

# Método no Mercado de Opções

Autor: Mário Massao Kobayashi

Engenheiro Civil, Pós-graduado em Análise de Sistema

E-mail: marmassao@gmail.com

Setembro de 2025

## Resumo

Explora metáforas naturais (copo, riachos, oceano) para discutir como muitos traders ainda operam de forma reativa, disputando micro arbitragens efêmeras. Argumenta que o verdadeiro diferencial está em compreender estruturas de volatilidade, comparáveis a ondas oceânicas, que oferecem energia renovável e sustentável.

O trabalho propõe a K-EVA como alternativa científica para análise de volatilidade em mercados emergentes.

**Palavras-chave:** Volatilidade implícita, Hedge dinâmico, Mercado de opções, Micro arbitragem, Skew, Term Structure, K-EVA, Volatilidade implícita ajustada, Mercados emergentes, Volatilidade estrutural.

## Abstract

This paper employs natural metaphors — still water, a storm in a glass, and ocean waves — to discuss motivation and the importance of method in options trading. While traders often rely on tricks or short-lived arbitrage opportunities, these approaches tend to exhaust themselves quickly. True consistency arises from recognizing structural patterns in volatility, such as skew and term structure, which can be compared to the renewable energy of ocean waves. These reflections highlight the limitations of reactive trading and point to the need for robust models that combine discipline and quantitative rigor. The work introduces the K-EVA framework (*Kobayashi Adjusted Volatility Equation*) as a scientific alternative for analyzing volatility in emerging markets.

**Keywords:** Options, Implied Volatility, Dynamic Hedge, Volatility Skew, Term Structure, K-EVA, Emerging Markets.

## Introdução

Não é possível extrair energia de um copo de água. Mesmo que seja uma grande lagoa, se estiver parada, nada acontece. Para gerar energia é necessário movimento — não aleatório, mas previsível, como o fluxo que desce do ponto mais alto ao mais baixo, move turbinas e gera eletricidade. No mercado de opções ocorre o mesmo: os ganhos mais consistentes não resultam do acaso, mas da identificação de fluxos que possam ser sistematicamente aproveitados.

Muitos investidores ainda operam como se estivessem diante de um copo de água, limitando-se a uma ou duas séries, acreditando que dali virá toda a energia necessária. Essa abordagem representa apenas o primeiro passo de aprendizagem, extremamente limitado diante da riqueza do mercado. Observar o mercado em tempo real, por sua vez, é como acompanhar um campo de batalha invisível: cada piscar no book de ofertas revela negócios sendo fechados, preços subindo e descendo, pessoas decidindo comprar ou vender. Alguns enviam ordens equivocadas; outros deixam transparecer nos olhos o desespero de quem não sabe se está no caminho certo. O cenário é intenso, cinematográfico, humano — mas também irracional.

Nesse ambiente, muitos descobrem técnicas pontuais, algumas fundamentadas em técnicas sólidas e algumas até geniais, outras em estratégias empíricas de curta duração. Com o avanço tecnológico surgiram as operações de alta frequência, explorando micro arbitragens em curtíssimos intervalos de tempo. Essas operações são rápidas e eficientes, mas funcionam como riachos estreitos: no início correm fortes, trazendo bons resultados, mas logo se esgotam. Quanto mais participantes disputam as mesmas gotas de água, menor o ganho disponível, e maior a competição pela mesma estratégia.

A curva de volatilidade, entretanto, revela algo muito mais amplo: diferenças entre strikes, vencimentos e expectativas. É nessa superfície que se encontra a energia real. Assim como a natureza oferece energia em rios, ventos e ondas, o mercado de opções oferece oportunidades constantes. O desafio não é inventar energia, mas saber aproveitá-la. O universo das opções, portanto, não deve ser tratado como um jogo de sorte, mas como um campo de estudo científico. Onde há diferenças, há oportunidades.

O estudo dos movimentos da volatilidade, apoiado em modelagens matemáticas, estudos probabilísticos e fundamentos de ciências econômicas, constituindo uma poderosa ferramenta. Em um primeiro momento, dominar esse conhecimento equivale a possuir um robô com sensores e armas sofisticadas, capaz de atuar com precisão. Nesse

ponto, torna-se necessário compreender a diferença entre trading emocional e trading sistemático: enquanto a emoção leva à pressa e ao erro, o método oferece disciplina, consistência e precisão.

A evolução natural leva à utilização de modelagens inteligentes para explorar distorções específicas, que podem gerar ganhos significativos, comparáveis à descoberta de reservatórios ocultos de água. Todavia, cada oportunidade nasce com prazo de validade: à medida que o mercado corrige a distorção, ela desaparece, revelando a limitação de soluções isoladas.

O estágio mais avançado encontra-se na exploração da estrutura de volatilidade, tanto no Skew intrassérie quanto entre diferentes séries de diferentes vencimentos. Nesse ponto não se trata de gotas ou riachos, mas de ondas gigantes em pleno oceano. São movimentos estruturais, alimentados por correntes profundas, como expectativas macroeconômicas, eventos políticos e fluxo de hedgers. Essa é a energia renovável do mercado: ampla, poderosa e consistente.

Assim, a evolução das estratégias em opções delineia um caminho claro: do improvisado emocional ao uso intensivo de tecnologia; das modelagens pontuais ao oceano da volatilidade. Enquanto muitos ainda disputam migalhas em riachos que secam, o verdadeiro diferencial está em aprender a surfar ondas, aproveitando movimentos de grande escala. O desafio não é inventar energia, mas compreender os fluxos e transformá-los em ganhos consistentes.

A literatura clássica em derivativos enfatiza o Delta Hedge como ferramenta central de neutralização de risco. No entanto, sua aplicação prática é limitada em escolher um ou dois itens predefinidos de strike em que se ajusta conforme a variação do mercado. Limitado ao book de ofertas, com custos de transação decorrentes do spread, corretagem e operações, sua rentabilidade é comprometida. Costuma ser utilizado em situações pontuais para defender posições específicas. Geralmente executados com pouca base teórica, e principalmente, pela ausência de metodologias e ferramentas que permitam sua execução de forma consistente. O problema se agrava quando se considera o hedge dinâmico e de outras gregas — como Vega e Theta — que, embora discutido em trabalhos acadêmicos, permanece praticamente ausente na prática de mercado.

Essa lacuna abre espaço para abordagens alternativas de gestão de risco, especialmente em mercados emergentes como o brasileiro, onde restrições de liquidez tornam inviável a replicação contínua sugerida pela teoria. Mais do que a liquidez em si, é a falta de modelos de precificação robustos, metodologias adequadas e ferramentas operacionais que explica a ausência de difusão sistemática do hedge dinâmico.

## Estudos e Pesquisas em Modelagens Matemáticas em Opções

Desde 2007, o autor aplica rotinas de Delta Hedge com alguns estudos iniciais de Hedge Dinâmico que vão além do tradicional, incorporando também ajustes em outras gregas, como Vega e Theta. Embora essa prática tenha sido apresentada a diferentes profissionais e até ensinada em contextos específicos, não há registro de sua adoção sistemática em larga escala no mercado brasileiro.

Uma fragilidade do Delta Hedge clássico, utilizando somente um ou dois itens de opções é a fragilidade em situações de grande estresse, quando a volatilidade se comporta de maneira abrupta e imprevisível. É justamente nesse ponto que o K-EVA (Kobayashi – Equação da Volatilidade Ajustada) se destaca: trata-se de uma modelagem matemática da superfície de volatilidade que permite analisar seu formato em relação a referências padrão e, assim, capturar a dinâmica de movimentos extremos. Esse recurso não apenas amplia a aplicabilidade do modelo em contextos de baixa liquidez, mas também revela seu potencial diferencial em qualquer mercado, inclusive nos maiores e mais líquidos do mundo.

### Histórico de Desenvolvimento

O desenvolvimento do modelo segue a seguinte sequência em fases:

#### **Fase 1 – Entre 2007 e 2010**

Fase inicial exploratória, marcada pelo desenvolvimento da **primeira versão do sistema em Excel com VBA**, denominada **Geração 1**. Os resultados foram heterogêneos: em alguns momentos houve ganhos relevantes, mas também perdas expressivas. Em geral, o foco recaía sobre uma única estratégia que, após mudanças de mercado, deixava de apresentar consistência. Como as razões do insucesso não foram plenamente compreendidas, as atividades acabaram interrompidas.

#### **Fase 2 – Entre 2010 e 2020**

Período de intermitência, no qual o autor fazia operações esporádicas, mas com resultados inconstantes. Havia a percepção de que o Delta Hedge não permitia ganhos significativos. Apesar de já analisar outras gregas em direção ao Hedge Dinâmico, os estudos ainda eram incipientes e não consolidavam um método estável.

#### **Fase 3 – Entre 2020 e 2025**

Nova etapa de estudos e consolidação, com a criação da versão revisada do sistema, agora denominada **F90100 (Geração 2)**. O nome reflete seus pilares: 90% de precisão conservadora na precificação e “100” como referência a multiplicação exponencial de recursos. Essa revisão trouxe:

- **Novo layout e arquitetura** comparável à transição do BlackBerry para o Smartphone, em termos de usabilidade e eficiência;
- **Integração entre análise e execução**, com envio de ordens em apenas um clique;
- **Migração de planilhas Excel para bancos de dados externos (Geração 3)**, reduzindo o tempo de análise de 30 minutos por ativo para menos de 20 segundos.

Essas melhorias ampliaram a capacidade de avaliação e a diversidade de cenários observados, levando ao amadurecimento do método e à formulação do F90100 como base para o K-EVA.

#### **Fase 4 – Fase atual. A partir de 2025**

Fase atual de consolidação científica e expansão tecnológica. **O modelo Kobayashi – Equação da Volatilidade Ajustada (K-EVA)** é formalizado, resgatando o histórico de desenvolvimento e estabelecendo bases teóricas. Paralelamente, começa a migração do sistema para linguagem C# e plataforma Desktop, com estudos para implementação comercial em versões SaaS/API, além de projetos para Web e Mobile.

#### **Descoberta de Opções de baixa liquidez**

Neste contexto, identificaram-se diversas oportunidades em opções de baixa liquidez. Nesses mercados, os preços são mais suscetíveis a distorções, o que potencializa ganhos para estratégias de hedge dinâmico bem estruturadas. Essa constatação motiva a formalização de um arcabouço alternativo, aqui denominado K-EVA — Kobayashi Equação da Volatilidade Ajustada — concebido para oferecer uma abordagem prática, robusta e replicável, inclusive em cenários de liquidez restrita.

O mercado de opções desempenha papel central na gestão de risco e na formulação de estratégias de investimento. No Brasil, entretanto, a liquidez concentra-se em poucos ativos de grande porte, como PETR4 e VALE3, enquanto milhares de séries apresentam baixo volume de negociação. Essa característica, longe de ser apenas obstáculo, constitui terreno fértil para a construção de metodologias diferenciadas de hedge dinâmico e calibração de superfícies de volatilidade.

A literatura existente privilegia mercados líquidos, nos quais Smiles e superfícies de volatilidade podem ser calibrados diretamente a partir de dados abundantes. Contudo, em mercados emergentes e com liquidez limitada, os métodos tradicionais mostram-se instáveis, gerando volatilidades implícitas inconsistentes e frequentemente arbitrárias.

Neste estudo, propõe-se um arcabouço para enfrentar esse desafio: calibrar modelos de volatilidade em ativos líquidos de referência e aplicar os parâmetros resultantes a ativos menos líquidos, garantindo consistência estrutural das superfícies obtidas. Para isso, além da K-EVA, são empregados três modelos de destaque na literatura: Dupire (volatilidade local), SABR (stochastic volatility) e eSSVI (parametrização arbitrage-free).

### Problema inicial

As primeiras experiências com operações de hedge revelaram uma dificuldade central: a instabilidade da carteira. As oscilações dos valores eram excessivas, gerando um ambiente de incerteza que tornava a gestão de risco pouco confiável. Essa percepção inicial deixou claro que a simples utilização do Delta tradicional não entregava a proteção esperada.

Um dos entraves técnicos estava na própria forma de calcular as gregas. Em diversas situações, não havia cotações disponíveis de bid ou ask, restando apenas uma alternativa aproximada para as estimativas. Nesse contexto, consolidou-se a prática de utilizar o último negócio realizado como referência para o cálculo. O problema é que esse último negócio frequentemente estava **descasado no tempo em relação às condições atuais de mercado**: preços, prazos e volatilidades já haviam se alterado, de modo que o valor deixava de refletir a realidade naquele instante. Em síntese, tratava-se de uma informação defasada, com baixo valor informativo para análise de risco ou gestão de carteira. **Esse problema permanece visível até hoje, visto que ainda há quem defenda, inclusive em materiais didáticos recentes, essa prática — adotada e aceita inclusive por instituições normativas, regulamentadoras e fiscalizadoras.** Esse reconhecimento oficial, embora forneça uma aparência de legitimidade, evidencia, na prática, a persistência de fragilidades técnicas e a lentidão na adoção de metodologias mais consistentes no mercado.

Diante dessa instabilidade prática e da falta de padrões metodológicos, surgiu a motivação para buscar uma modelagem mais robusta. Durante os testes empíricos, identificou-se um comportamento particularmente relevante: a correlação negativa entre a volatilidade implícita e a variação do preço do ativo-objeto, já descrita em diferentes estudos da literatura. Esse achado levou à formulação do conceito de **Delta Volatilidade**, no qual a sensibilidade da opção incorpora não apenas a variação do ativo-objeto, mas também a alteração esperada da volatilidade implícita diante de movimentos de preço.

Assim, a evolução histórica do modelo pode ser resumida em três fases:

Constatação da instabilidade da carteira sob hedge tradicional.

Identificação de limitações técnicas no cálculo das gregas, por ausência de dados de mercado consistentes.

Descoberta empírica da relação entre preço e IV, culminando na formulação do Delta Volatilidade como ajuste indispensável para estratégias de hedge mais estáveis.

### **K-EVA: uma proposta científica para análise da volatilidade implícita**

Grande parte das metodologias aplicadas ao estudo de derivativos de ações carece de fundamentação científica robusta. Frequentemente, observa-se o uso de métricas tradicionais como volatilidade histórica, EWMA, modelos GARCH(1,1), ou ainda indicadores empíricos como IV Rank e percentis de volatilidade implícita. Embora úteis em determinados contextos, essas abordagens apresentam uma limitação essencial: **não consideram a própria superfície de volatilidade**. Em outras palavras, tratam a volatilidade como um único número agregado, ignorando a estrutura tridimensional que governa de fato a precificação das opções.

Volatilidade histórica: retroativa, não captura expectativas futuras.

EWMA e GARCH(1,1): Utilizam os mesmos dados da Volatilidade histórica e apenas suavização a série.

IV Rank e percentil: métricas descritivas que analisam o intervalo de volatilidade implícita restrito ao strike ATM da série mais próxima do vencimento.

Em nenhum desses indicadores de volatilidade histórica e seus desdobramentos há consideração de diferentes strikes ou vencimentos. Tampouco se incorporam, de forma sistemática, expectativas associadas a eventos futuros que impactem a dinâmica de preços.

Com a introdução e massificação das **séries semanais**, essa metodologia sofreu um impacto relevante. A liquidez passou a se distribuir em múltiplos vencimentos curtos, e a série semanal mais próxima alterna-se entre muitas negociações e pouca negociação, conforme condições do mercado. A utilizar diretamente essa série para cálculo do IV Rank pode gerar **distorções significativas**:

- A volatilidade pode inflar de forma artificial em semanas de eventos específicos (balanços, reuniões de política monetária, eleições).
- Como as séries semanais não existiam no passado, a comparabilidade histórica é comprometida metodologicamente, tornando difícil interpretar corretamente os percentis.

- O cálculo baseado apenas na série semanal captura movimentos muito localizados e de curta duração, sem refletir a estrutura de volatilidade como um todo.

Métricas derivadas da adoção do K-EVA permitem análises mais consistentes, ao decompor a volatilidade implícita em três componentes mensuráveis — **Volatilidade Característica, Volatilidade de Antecipação de Eventos e Volatilidade Residual**. Essa decomposição possibilita separar o sinal do ruído, distinguindo movimentos estruturais de choques conjunturais. Aspecto que será detalhado em seções posteriores.

Assim, enquanto as métricas tradicionais capturam apenas aspectos parciais do risco, o K-EVA fornece uma visão integrada e científica, apta a ampliar a compreensão do Smiles e apoiar decisões de precificação e gestão de risco.

## Análise Gráfica

Consideramos a análise gráfica como ferramenta complementar de observação comportamental.

No curto prazo, a análise gráfica pode servir como instrumento auxiliar para identificar momentos de euforia ou de saturação do mercado. Uma aplicação típica consiste em observar o distanciamento da cotação em relação a médias móveis, associado a elevação significativa do volume negociado. Esse padrão sugere uma aceleração artificial dos preços, muitas vezes acompanhada por comportamento de manada.

Além disso, o próprio volume de negociações pode sinalizar estagnação ou esgotamento da tendência. Nesses cenários, são comuns correções nos preços, fenômeno repetidamente observado em séries de curto prazo.

Cabe ressaltar que tal abordagem não constitui um modelo probabilístico de precificação. Diferentemente do que muitos defendem, a análise gráfica não deve ser entendida como previsão de preços, mas como leitura de padrões de comportamento.

Um ponto relevante merece destaque: a observação conjunta das volatilidades implícitas e do gráfico intraday em conjunto com volume permite identificar o comportamento dos participantes do mercado — seus anseios, expectativas e medos. Em momentos de forte aumento da volatilidade implícita, é comum observar sua exaustão seguida de movimentos corretivos. No limite, esse processo revela o desespero de alguns agentes.

## Revisão da Literatura

O estudo da volatilidade implícita teve início com o modelo de Black & Scholes (1973), que introduziu uma formulação pioneira para precificação de opções. Embora



revolucionário, o modelo pressupõe volatilidade constante, hipótese rapidamente refutada pelas evidências empíricas de Smiles e Skews de volatilidade.

Para capturar essas distorções, Dupire (1994) propôs o conceito de volatilidade local, derivada de forma contínua da superfície de preços de opções. Apesar de elegante, sua aplicação prática depende de superfícies densas e suaves, o que limita o uso em ativos ilíquidos.

Já o modelo SABR, desenvolvido por Hagan et al. (2002), introduziu uma dinâmica estocástica para a volatilidade, permitindo ajustar Smiles com poucos parâmetros. O modelo SABR ganhou popularidade por sua flexibilidade e à expansão analítica que facilita a calibração, embora possa apresentar instabilidades em mercados emergentes.

Mais recentemente, Gatheral (2011) sistematizou a parametrização SVI e sua extensão eSSVI, capazes de representar Smiles de forma arbitrage-free com estrutura parcimoniosa. Essa classe de modelos tem se destacado justamente por sua robustez diante de dados limitados, característica essencial em mercados de baixa liquidez.

## Conclusão

As operações baseadas em intuição e truques pontuais são limitadas. O avanço exige método e modelagem inteligente para transformar diferenças de volatilidade em oportunidades consistentes, apontando o caminho para pesquisas mais profundas.

Assim como a energia não se encontra em água parada ou tempestades momentâneas em um copo, mas sim nas ondas oceânicas, a sustentabilidade no mercado de opções depende da compreensão de estruturas profundas da volatilidade.

O K-EVA oferece um passo além dos modelos tradicionais, permitindo distinguir choques conjunturais de movimentos estruturais, especialmente em mercados de baixa liquidez

O trabalho propõe a K-EVA como alternativa científica para análise de volatilidade em mercados emergentes. O K-EVA representa esse passo evolutivo.

O K-EVA não substitui os modelos tradicionais, mas os complementa, oferecendo uma estrutura científica aplicável tanto a mercados emergentes quanto a mercados desenvolvidos.

## Bibliografia

- BLACK, F.; SCHOLES, M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, v. 81, n. 3, p. 637–654, 1973.

- DUPIRE, B. Pricing with a Smile. *Risk Magazine*, v. 7, n. 1, p. 18–20, 1994.
- GATHERAL, J. *The Volatility Surface: A Practitioner's Guide*. Hoboken: Wiley, 2011.
- GATHERAL, J.; JACQUIER, A. Arbitrage-free SVI Volatility Surfaces. *Quantitative Finance*, v. 14, n. 1, p. 59–71, 2014.
- GATHERAL, J.; JACQUIER, A.; MARTINI, C. Dynamic Arbitrage-free SVI and Extensions. *Quantitative Finance*, v. 18, n. 6, p. 933–949, 2018.
- HAGAN, P.; KUMAR, D.; LESNIEWSKI, A.; WOODWARD, D. Managing Smile Risk. *Wilmott Magazine*, 2002.
- HULL, J. *Options, Futures, and Other Derivatives*. 11. ed. Harlow: Pearson, 2022.
- CONT, R.; TANKOV, P. *Financial Modelling with Jump Processes*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2004.
- KOBAYASHI, M. (2025). Hedge Dinâmico, proposta K-EVA