

Garantindo a Eficiência da Gestão de Risco em Mercados Voláteis

A Importância do Backtesting de VaR

- Clima, regulação e aversão a risco aumentam a volatilidade e a incerteza nos preços futuros de energia.
- Mercados voláteis exigem **políticas de risco adaptativas**.
- Sem mecanismos adequados, há **risco de reportes distorcidos, decisões erradas e exposição mal dimensionada**.
- A curva forward fornece o principal insumo para cálculo das métricas de risco, mas em nosso setor **a marcação a mercado tem falhas que exigem ajustes na modelagem**.



Problemas

- Ausência de padronização (própria vs externa)
- Produtos agregados (trimestre, semestre e anual)
- Escassez de liquidez
- Curvas pouco responsivas (preços estáticos)



Impactos

- Risco de manipulação
- Distorção de métricas (volatilidade, correlação)
- Histórico insuficiente
- Modelagem (maturidade vs produto)

Premissas de Modelagem

Volatilidade do que?

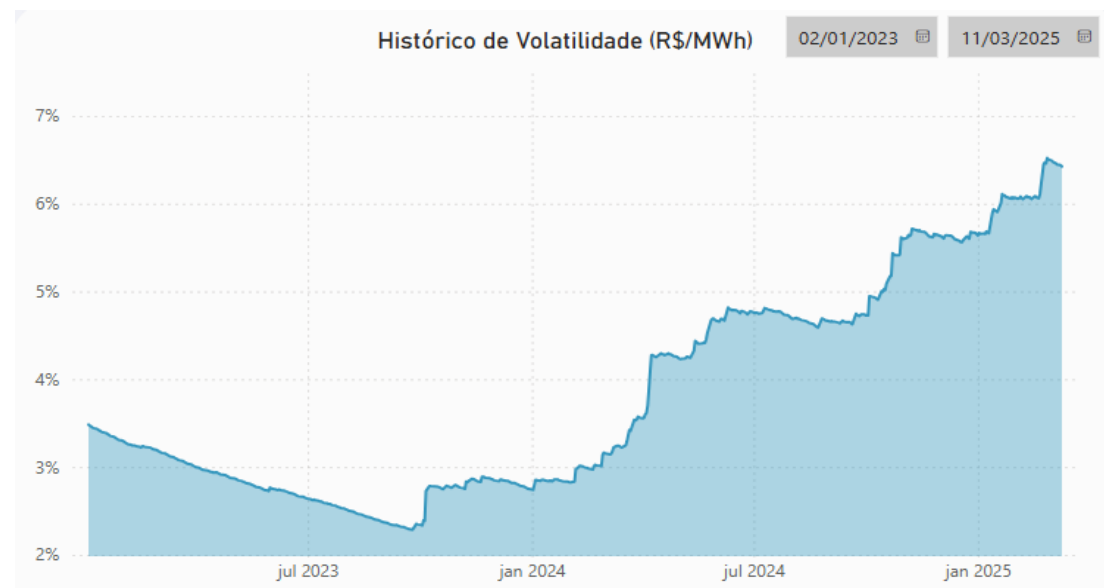


Fig. 1 – Histórico de volatilidade [EWMA(180)] de A+1

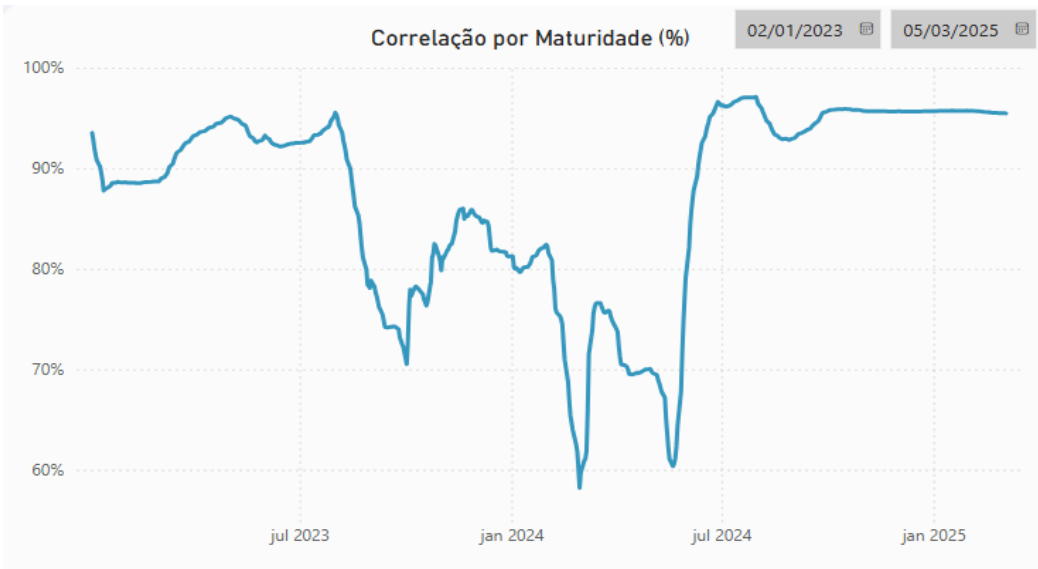
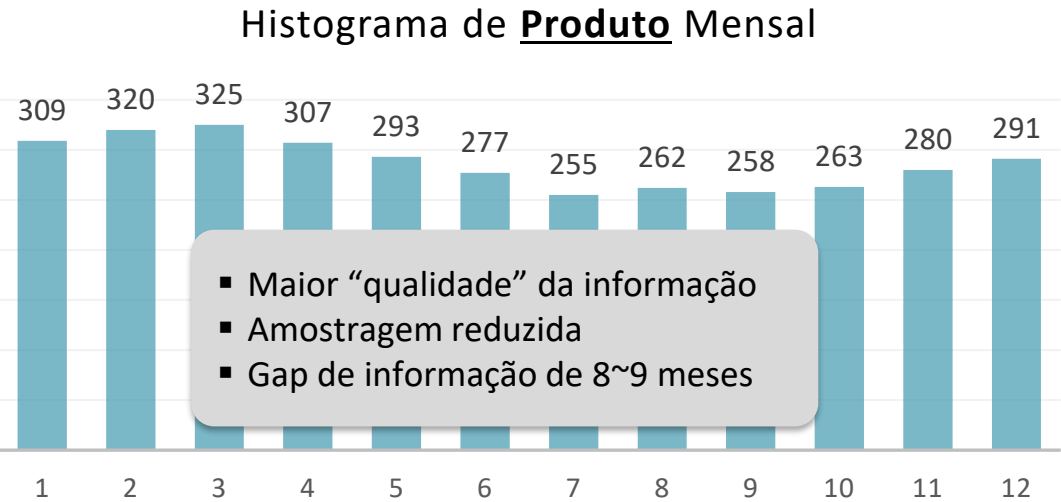
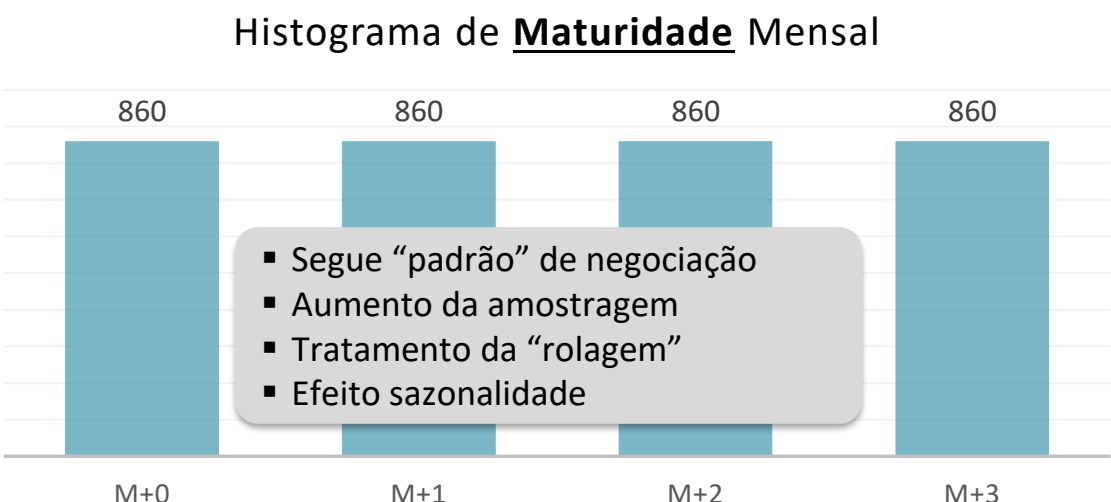


Fig. 2 - Histórico de correlação entre M+1 vs. M+2



Intervalo: 11/2021 – 04/2025

- Maior “qualidade” da informação
- Amostragem reduzida
- Gap de informação de 8~9 meses



Intervalo: 11/2021 – 04/2025

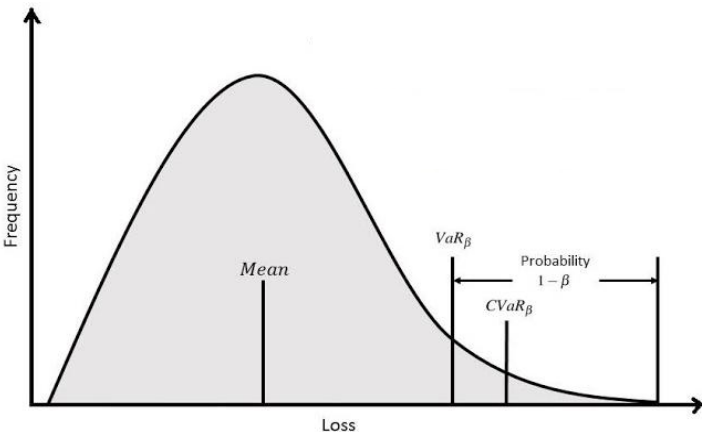
- Segue “padrão” de negociação
- Aumento da amostragem
- Tratamento da “rolagem”
- Efeito sazonalidade

Formas de Calcular o VaR e CVaR

Qual o melhor?

- **Value at Risk (VaR):** Estima a **perda máxima esperada** de um portfólio, com um determinado **nível de confiança α** , em um horizonte de tempo definido.
- **Conditional Value at Risk (CVaR):** Representa a **esperança condicional das perdas que excedem o VaR**. Captura o comportamento da cauda da distribuição.

A confiabilidade da modelagem é mais importante que a escolha do método



Método	Tipo	Suposição Principal	Vantagens	Desvantagens
Paramétrico	Analítico	Retornos obedecem a uma distribuição estatística.	Simples, rápido, interpretável.	Não capta assimetrias ou caudas pesadas.
Histórico	Não-paramétrico	Nenhuma, utiliza o histórico real.	Não assume distribuição, fácil de calcular.	Depende do passado, não prevê eventos inéditos.
Monte Carlo, LHS	Simulação	Modela retornos com diferentes distribuições e simula milhares de cenários.	Flexível, lida bem com cauda pesada.	Complexo, requer muitos dados/simulações, pode ser lento.

Backtesting

Comitê de Basileia

Supervisory framework for the use of backtesting in conjunction with the internal models approach to market risk capital requirements

- Estabelece as diretrizes para backtesting do VaR.
- Introduz a classificação por zonas (verde, amarela e vermelha) com base no **número de violações**.

Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems

- Introduz requisitos adicionais para risco de mercado e stress testing.
- Exige avaliações de **cenários de cauda e testes de robustez** para modelos de VaR.

1996

2004

2017

2019

Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards

- Define requisitos regulatórios para modelos internos de risco de mercado.
- Estabelece o VaR como métrica padrão e reforça a **necessidade de backtesting periódico**.

Minimum capital requirements for market risk (2019) – Basel IV

- **Substitui o VaR pelo Expected Shortfall** (ES ou CVaR) como métrica principal para risco de mercado.
- Introduz novas exigências para backtesting de CVaR.

Testes de Frequência de Violações (Cobertura)

Verifica se a quantidade de violações está dentro do esperado

Traffic Light Approach

Classifica o modelo de VaR de acordo com o **número de violações observadas** em 250 dias úteis.

Ex.: VaR 95% ~ 5% de falhas ~ 12,5 D.U.

Nº de Violações	Zona	Indicativo Regulatório	Indicativo Empírico
0 a 4	Verde	Modelo aprovado	Pode estar superestimando o risco
5 a 9	Amarelo	Alerta	Dentro do esperado
10 ou mais	Vermelho	Testar modelo	Pode estar subestimando o risco

Proporção de Violações (Kupiec)

Verifica se a proporção de violações está de acordo com a **taxa de confiança do modelo**.

$$L = -2\ln\left(\frac{(1-p)^{n-x}p^x}{(1-p')^{n-x}p'^x}\right)$$

Onde:

$p = 1-\alpha$, é a taxa de esperada de violações;

$p' = x/n$, é a taxa observada de violações;

x , é o número de violações,

n , é o número total de observações.

Se L for menor que o valor crítico da **distribuição qui-quadrado com 1 grau de liberdade** (3.84 para 95%), o modelo é aceito. Senão, rejeita-se o modelo.

Teste de Independência

Christoffersen

Verifica se as violações ocorrem de forma independente ao longo do tempo, sem clusters.

1. Construir a sequência de violações

$I_t = 1$ se houve violação

$I_t = 0$ se não houve violação

2. Contar as transições entre dias consecutivos

De -> Para	Frequência	Descrição
0 -> 0	N_{00}	Dia sem violação seguido de outro sem violação.
0 -> 1	N_{01}	Violação ocorre depois de um dia "normal"
1 -> 0	N_{10}	Dia com violação seguido por um "normal".
1 -> 1	N_{11}	Violação seguida de violação.

$$\pi_0 = \frac{N_{01}}{N_{00} + N_{01}} \qquad \pi_1 = \frac{N_{11}}{N_{10} + N_{11}}$$

3. Estimar a verossimilhança sob duas hipóteses

- Hipótese nula (independência):

$$\pi = \frac{N_{01} + N_{11}}{N_{00} + N_{01} + N_{10} + N_{11}}$$

Verossimilhança:

$$\ln L_0 = (N_{01} + N_{11}) \ln(\pi) + (N_{00} + N_{10}) \ln(1 - \pi)$$

- Hipótese alternativa (dependência):

$$\ln L_1 = N_{00} \ln(1 - \pi_0) + N_{01} \ln(\pi_0) + N_{10} \ln(1 - \pi_1) + N_{11} \ln(\pi_1)$$

4. Calcular a estatística do teste

$$LR_{ind} = -2(\ln L_0 - \ln L_1)$$

5. Comparar com valor crítico da χ^2

Valor crítico de 5% de significância: $\chi^2_{0.95,1} = 3.84$

Se $LR_{ind} > 3.84$: Rejeita-se a hipótese de independência

Se $LR_{ind} \leq 3.84$: Aceita-se a independência (modelo passa no teste)



+55 21 98045-8284



gmatheus.santos@reenergisa.com.br



Praia de Botafogo, 228 – 13º andar – Botafogo,
Rio de Janeiro-RJ