponto de partida de empresas reconhecidas como referência em análise e gestão de risco é possuírem uma política de risco estruturada, permitindo que as diferentes camadas do negócio absorvam a gestão de risco como uma etapa crítica do processo decisório.

Passaremos a seguir a descrever os principais tópicos relacionados com práticas de risco observadas nestas empresas e que realmente podem ser consideradas como boas práticas porque contribuem para algumas características que parecem ser diferenciais de estruturas de risco modernas: assertividade, precisão, credibilidade, disciplina e visibilidade.

Esse mapeamento foi feito através da interação direta com os responsáveis de risco em grandes empresas do setor, através da observação e mapeamento de processos e políticas de risco produto de atividades de consultoria ou ainda como o resultado de discussões em treinamentos sobre gestão de risco de mercado realizado com mais de 500 profissionais em mais de 50 empresas do setor, incluindo técnicos e executivos de todas as esferas corporativas, o que permitiu não só perceber que existem expressivas diferenças na sofisticação de gestão de risco entre as empresas, como a presença de algumas práticas e procedimentos comuns executados por empresas que se destacam na gestão de risco de mercado e que deveriam estar formalizadas nas políticas de risco.

A melhor forma encontrada para apresentar essas práticas foi colocando-as dentro do contexto de um documento de política de risco que permita a criação de uma estrutura de risco moderna e robusta.

## **Formalização da Política de risco**

Possuir uma política de risco aprovada e oficial pode ser considerada uma boa prática já que ela não somente garante aos acionistas mecanismos formais para controle do negócio, mas também asseguram a governança de processos, resguardando as camadas de gestão e operacionais de decisões tomadas dentro do território especificado na política, mesmo quando se materializaram em perdas.

Notamos que os seguintes tópicos são comumente detalhados nesses documentos:

- Fatores de risco cobertos.
- Papéis, atores e responsabilidades.
- Limites de controle e alçadas.
- Metodologia e fontes de informação
- Processos e operacionalização do risco.
- Indicadores e Reporting.

Como a forma de tratamento destes temas pode ditar se uma estrutura de gestão de risco é bem-sucedida ou não, passamos a discutir diretrizes para a implementação de cada tópico.

## **Identificação dos fatores de risco relevantes**

O ponto de partida aqui é o diagrama de causa-e-efeito das empresas do setor apresentado na Figura 1. A depender da forma de atuação na empresa do setor e das características do portfólio, principalmente a presença de ativos de consumo e geração, a lista de fatores de risco críticos para o negócio é maior ou menor.

Por isso é uma boa prática documentar na política de risco quais são os fatores de risco que serão cobertos formalmente pelos processos, descrevendo seu impacto no negócio e destacando aqueles com maior potencial de severidade.

## **Definição de Papéis, Atores e Responsabilidades**

É importante ter claro os papéis, as áreas e instâncias de controle e as atribuições de cada um dos envolvidos na gestão de risco, especificando a estrutura hierárquica dos processos

de aprovação de contratos e da estratégia de comercialização, descrevendo os fóruns para discussão de risco e os responsáveis por calcular, atualizar e reportar as métricas.

Não menos relevante é assegurar que essa hierarquia de aprovação e gestão do risco seja fluída, de forma que a burocracia necessária para os processos de governança e auditoria não prejudique o dinamismo no processo decisório. Nesse sentido, a automatização e digitalização de etapas desses processos através de sistemas de gestão de risco, às vezes baseado em limites de alçadas, tem se mostrado uma forma eficiente de atender as necessidades de controle em periodicidade adequada as necessidades do mercado.

### **Especificação de Alçadas e Limites**

O dilema entre controle e eficiência operacional tem levado diversas empresas a implementarem políticas de alçadas que permitem que determinadas decisões possam ser tomadas independentemente de aprovação de instâncias superiores.

Principalmente para empresas focadas em trading de curtíssimo prazo, a volatilidade dos preços pode fazer com que uma oportunidade de negócio se dilua em um prazo menor que o processo de aprovação, ou ainda que determinada negociação possa não se concretizar em função a demasiada centralização dos aprovadores.

A partir de indicadores que façam sentido para o negócio e dentro de limites claramente mensuráveis, algumas empresas do setor tem dado certa liberdade na operacionalização da estratégia a certos quadros permitindo garimpar com mais agilidade oportunidades de negócio. Essa dinâmica, que não pode ser construída sem uma política de risco organizada, pode gerar um diferencial competitivo para a empresa.

### **Independência da área de risco**

Ter como mandatária da gestão de risco de mercado uma área construída formalmente para consolidar, controlar e reportar o risco de mercado, de maneira que ela seja independente das áreas executoras e que possua estímulo para gerenciar o risco da forma mais isonômica possível, é certamente uma boa prática de mercado e que está presente nas principais estruturas de risco do setor.

Essa independência é crítica para a credibilidade dos indicadores e do processo, mas uma eventual área de gestão de risco ainda deveria ter a necessidade de defender parâmetros, premissas e conclusões em fóruns de discussão apropriados, de maneira que os tomadores de risco possam esclarecer questões ou sugerir a revisão de determinado aspecto com o objetivo principal de adequar premissas à realidade do mercado.

### **Escolha de Metodologia**

A escolha da metodologia para mensuração de risco depende da disponibilidade de dados, principalmente de preços de mercado, da periodicidade desejada para cálculo do risco e também na aferição de desempenho através de back tests.

Aquela proposta na seção 4 vem sendo utilizada com sucesso em diversas empresas do setor, com eventuais pequenas variações para adequar necessidades específicas, que podem ser geradas tanto por questões de implementação (software ou planilhas), indisponibilidade de dados, ou relevância de fatores de risco específicos, como forma de operar no mercado, concentração em submercados menos líquidos, perfil da carteira, etc.

Para alimentar os modelos de risco é essencial que esteja claro a todos quais são as informações de entrada, quem são os responsáveis por fornecê-las e quando são atualizadas, incluindo projeções ou premissas internas e dados de terceiros. Em especial, quase que independente da escolha da metodologia, os conceitos de marcação-ao-mercado e realismo no balanço energético são pré-requisitos para seu bom funcionamento. Portanto, discutiremos alguns aspectos particulares desses dois pontos.

#### **i) Balanço energético e Resultado comercial atualizados e disponíveis**

Documentar o conceito de balanço energético oficial, com a descrição de sua forma de cálculo, premissas de atualização e comunicação dos envolvidos em todas as premissas utilizadas para sua construção de maneira que ele tenha credibilidade por refletir a posição real sob risco da empresa é uma boa prática. Os mesmos conceitos se aplicam para o cálculo do resultado comercial formado a partir dos contratos de compra e venda.

#### **ii) Marcação-ao-mercado (MtM) da posição em aberto**

A MtM da carteira de energia deveria ser feita a partir de referências de preços consistentes e reconhecidas internamente pela empresa, que reflitam o real cenário para liquidar

sua posição em aberto, ou seja, sob risco, em periodicidade adequada ao perfil da carteira. As mudanças no valor da marcação-ao-mercado deveriam ser explicadas em função das alterações no balanço energético, ou mudanças nos preços de mercado, de maneira que o tomador de decisão saiba separar o componente desempenho (ganhos ou perdas realizadas) do risco de mercado (movimentos contra ou a favor).

### **iii) Documentação da metodologia**

Descrever em normas internas a abordagem que será utilizada para calcular o risco de mercado, especificando inclusive a periodicidade de execução, as métricas de saída, todas as entradas e as respectivas fontes de informação e garantir que a implementação dos cálculos represente exatamente o que foi descrito na metodologia pode facilitar substancialmente a interpretação do risco, e mitigar o risco de rotatividade. Empresas que possuem sua abordagem de cálculo de risco bem documentadas costumam demorar menos tempo para modernizar seus modelos, e muito menos tempo para sistematizá-los.

### **Especificação de processos**

O principal desafio apontado pelos próprios responsáveis pelo risco nas empresas é incorporar a gestão de risco na rotina empresarial de forma que ela seja considerada em todas as decisões de negócio. Em especial, manter a credibilidade das métricas de risco é uma tarefa árdua.

Processos de risco bem-sucedidos conseguem assegurar métricas atualizadas, realistas, visíveis e didáticas, no sentido de informar com clareza qual a real situação da estratégia, o que as fazem úteis para a tomada de decisão.

A construção de processos com essas características não é uma tarefa simples dado que a cultura empresarial e, principalmente, a hierarquia de decisão são específicas de cada negócio, mas principalmente no último ponto tentaremos apresentar algumas características de empresas que conseguiram trazer boas soluções para os processos de risco.

A hierarquia de decisão especifica qual o requisito mínimo para determinada aprovação dentro da empresa. Esses requisitos geralmente estão vinculados a um conjunto de métricas (valor financeiro, posição máxima, V@R) que precisam atender a limites de alçadas, ou a determinado cargo ou papel, exemplo, maioria do conselho e são aplicáveis a determinadas aprovações de contratos ou às exposições ainda não convertidas em operações.

O que se vê em diversas empresas é que os acionistas ou controladores concedem mandatos orçamentários e de limites de risco e que esses limites precisam ser atendidos em todas as decisões de negócios. Ao ultrapassar esses limites, ou há gatilhos a serem acionados automaticamente, ou uma nova negociação de valores precisa ser aprovada pelos controladores. Geralmente essas ações estão vinculadas a métricas de risco, que costumam ser chamados de indicadores oficiais de risco para distingui-los daqueles que, apesar de estarem presentes nos processos e serem usados para tomada de decisão, não necessariamente exigem uma aprovação dos controladores, sendo mais utilizados para atualizar estratégias ou justificar decisões de negócios, dentro dos limites operacionais dos gestores.

O papel dos processos de risco é otimizar a fluidez desse processo de aprovação e comunicação do risco, fazendo com que as métricas necessárias estejam disponíveis para os responsáveis pela aprovação e para os fóruns apropriados, documentando as etapas críticas, e criando uma cultura de decisões sensíveis ao risco.

### **Construção de Reporting eficiente**

A estratégia de comunicação do risco deve equacionar basicamente três necessidades:

- Apresentar indicadores que façam sentido para o tomador de decisão.
- Como eles vêm evoluindo ao longo do tempo.
- Os motivos das suas mudanças com relação ao período anterior.

A primeira questão geralmente é resolvida por um conjunto de indicadores de risco vinculados a métricas financeiras, às vezes Margem Bruta, às vezes EBITDA, colocando-os em perspectiva com relação ao orçamento ou outra meta que consiga responder quão distante o resultado pode ficar de determinado objetivo especificado. A dificuldade em caminhar para métricas financeiras mais abaixo do DRE (Demonstrativo de Resultado do Exercício) está em ter que incorporar nos modelos de risco a modelagem financeira do negócio, que pode ser bastante complexa. A saída é adotar simplificações que podem distorcer demasiadamente os indicadores, fazendo-os perder a eficácia.

O segundo item é facilmente resolvido se os processos de cálculo de risco estão organizados e se os indicadores de risco são padronizados. O acompanhamento dos indicadores de risco ao longo do tempo às vezes é mais ilustrativo que a própria métrica, pois permite avaliar

se a estratégia está melhorando ou piorando, e se determinada ação deveria ser tomada para limitar eventuais efeitos nocivos.

A explicação dos movimentos é função dos fatores de risco envolvidos e das premissas que são utilizadas na atualização dos modelos. No entanto, na rotina de comunicação do risco pelo menos dois grupos de fatores deveriam ser apresentados em maneira explícita:

- Efeito de eventuais alterações no balanço energético.
- Efeito de alterações no preço de mercado.

Se outros fatores críticos estiverem presentes na carteira então seus movimentos poderiam ser explicados também, senão eles poderiam ser resumidos em um grupo que compõe todos os demais fatores, exceto preço e balanço energético.

## **7. Considerações Finais**

Implementar infraestruturas de risco modernas e aderente às melhores práticas não é um desafio trivial, mas tem se demonstrado uma forma muito eficiente de preservação do valor do acionista e operação responsável no mercado, tornando-se um diferencial competitivo de maneira que empresas que passaram por esse caminho, mesmo não estando entre as maiores, se destacam no mercado.

O principal valor de uma política de risco bem estruturada é facilitar a relação entre acionistas, gestores e operadores, trazendo um contexto objetivo para a tomada de decisões, de maneira a resguardar as partes por fornecer segurança às camadas executivas e gerenciais de que suas ações estejam alinhadas com o apetite ao risco da empresa e fornecendo transparência aos acionistas, de que o negócio está sendo operado de forma eficiente.

Muito além de somente obter métricas de risco, as empresas bem-sucedidas nesse aspecto conseguiram consolidar em seus processos decisórios esses indicadores de maneira a darem visibilidade ao tomador de decisão e aos controladores, permitirem rapidamente corrigir estratégias que caminham contra o planejado e mitigando efeito de perdas financeiras que comprometam o negócio, contribuindo inclusive na melhoria da compreensão das relações de causa-e-efeito do negócio, gerando um ciclo virtuoso tanto na construção da estratégia quanto na detecção de cenários adversos.

Tentamos mostrar no decorrer do trabalho que existe um conjunto de práticas, de certa forma homogêneas, adotadas por empresas que se destacam em gestão de risco e que elas podem ser usadas como referência para aqueles que pretendem modernizar ou adequar suas estruturas.

Essas práticas vêm se demonstrando robustas a particularidades relacionadas a porte, ramos de atuação, apetite ao risco e foco, de maneira que, com as devidas adaptações, podem ser utilizadas em virtualmente qualquer empresa do mercado incluindo os comercializadores, geradores e consumidores de energia.

## 8. Referências

- [1] Aabo, T. , Fraser, J. R. and Simkins, B. J. (2005), The Rise and Evolution of the Chief Risk Officer: Enterprise Risk Management at Hydro One. *Journal of Applied Corporate Finance*, 17: 62-75. doi:10.1111/j.1745-6622.2005.00045.x
- [2] Monahan G. (2008), *Enterprise Risk Management: A Methodology for Achieving Strategic Objectives* (2008), John Wiley & Sons Inc.
- [3] Barton T. L., Shenkir W. G., Walker P. L. (2002), *Making Enterprise Risk Management Pay Off: How Leading Companies Implement Risk Management*, Pearson Education
- [4] Ehsan Elahi, (2013) Risk management: the next source of competitive advantage", *Foresight*, Vol. 15 Issue: 2, pp.117-131
- [5] Hansen, P., Cabral R., Leme H., Rosa L. F. S. R., Sacchi R., Maciel D., Barroso L. (2016) Practices for Risk Assessment and Control in the Brazilian Electricity Market: state of the art, *Eletro Evolução*, 2018, Cigré , - 69-74.
- [6] Min Liu, F. F. Wu and Yixin Ni,(2006). A survey on risk management in electricity markets, *IEEE Power Engineering Society General Meeting*, Montreal, Que., 2006, pp. 6 pp
- [7] Hansen, P., Cabral R., Leme H., Rosa L. F. S. R., Sacchi R., Maciel D., Barroso L. (2015). *Gestão de riscos na comercialização de energia: situação atual e proposta de melhores práticas*
- [8] AAE - Actuarial Association of Europe. (2016) *Required skills to be a good risk manager Position*, Bélgica, actuarial association of europeu
- [9] La Rocque, e.; Lowenkron. (2004). *Métricas e particularidades da gestão de risco em corporações*. Risk Control.
- [10] George E. Halkos and Apostolos S. Tsirivis. (2019) Value-at-risk methodologies for effective energy portfolio risk management, *Economic Analysis and Policy*, 10.1016/j.eap.2019.03.002, 62, (197-212).
- [11] Leme, H. (2008) *Teoria de derivativos aplicada ao mercado de energia elétrica brasileiro: Avaliação e gestão de risco de contratos contendo flexibilidades*, Dissertação de Mestrado, Unicamp.
- [12] Aabo T., Fraser J. R. S., Simkins B. J. (2004). The Rise and Evolution of the Chief Risk Officer: Enterprise Risk Management at Hydro One, *Journal of Applied Corporate Finance*, Vol. 17, No. 3. pp. 62-75, 2005.
- [13] Stulz R. M. (1996). Rethinking risk management, *Journal of Applied Corporate Finance* 9(3):8-25

- [14] Heiligtag S., Schlosser A., Uwe S. (2014). Enterprise-risk-management practices: Where's the evidence ? A survey across two European Industries.
- [15] Nawrocki, David N. (1999). A Brief History of Downside Risk Measures. *Journal of Investing* 8(3):9-25
- [16] Molitor, Jeffrey S., (2006). Evaluating managers: Are we sending the right messages? Valley Forge, Pa.: Investment Counseling & Research, The Vanguard Group. 13 p.
- [17] Meucci, A. (2007) Risk and asset allocation. New York:Springer.
- [18] Hendricks D. (1996). Evaluation of Value-at-Risk Models Using Historical Data, *Economic Policy Review*, Vol. 2, No. 1, April, 1996
- [19] Leme H., Hansen P. M. (2017), A Importância da Correlação e da Volatilidade na Modelagem de Risco de Mercado para Carteiras de Energia Elétrica, XXIV SNPTEE, outubro de 2017, Curitiba
- [20] Myatt, J., Other Alternatives to VAR, *Risk Measurement*, February 2003, pp. 34-35.
- [21] Thompson R. C. (2014) An Effective and Understandable Methodology for IRR Management, TCT Risk Solutions
- [22] Timera Energy (2012) Energy risk management: the demise of Value at Risk?, Março, 2012 Timera Energy.
- [23] Platts, (2012) A Look Forward - Understanding Forward Curves in Energy Markets, Special Report: Risk, Maio, 2012
- [24] Leme H., Hansen P. M , Hotta L., Zevallos M. (2012) Curva Forward no Mercado de Energia Elétrica Brasileiro: Construção, Modelagem, Previsão e Volatilidade, Dcide, 2012, [online]
- [25] Nelsen, R. (1998) Introduction to Copulas, Nova Iorque: Springer Verlag
- [26] Franke J., Härdle W. K. , Hafner C.M.(2008). Statistics of Financial Markets An Introduction, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008
- [27] Zivot E., Wang J. (2005) Modelling Financial Time Series with S-PLUS.
- [28] Ambrosio F. J. (2007) An Evaluation of Risk Metrics, Investment Counseling & Research, The Vanguard Group.

## 9. Bibliografias

**Henrique Leme Felizatti** é graduado e mestre em Estatística pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, Brasil, em 2005 e 2009 respectivamente. Atua em análise de risco no setor de energia elétrico desde 2005 quando foi analista de risco sênior na CPFL Energia. Atualmente é diretor da Dcide e também seu co-fundador. Participou de diversas consultorias e grupos de trabalho cujo tema é risco de mercado e vem ministrando cursos sobre o tema que já cobre mais de 500 profissionais de mais de 50 empresas do setor. Também é membro do grupo Infra2038.

**Patricio Martin Hansen** nasceu em Rosario, Argentina e se formou na escola de St Pauls, Cordoba, tendo se graduado em Economia na Universidad de Buenos Aires, com MBA na FGV no Brasil. Sua experiência profissional inclui Lloyds Bank, Buenos Aires Stock Exchange, Enron e CPFL Energia, atuando no mercado elétrico brasileiro há mais de 20 anos tendo estruturado a primeira área formal de gestão e controle de risco de mercado. Atualmente é diretor geral da Dcide e também seu fundador.