



IA como infraestrutura crítica: Uma análise comparativa (1999- 2025)

Comparando a integração sistêmica da Inteligência Artificial com a Bolha Dot-com.

Guilherme Matos (FEA/USP), Jonathan Pereira (IME/USP), Marco Antonio (IF/USP)

Universidade de São Paulo



A IA é um driver Sistêmico ou apenas um fenômeno setorial?

Bolha Dot-com (1997-2000)

Descolamento extremo entre a valorização das empresas de tecnologia e os fundamentos da economia real.

Caso Cisco: após o ápice em 2000, a empresa enfrentou uma desvalorização de 78%.

Ciclo Atual (2022-2025)

Lançamento do ChatGPT e demanda massiva por infraestrutura física e semicondutores.

A IA impõe uma demanda intensa sobre ativos de energia e hardware especializado.

Pergunta Central: A IA representa um driver sistêmico genuíno ou constitui um fenômeno isolado com potencial de reversão?



Rigor estatístico para filtrar o "Hype"



Painel de Dados

Retornos diários de líderes de IA (NVIDIA, MSFT, PLTR) e ETFs setoriais (Energia, Indústria, Consumo) de 2021 a 2025.



Permutação Monte Carlo

10.000 reamostragens independentes para validar correlações e eliminar relações espúrias induzidas por ruído.



Causalidade de Granger

Investigação de precedência temporal entre retornos tecnológicos e segmentos da economia real.



Análise Fatorial (PCA)

Decomposição da matriz de covariância para identificar fatores comuns de risco e vetores sistêmicos dominantes.



Bolha Dot-com (Cisco)

Superativo

A Cisco concentrou a narrativa de "espinha dorsal da internet", com valorização 40x superior ao S&P 500 entre 1995 e 2000.

Exuberância Específica

O mercado atribuía a uma única ação o papel exclusivo do futuro digital, sem difusão proporcional de ganhos para o restante do mercado.

Ciclo de IA (Ecossistema)

Sistema Interdependente

Embora a NVIDIA lidere, empresas como Broadcom, Palantir, Microsoft e Oracle exibem tendências de alta consistentes e integradas.

Papel Nodal, não Exclusivo

Observa-se um sistema de empresas conectadas por relações de hardware, software, serviços em nuvem e investimentos cruzados.



A Diferença Fundamental nos Múltiplos de Lucro

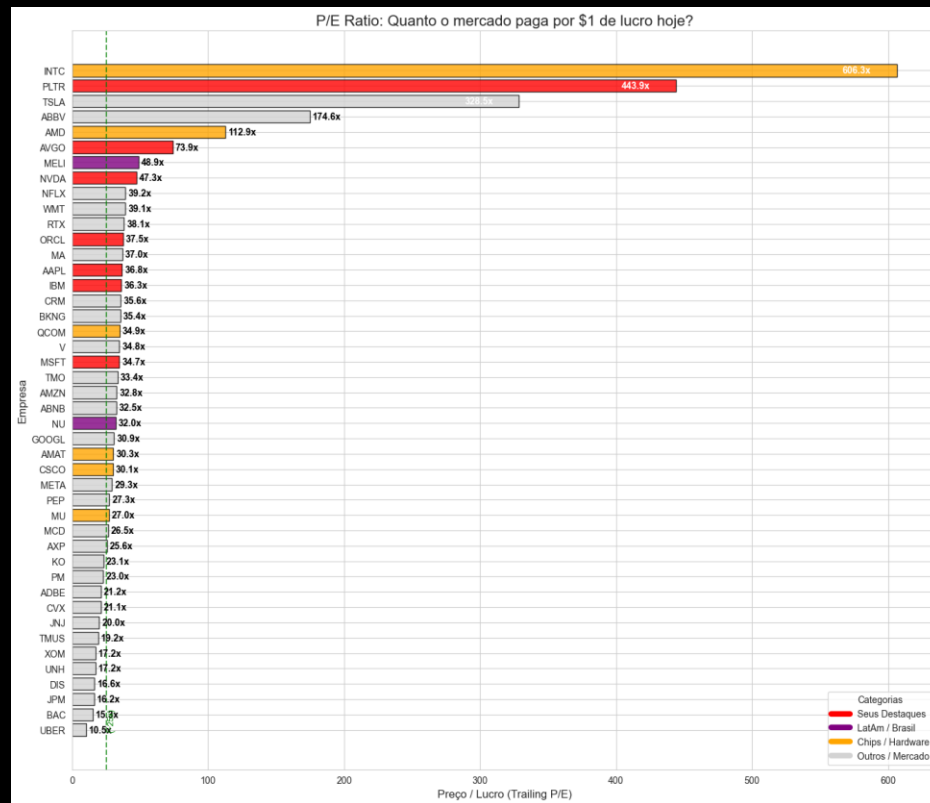
Métrica	Cisco Systems (Março 2000)	NVIDIA Corporation (2025)
Lucro Anual	US\$ 2,7 Bilhões	~ US\$ 100 Bilhões
Múltiplo P/E (Preço/Lucro)	205x	44x
Natureza do Crescimento	Especulação sobre infraestrutura futura	Geração real de caixa e demanda imediata

Enquanto o núcleo (NVIDIA, MSFT) apresenta lucros robustos que justificam parte do prêmio, a periferia especulativa (ex: Palantir) ainda opera com múltiplos extremos (>400x), similares aos níveis de bolha de 2000.

Valuation

Multiplos

- A média do mercado de aproximadamente de 23x
- Ativos relacionados a IA aparecem concentrados, porém o mercado como um todo está com multiplos altos.
- Netflix e Walmart com multiplos perto de NVDA
- Atenção para PLTR

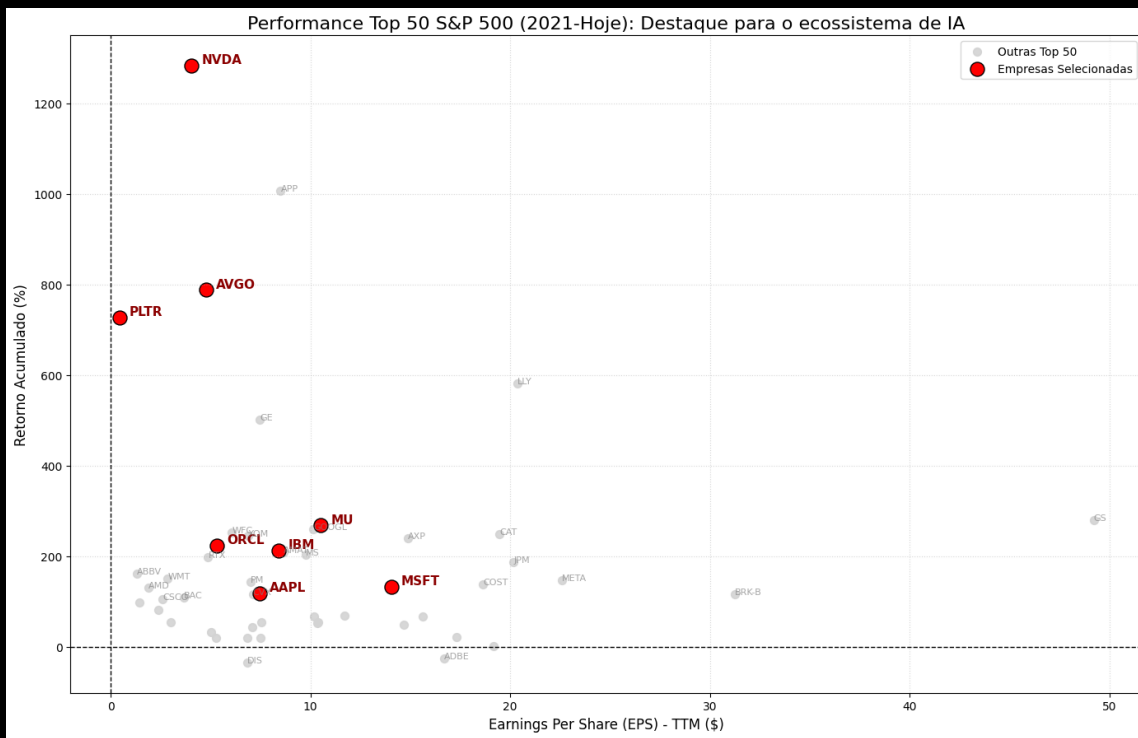




Valuation

Retorno sim, Lucro?

- NVDA, AVGO e PLTR apresentaram retornos muito altos.
- Porém EPS pior ou igual do que AAPL, IBM.
- Atenção novamente para PLTR, lucro baixíssimo e retornos muito altos.



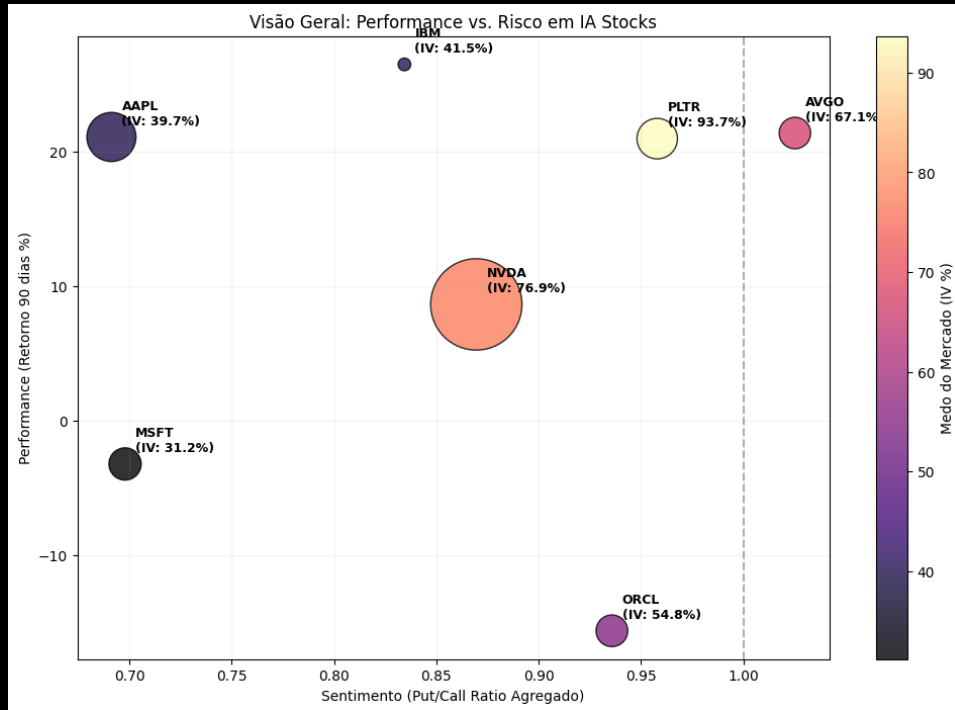


Valuation

Um pouco de análise de sentimento

- NVDA aparece como o maior volume de operações, IV misto
- MSFT, AAPL e ORCL com IV baixo
- PLTR e AVGO aparecem em zonas perigosas, com IV altos indicando prêmio de risco maior.

Mesmo com retornos alto, o mercado parece receoso em relação a distribuição dos retornos de IA agents que não geram tanto lucro quanto NVDA.

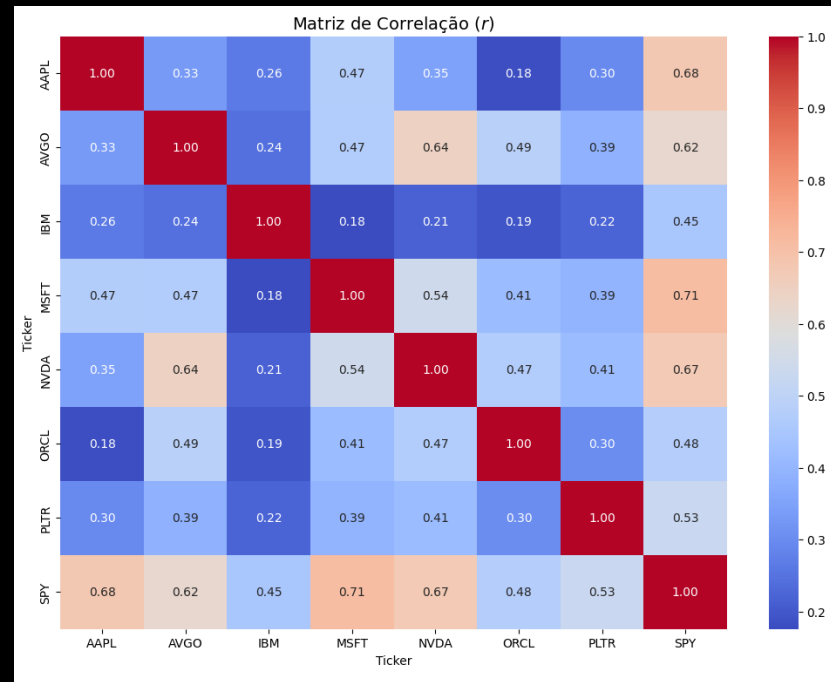




Permutação Monte Carlo

Correlação Intrasetorial?

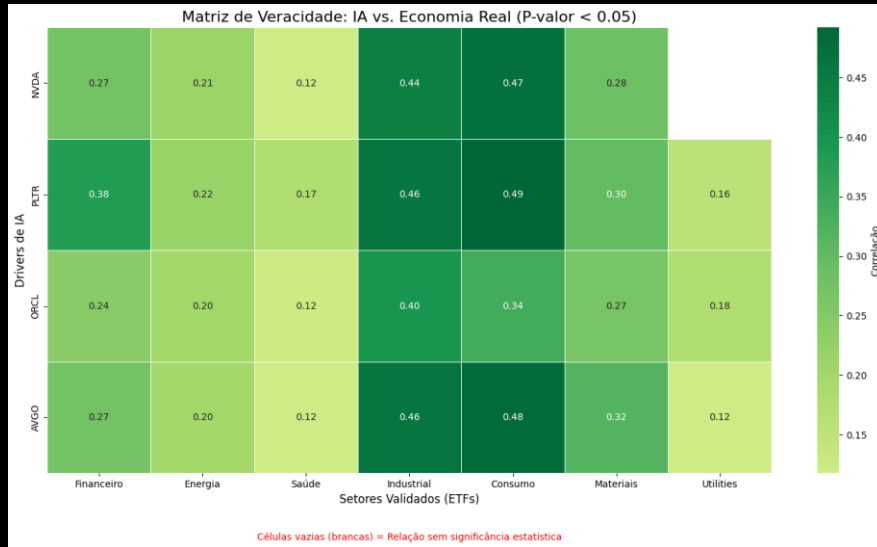
- Correlação fraca para moderada entre esses ativos
- Destaque para NVDA e AVGO



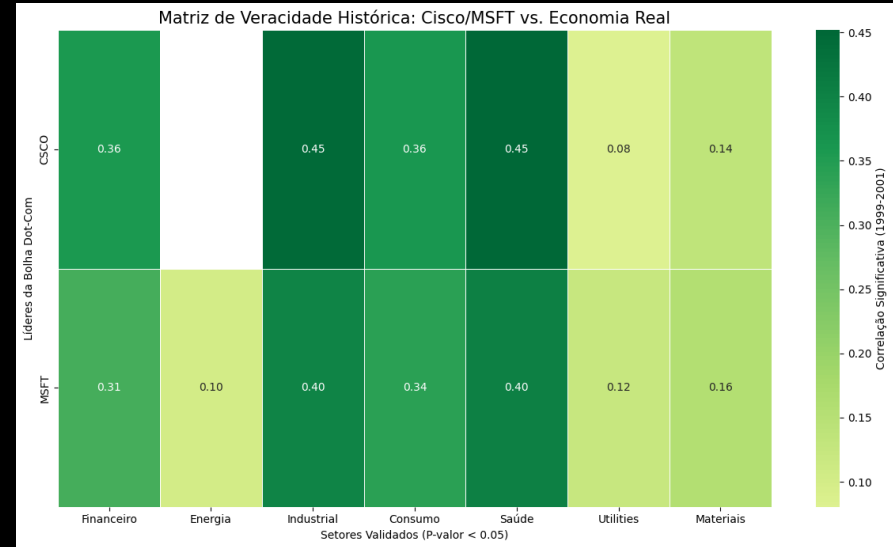


Permutação Monte Carlo para setores da economia

IA

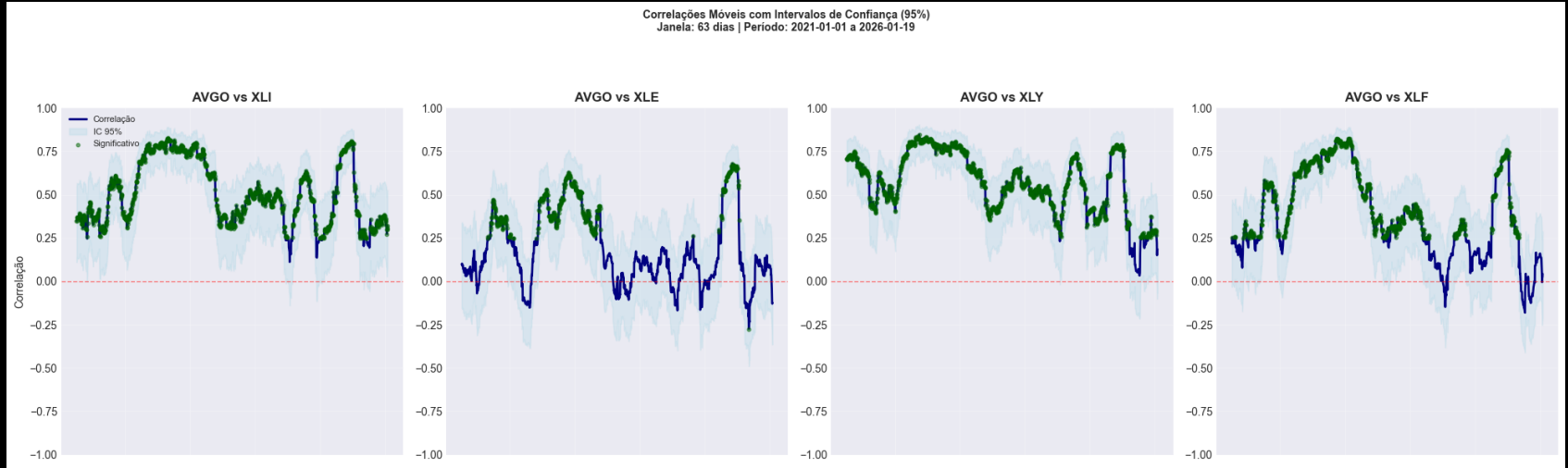


CSCO



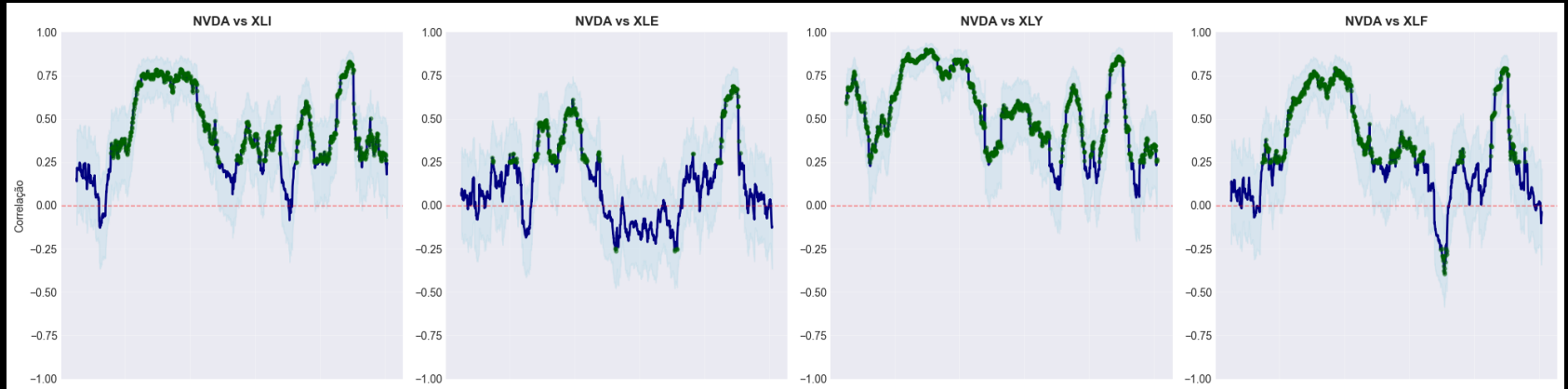


Correlações Móveis ao longo do tempo pós OpenIA



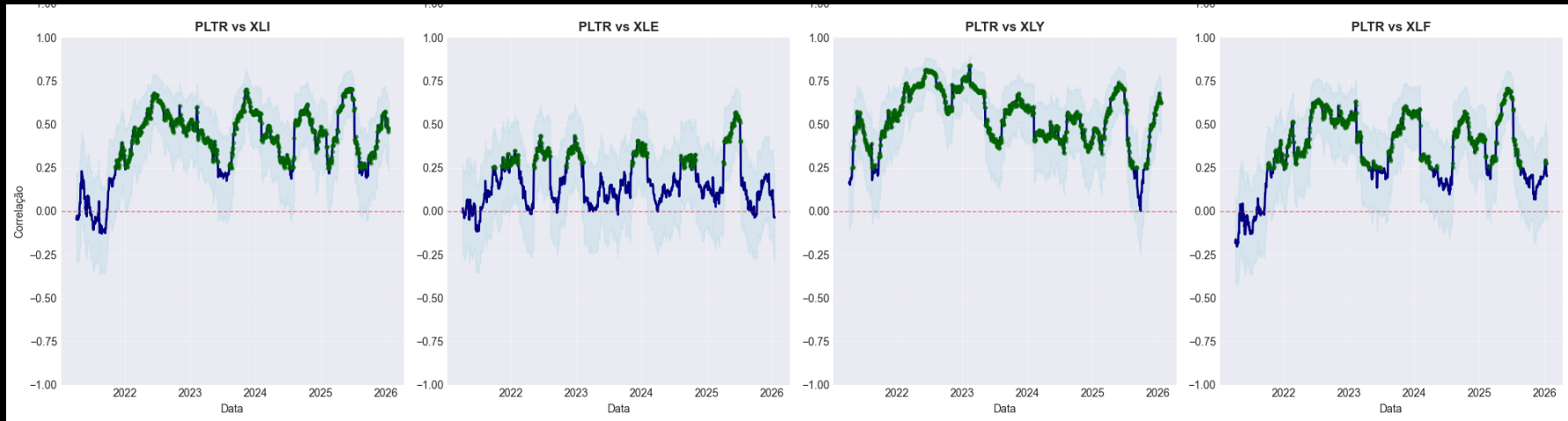


Correlações Movéis ao longo do tempo pós OpenIA



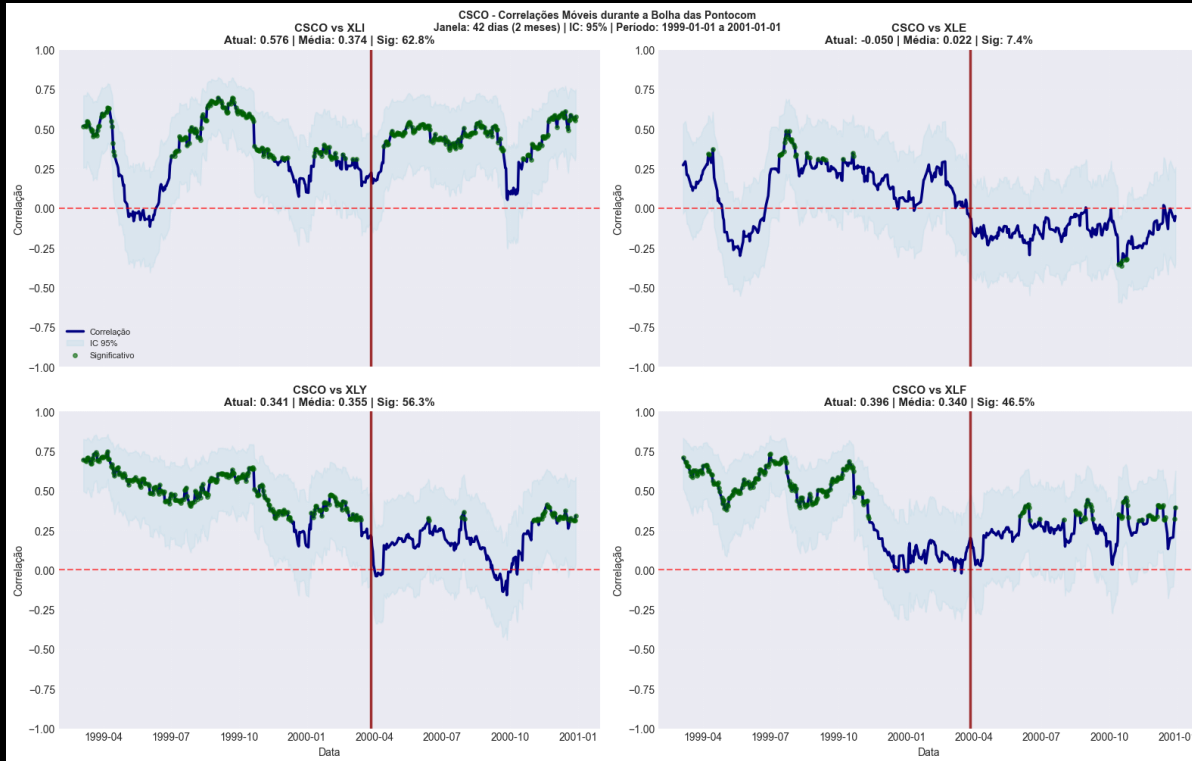


Correlações Movéis ao longo do tempo pós OpenIA





Correlações Móveis ao longo do tempo na bolha dot-com





Correlação \neq Causalidade

Integração

Diferente da era Dot-com, os ativos de IA atuais exibem correlações persistentes com os setores Industrial (XLI) e de Consumo Discricionário (XLY).

As correlações não indicam direcionalidade e nem causalidade, porém é possível supor que exige uma maior expectativa em relação à IA do que a internet.

A Cisco operava com vínculos instáveis e quase nulos com setores físicos fundamentais, como o de Energia.



NVIDIA como indicador antecedente da economia

O Teste de Causalidade de Granger avalia se os retornos passados de um ativo ajudam a prever os retornos futuros de outro, indicando precedência temporal.

Direção do Fluxo	p-valor (F-test)	Evidência Encontrada
NVDA → Industrial (XLI)	0.040	Causalidade Unidirecional (Significativa a 5%)
NVDA → Energia (XLE)	0.011	Causalidade Unidirecional (Significativa a 5%)
NVDA → Financeiro (XLF)	0.192	Independência Estatística
Setores → NVDA	> 0.200	Ausência de Causalidade Reversa

Choques na NVIDIA antecipam movimentos na economia produtiva. Isso reforça o papel da IA como um fator cujas flutuações precedem setores cíclicos tradicionais, diferentemente da volatilidade puramente especulativa da era Dot-com.



Palantir, alerta vermelho?

O Teste de Causalidade de Granger avalia se os retornos passados de um ativo ajudam a prever os retornos futuros de outro, indicando precedência temporal.

Direção do Fluxo	p-valor (F-test)	Evidência Encontrada
PLTR → Industrial (XLI)	0.509	<i>Independência Estatística</i>
PLTR → Energia (XLE)	0.403	<i>Independência Estatística</i>
PLTR → Financeiro (XLF)	0.329	<i>Independência Estatística</i>
Energia(XLE) → NVDA	0.015	Parcial

Palantir aparece sem apresentar significância, porém chama atenção o par e a direção PLTR e XLE(Energia). Sendo a direção XLE -> PLTR.



Riscos elevados, mas com natureza distinta

Ativo (Regime)	VaR 95% (Diário)	CVaR 95% (Cauda)	Max Drawdown
NVIDIA (Ciclo IA)	-4,69%	-6,98%	-36,9%
Palantir (Ciclo IA)	-5,14%	-8,04%	-40,6%
Cisco (Dot-com)	-5,50%	-8,48%	-89,3%

Embora o risco de cauda (CVaR) permaneça elevado em ambos os ciclos, a Cisco representava um colapso especulativo isolado. NVIDIA e Palantir atuam como vetores inseridos em cadeias produtivas reais, o que altera a dinâmica de propagação.



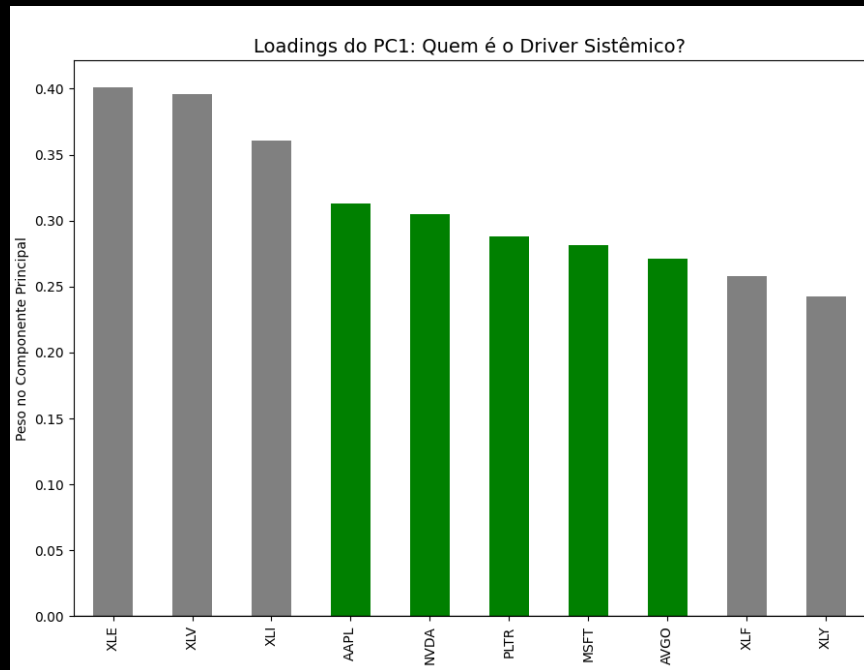
Energia como a âncora

A Restrição da Infraestrutura

Diferente da revolução da internet, que se manifestou primordialmente em camadas de software, o ciclo atual da IA impõe uma demanda sem precedentes sobre a infraestrutura física.

A análise de Componentes Principais (PCA) revela que o setor de **Energia (XLE)** apresenta o maior peso individual no fator sistêmico contemporâneo, superando até mesmo ativos diretos de tecnologia.

Isso sugere que a expansão da IA está profundamente ancorada na disponibilidade e no custo de energia para data centers.





IA como infraestrutura crítica do século XXI

Base em Lucros

Diferente da era Dot-com, o núcleo do ecossistema de IA (NVIDIA) apresenta geração massiva de caixa e lucros que sustentam grande parte do valuation.

Barreira Física

A integração profunda com os setores de Energia e Indústria indica que a IA não é apenas software, mas uma infraestrutura material.

Difusão

As evidências de mostram que a IA atua como um driver transversal, influenciando múltiplos setores da economia real.

Embora existam riscos especulativos, a dinâmica atual é converge para uma revolução tecnológica sistêmica e infraestrutural, não apenas uma bolha isolada.