

# PRÉ-RELATÓRIO (PARCIAL)

## DESAFIO INTERNO 2025.2



### EQUIPE I

Rafael Carnauskas

Felipe Sanches

Pedro Lins

Gabriel Christensen

# SUMÁRIO

## **Introdução**

- 1.1 Contexto e Motivação
- 1.2 Objetivo e visão geral da estratégia
- 1.3 Arquitetura do Modelo

## **Identificação de Regimes**

- 2.1 Markov Regime Switching
- 2.2 Limitações e Nível de Complexidade Adotado

## **Estratégias e Regimes**

- 3.1 Regime de Reversão à Média
- 3.2 Regime Tendencial (Momentum)
- 3.3 Regime de Alta Volatilidade / Crise
- 3.4 Regime de Baixa Volatilidade
- 3.5 Regime de Transição / Instabilidade

## **Controle de Risco e Proteção do Portfólio**

- 4.1 Entropia e Complexidade do Mercado
- 4.2 Conectividade de Rede e Risco Sistêmico
- 4.3 Volatility of Volatility

## **Filtro de Ativos**

- 5.1 Filtro de Liquidez
- 5.2 Consistência de Dados e Período de Análise

## **Considerações Finais**

# INTRODUÇÃO

## Contexto e Motivação

Os mercados financeiros apresentam dinâmicas distintas ao longo do tempo, alternando entre períodos de tendência, lateralização, alta volatilidade e estabilidade. Estratégias quantitativas que assumem um único comportamento do mercado tendem a performar bem apenas em regimes específicos, sofrendo perdas relevantes quando o ambiente muda. Esse fenômeno motiva a busca por abordagens mais robustas, capazes de se adaptar a diferentes condições de mercado.

## Objetivo e visão geral da estratégia

Neste contexto, o presente pré-relatório propõe uma estratégia quantitativa baseada na identificação de regimes de mercado. A ideia central é condicionar a escolha das estratégias de trading ao regime vigente, reconhecendo que diferentes classes de estratégias são mais adequadas a determinados cenários. Dessa forma, busca-se reduzir drawdowns desnecessários e melhorar o desempenho ao longo do tempo, em vez de maximizar retornos em um único regime.

## Arquitetura do Modelo

Para a identificação dos regimes de mercado, considera-se o uso de modelos de Markov Regime Switching, adotados de forma simplificada, de modo a evitar complexidade excessiva e problemas de interpretação. A proposta não é aprofundar-se na modelagem estatística desses métodos, mas utilizá-los como uma ferramenta prática para segmentar o comportamento do mercado.

Além da alocação condicional de estratégias, o modelo incorpora camadas adicionais de controle de risco, baseadas em medidas estruturais do mercado, como Entropia e Complexidade, Conectividade de Rede e Volatility of Volatility. Essas medidas não têm como objetivo a geração direta de alpha, mas sim a proteção do portfólio em períodos de maior incerteza e risco sistêmico.

Por fim, o projeto adota filtros prévios para a seleção do universo de ativos, como critérios de liquidez e consistência de dados, garantindo que as simulações realizadas sejam realistas e replicáveis.

## Markov Regime Switching

A identificação de regimes de mercado é um elemento central da estratégia proposta, pois permite adaptar o comportamento do modelo a diferentes condições do mercado. Para esse fim, considera-se o uso de modelos de Markov Regime Switching (MRS), amplamente utilizados na literatura financeira para capturar mudanças estruturais em séries temporais.

De forma intuitiva, o MRS assume que o mercado pode estar em um número finito de estados ou regimes, como períodos de baixa volatilidade, alta volatilidade ou tendência definida. Cada regime possui características estatísticas próprias, como média e variância dos retornos. Ao longo do tempo, o mercado transita entre esses regimes de acordo com probabilidades que dependem apenas do estado atual, característica conhecida como propriedade de Markov.

Nesse modelo, o regime vigente não é observado diretamente, sendo inferido a partir do comportamento da série de retornos. A partir dessa inferência, torna-se possível classificar o mercado em diferentes estados e utilizar essa informação para orientar a escolha das estratégias mais adequadas a cada cenário, como estratégias de momentum em regimes tendenciais ou estratégias de reversão à média em mercados laterais.

No contexto deste projeto, o MRS é utilizado como uma ferramenta de segmentação do mercado, fornecendo uma estrutura simples para a tomada de decisão condicional, sem a pretensão de modelar de forma exaustiva todas as dinâmicas subjacentes do mercado.

## Limitações e Nível de Complexidade Adotado

Embora os modelos de Markov Regime Switching ofereçam uma estrutura poderosa para a identificação de regimes de mercado, este projeto opta por não aprofundar excessivamente sua modelagem. Uma exploração mais detalhada desses modelos exigiria escolhas paramétricas complexas, maior custo computacional e poderia resultar em dificuldades de interpretação, além de aumentar o risco de overfitting.

Nesse sentido, o objetivo do grupo não é maximizar a precisão da identificação dos regimes, mas utilizá-los como um mecanismo simples de segmentação do mercado. A ênfase do projeto está na robustez da estratégia como um todo, e não na sofisticação isolada do modelo de regime.

Dessa forma, o foco central da estratégia recai sobre as camadas de proteção e controle de risco, que atuam de maneira transversal a todos os regimes identificados. Em particular, destacam-se o uso de medidas de entropia e complexidade do mercado, conectividade de rede como indicador de risco sistêmico e volatility of volatility como sinal de stress. Essas ferramentas têm como objetivo principal reduzir exposição em ambientes adversos, preservar capital e evitar drawdowns excessivos, independentemente do regime estimado.

Ao priorizar mecanismos estruturais de proteção em detrimento de uma modelagem excessivamente complexa dos regimes, o projeto busca um equilíbrio entre adaptabilidade, interpretabilidade e robustez, mantendo-se alinhado aos objetivos do desafio.

## Regime de Reversão à Média

O regime de reversão à média caracteriza-se por mercados lateralizados, nos quais os preços oscilam em torno de um nível de equilíbrio, sem a formação de tendências persistentes. Nesse ambiente, estratégias que exploram desvios temporários em relação a esse equilíbrio tendem a apresentar melhor desempenho.

Entre as abordagens consideradas estão estratégias de pairs trading e arbitragem estatística, que exploram relações estáveis entre ativos, bem como modelos baseados em processos de Ornstein–Uhlenbeck, utilizados para capturar movimentos de retorno à média. Estratégias técnicas, como Bollinger Bands, e abordagens de market making também se mostram adequadas nesse regime, assim como estratégias contrarian de curto prazo, que se beneficiam de movimentos excessivos de preço seguidos por correções.

## Regime Tendencial (Momentum)

O regime tendencial é caracterizado pela persistência dos movimentos de preço ao longo do tempo, com a formação de tendências bem definidas. Nesses períodos, estratégias de momentum tendem a capturar ganhos ao acompanhar a direção dominante do mercado.

Nesse contexto, são consideradas estratégias de time-series momentum, que exploram a continuidade dos retornos ao longo do tempo, bem como abordagens clássicas de trend following, como cruzamento de médias móveis e estratégias de breakout.

## Regime de Alta Volatilidade / Crise

Em regimes de alta volatilidade ou crise, o principal objetivo da estratégia deixa de ser a geração de alpha e passa a ser a preservação de capital. Esses períodos são marcados por movimentos abruptos, aumento de correlações entre ativos e maior risco sistêmico.

As estratégias associadas a esse regime incluem operações direcionadas à volatilidade, como estratégias long volatility, além de mecanismos de proteção de cauda (tail hedging) e técnicas como gamma scalping. Complementarmente, adota-se uma postura defensiva por meio de alocações risk-off, priorizando ativos e estratégias mais resilientes a choques de mercado.

## Regime de Baixa Volatilidade

O regime de baixa volatilidade caracteriza-se por um ambiente de mercado mais estável e previsível, no qual movimentos de preço tendem a ser suaves e persistentes. Esse cenário favorece estratégias que exploram retornos recorrentes associados à estabilidade do risco.

Entre as estratégias consideradas estão operações de carry trade, aplicáveis a diferentes mercados, bem como estratégias de short volatility, que se beneficiam da compressão da volatilidade implícita. Estratégias de risk parity também se mostram adequadas nesse regime, ao buscar uma alocação equilibrada do risco entre diferentes ativos.

## Regime de Transição / Instabilidade

O regime de transição representa períodos em que o mercado não se enquadraria claramente em nenhum dos regimes anteriores, geralmente associados a mudanças estruturais ou aumento da incerteza. Nesses momentos, sinais de mercado tendem a ser menos confiáveis e estratégias específicas apresentam desempenho instável.

Diante desse cenário, a abordagem adotada prioriza a redução da exposição ao risco, a maximização da diversificação e a utilização de estratégias mais robustas e conservadoras. O foco não está na busca por retornos elevados, mas na proteção do portfólio até que um novo regime mais claramente definido seja identificado.

## Entropia e Complexidade do Mercado

A entropia é utilizada como uma medida do grau de organização da série de retornos. Enquanto a volatilidade mede a magnitude dos movimentos de preço, a entropia busca capturar o quanto estruturado ou aleatório é o comportamento do mercado.

Em períodos de alta entropia, os retornos tendem a se comportar de forma mais próxima ao ruído, com pouca repetição de padrões exploráveis. Já em períodos de baixa entropia, observa-se maior regularidade e previsibilidade, favorecendo a aplicação de estratégias quantitativas. No contexto do projeto, a entropia é utilizada como um filtro de risco, reduzindo a exposição quando o mercado apresenta elevado grau de aleatoriedade.

## Conectividade de Rede e Risco Sistêmico

A conectividade de rede trata o mercado como um sistema interligado, no qual os ativos não são analisados isoladamente, mas como parte de uma estrutura conjunta. Essa abordagem é especialmente relevante em períodos de stress, quando correlações entre ativos tendem a aumentar e os benefícios da diversificação diminuem.

A partir de matrizes de correlação calculadas em janelas móveis, são extraídas medidas simples de conectividade, que indicam o grau de dependência entre os ativos. Um aumento significativo dessa conectividade é interpretado como um sinal de maior fragilidade sistêmica. Nessas situações, o modelo adota uma postura mais defensiva, reduzindo a exposição ao risco de forma preventiva.

## Volatility of Volatility

A volatility of volatility mede a instabilidade da própria volatilidade ao longo do tempo. Embora níveis elevados de volatilidade não sejam necessariamente prejudiciais, variações abruptas e imprevisíveis da volatilidade costumam anteceder períodos de stress mais severos.

Quando a volatilidade da volatilidade se eleva, o ambiente de mercado torna-se mais hostil para a maioria das estratégias, justificando uma redução mais agressiva da exposição. Assim como as demais medidas de risco, esse indicador atua como um mecanismo de proteção e não como um sinal de alocação direcional.

## Filtro de Liquidez

O filtro de liquidez é aplicado para assegurar que apenas ativos com negociação frequente e volume suficiente sejam considerados. A utilização de ativos líquidos reduz o impacto de custos implícitos, como slippage, e garante que as transações simuladas sejam factíveis em condições reais de mercado.

Além disso, ativos com maior liquidez tendem a apresentar comportamento mais estável e menor risco idiosincrático extremo, o que é desejável em estratégias que operam de forma sistemática e diversificada.

## Consistência de Dados e Período de Análise

Outro critério fundamental é a consistência das séries históricas utilizadas. Ativos que não possuem dados completos ao longo do período definido para treino e teste são excluídos do universo analisado, evitando ruídos, vieses e problemas no treinamento dos modelos.

A definição de um período comum de análise garante comparabilidade entre ativos e aumenta a confiabilidade dos resultados obtidos, contribuindo para a reproduzibilidade e robustez das simulações realizadas no projeto.

## Considerações Finais

Este pré-relatório apresentou uma proposta de estratégia quantitativa baseada em regimes de mercado, com foco na adaptação das estratégias às diferentes condições do mercado e na proteção do portfólio. A identificação de regimes é utilizada de forma simplificada, servindo como ferramenta de organização da tomada de decisão, sem aprofundamento excessivo em modelagem.

O principal diferencial do projeto está na ênfase em mecanismos estruturais de controle de risco, como entropia e complexidade do mercado, conectividade de rede e volatility of volatility, que atuam de forma transversal às estratégias. Por fim, a aplicação de filtros no universo de ativos garante maior robustez e realismo às análises. O trabalho estabelece, assim, uma base conceitual clara para as próximas etapas de implementação e avaliação.