



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Bruno da Cunha Neves

NVIDIA E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: INOVAÇÃO EM MERCADOS NA  
FRONTEIRA TECNOLÓGICA

Rio de Janeiro

2024

Bruno da Cunha Neves

NVIDIA E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: INOVAÇÃO EM MERCADOS NA  
FRONTEIRA TECNOLÓGICA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de Economia da  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
como exigência para obtenção do título  
de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Professor Dr. Carlos  
Frederico Leão Rocha.

Rio de Janeiro

2024

### CIP - Catalogação na Publicação

N518n      Neves, Bruno da Cunha  
              Nvidia e a inteligência artificial: inovação em  
              mercados na fronteira tecnológica / Bruno da Cunha  
              Neves. -- Rio de Janeiro, 2024.  
              55 f.

              Orientador: Carlos Frederico Leão Rocha.  
              Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
              Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto  
              de Economia, Bacharel em Ciências Econômicas, 2024.

              1. Nvidia. 2. Inteligência Artificial. 3.  
              Inovação. 4. Concentração. 5. VECM. I. Rocha, Carlos  
              Frederico Leão, orient. II. Título.

BRUNO DA CUNHA NEVES

NVIDIA E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: INOVAÇÃO EM MERCADOS NA  
FRONTEIRA TECNOLÓGICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Instituto de Economia da Universidade  
Federal do Rio de Janeiro, como requisito  
para a obtenção do título de Bacharel em  
Ciências Econômicas.

Rio de Janeiro, 28/08/2024.

---

CARLOS FREDERICO LEÃO ROCHA - Presidente

Professor Dr. do Instituto de Economia da UFRJ

---

RICARDO AGOSTINI MARTINI

Mestre em Economia pela UFMG

---

SUSAN SCHOMMER

Professora Dra. do Instituto de Economia da UFRJ

Dedico esse trabalho à minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, quero remercear aos professores, membros do corpo técnico e colegas com quem tive contato durante os três anos e dois meses de minha graduação no Instituto de Economia da UFRJ. Especialmente com relação ao presente trabalho, agradeço a alguns membros da Limfie, ao meu orientador, Carlos Frederico Leão Rocha, a duas professoras, Maria da Graça Derengowski Fonseca e Susan Schommer, e outros dois que apontaram pontos que poderia melhorar na monografia, Ricardo Agostini Martini e Marcos Ferreira Rebel. Além deles, presto meus agradecimentos a Flávia Grumbach Mendonça e Anna Lúcia Braga Salles, que me ajudaram diversas vezes. Ademais, preciso gratular aos membros da GEIMP (e adjacências) com quem tive o prazer de estagiar, espero retornar muito em breve. Também agradeço a minha motivação, que apesar de me desviar em alguns momentos, me manteve focado em boa parte do tempo. Por fim, gostaria de agradecer aos membros da minha família. Em especial, aos meus pais, Ricardo Arthur de Moura Neves e Patricia da Cunha Carnaval Neves, que investiram grande parte de suas vidas para cuidarem de mim, a minha madrinha e avó materna, Oswaldina Augusta da Cunha Carnaval, que também sempre me deu suporte, e ao meu irmão mais novo, Arthur da Cunha Neves, com quem cresci em conjunto.

Mas, na realidade capitalista e não na descrição contida nos manuais, o que conta não é esse tipo de concorrência, mas a concorrência de novas mercadorias, novas técnicas, novas fontes de suprimento, novo tipo de organização [...] — a concorrência que determina uma superioridade decisiva no custo ou na qualidade e que fere não a margem de lucros e a produção de firmas existentes, mas seus alicerces e a própria existência. (SCHUMPETER, 1961, p. 108)

## RESUMO

O presente trabalho investiga a estrutura da empresa norte-americana Nvidia e os mercados de caráter inovador nos quais ela participa. Para isso, utilizamos uma abordagem que combina conceitos de economia industrial e técnicas de análise de ações, além da aplicação de um modelo multivariado para observar a relação existente entre a empresa e o S&P 500. Vimos uma evolução formidável da Nvidia no último ano, evolução essa que a levou para o pódio das maiores companhias do mundo e a permitiu ter uma posição dominante nos mercados em que atua. Demais, ficou claro que, hoje, a inteligência artificial é seu principal produto e está presente em todas as suas tecnologias gerando valor. Já na análise econométrica, encontramos que choques da Nvidia afetam significativamente o S&P 500. Com isso, concluímos que a empresa tem um grande potencial a ser alcançado e que a IA possui uma elevada capacidade transformadora.

**Palavras-chave:** Nvidia; Inteligência Artificial; Inovação; Concentração; VECM.



## **ABSTRACT**

This paper investigates the structure of the American company Nvidia and the innovative markets in which it operates. To achieve this, a combined approach is used, incorporating concepts from industrial economics and equity analysis techniques, along with the application of a multivariate model to observe the relationship between the company and the S&P 500. Over the past year, Nvidia has seen remarkable growth, which has propelled it to the podium of the world's largest companies allowed it to hold a dominant position in the markets where it operates. Moreover, today, artificial intelligence is its main product, present in all of its technologies and generating significant value. In the econometric analysis, we found that shocks from Nvidia significantly affect the S&P 500. Therefore, we conclude that the company has great potential yet to be reached and that AI possesses a high transformative capacity.

**Keywords:** Nvidia; Artificial Intelligence; Innovation; Concentration; VECM.

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1: <i>Nvidia's Stock</i> .....                          | 21 |
| Gráfico 2: S&P 500.....                                         | 22 |
| Gráfico 3: Rendimento do Título de 10 anos .....                | 23 |
| Gráfico 4: VIX .....                                            | 23 |
| Gráfico 5: XLK .....                                            | 24 |
| Gráfico 6: SOXX.....                                            | 25 |
| Gráfico 7: <i>Market Share</i> do Setor de Semicondutores ..... | 27 |
| Gráfico 8: O Mercado de Chips de IA.....                        | 28 |
| Gráfico 9: <i>Market Share</i> do Setor de <i>Gaming</i> .....  | 30 |
| Gráfico 10: Funcionários em P&D .....                           | 38 |
| Gráfico 11: Despesas em P&D vs Porcentagem da Receita.....      | 39 |
| Gráfico 12: Receita por Área .....                              | 42 |
| Gráfico 13: Crescimento da Receita.....                         | 43 |
| Gráfico 14: Receita por País x Imposto .....                    | 45 |
| Gráfico 15: Margem Bruta .....                                  | 46 |
| Gráfico 16: Alavancagem .....                                   | 47 |
| Gráfico 17: Impulso-Resposta .....                              | 49 |
| Gráfico 18: Matriz de Correlação.....                           | 50 |
| Gráfico 19: Impulsos-Respostas .....                            | 58 |

## **LISTA DE FIGURAS**

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Principais Parceiros na Produção ..... | 41 |
|--------------------------------------------------|----|

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Resultados Sintetizados dos Testes ADF .....                                                                  | 48 |
| Tabela 2: Resultados Sintetizados do Teste de Cointegração Johansen .....                                               | 48 |
| Tabela 3: Resultados dos P-Valores dos Testes de Autocorrelação,<br>Heterocedasticidade e Normalidade dos Resíduos..... | 49 |
| Tabela 4: Resultados do Teste ADF em Nível .....                                                                        | 56 |
| Tabela 5: Resultados do Teste ADF Após Uma Diferenciação .....                                                          | 56 |
| Tabela 6: Resultados do Teste Johansen .....                                                                            | 57 |
| Tabela 7: Resultados do Teste de Multicolinearidade .....                                                               | 57 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ADF — Dickey-Fuller Aumentado

CPU — Unidade Central de Processamento

CR — Razão de Concentração

DPU — Unidade de processamento de Dados

GPU — Unidade de processamento gráfico

HHI — Índice Herfindahl-Hirschman

HPC — Computação de Alta Performance

IA — Inteligência artificial

NPC — Personagens não-jogáveis

S&P 500 — Standard & Poor's 500

SOXX — Fundo ETF iShares Semiconductor

VAR — Modelo Vetorial Autorregressivo

VECM — Modelo Vetorial de Correção de Erros

VIX — Índice de Volatilidade da CBOE

XLK — Fundo Technology Select Sector SPDR

## SUMÁRIO

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>I. INTRODUÇÃO .....</b>                        | <b>14</b> |
| <b>II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>             | <b>15</b> |
| A. CARACTERIZAÇÃO DE UMA INOVAÇÃO.....            | 15        |
| B. MÉTODOS PARA A ANÁLISE DE CONCENTRAÇÃO .....   | 17        |
| C. OS MODELOS VAR E VECM .....                    | 18        |
| <b>III. DADOS .....</b>                           | <b>20</b> |
| A. <i>NVIDIA'S STOCKS</i> .....                   | 21        |
| B. S&P 500 .....                                  | 22        |
| C. TÍTULO DE 10 ANOS DO TESOIRO AMERICANO .....   | 22        |
| D. VIX.....                                       | 23        |
| E. XLK.....                                       | 24        |
| F. SOXX.....                                      | 24        |
| <b>IV. ESTRUTURA DA NVIDIA.....</b>               | <b>25</b> |
| A. HISTÓRICO DA FIRMA.....                        | 33        |
| B. P&D E CRIAÇÃO DE PATENTES.....                 | 38        |
| C. MODELO DE PRODUÇÃO .....                       | 39        |
| D. ANÁLISE FINANCEIRA.....                        | 42        |
| <b>V. MERCADOS E IA .....</b>                     | <b>25</b> |
| A. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO UMA INOVAÇÃO..... | 25        |
| B. SEMICONDUTORES E CHIPS .....                   | 26        |
| C. <i>DATA CENTER</i> .....                       | 28        |
| D. <i>GAMING</i> .....                            | 29        |
| E. <i>PROFESSIONAL VISUALIZATION</i> .....        | 31        |
| F. <i>AUTOMOTIVE</i> .....                        | 32        |
| <b>VI. ESTIMAÇÕES .....</b>                       | <b>47</b> |
| <b>VII. CONCLUSÃO .....</b>                       | <b>51</b> |

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>VIII. REFERÊNCIAS .....</b>                            | <b>51</b> |
| <b>IX. APÊNDICE A — ALGUNS RESULTADOS DE TESTES .....</b> | <b>56</b> |

## I. INTRODUÇÃO

O setor de alta tecnologia, composto pelas *big techs*, protagonizou o crescimento das principais bolsas de valores no último ano.<sup>1</sup> Contudo, uma empresa se destacou singularmente: a Nvidia. Seu crescimento notável a fez alcançar o patamar de um grupo muito seletivo de empresas, o das companhias trilionárias.<sup>2</sup> Não por acaso, ela possui um papel fundamental na transformação tecnológica atual, a da Quarta Revolução Industrial. Isso é, a Nvidia é a principal provedora de chips e softwares com o intuito de desenvolver a inteligência artificial (IA) atualmente.

Dessa forma, neste trabalho investigaremos a estrutura dessa empresa norte-americana e os mercados de caráter inovador nos quais ela participa. Para isso, utilizamos conceitos de economia industrial e técnicas de análise de ações para analisar a história, modelo de produção, situação financeira e pilares da empresa num primeiro momento e, em seguida, para escrutinar como a inteligência artificial pode ser caracterizada e sua atuação nos mercados em que participa. Com isso, tentamos responder às seguintes questões:

1. Qual a estrutura que possibilitou o crescimento da Nvidia?
2. Qual a situação financeira da firma?
3. Quais são seus produtos?
4. Como são os mercados que seus produtos competem?
5. Como a inteligência artificial se caracteriza como inovação?
6. Quão relevante a IA é para suas receitas?
7. Como a Nvidia, por meio de sua atuação na IA, influencia a evolução da economia?

Para responder à última pergunta, decidimos testar a influência que a Nvidia possui sobre as variações do Standard & Poor's 500 (S&P 500) utilizando modelos econométricos multivariados para explorar as respostas impulsionadas por essa relação. Essa abordagem nos permite avaliar não apenas o impacto direto das ações da Nvidia no índice, mas também os efeitos indiretos que podem surgir à medida que a IA se torna cada vez mais integrada à economia.

---

<sup>1</sup> International Business Times, 27/11/2023.

<sup>2</sup> Market Insider, 25/05/2023.



Assim complementamos a análise inicial da empresa ao oferecer uma perspectiva quantitativa sobre como o crescimento da Nvidia pode refletir e ampliar o valor de mercado das demais empresas, ilustrando a relevância estratégica da Nvidia como líder tecnológica e catalisadora de mudanças no mercado financeiro.

Dessa forma, o texto foi dividido em nove seções, sendo essa introdução a primeira, seguida de uma revisão teórica dos conceitos, depois um detalhamento maior dos dados escolhidos para em seguida chegarmos nos três capítulos de análise empírica. Por fim, são apresentadas as conclusões, as referências bibliográficas e o apêndice.

## **II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Nesse capítulo faremos uma revisão teórica sobre conceitos e ideias que irão ser utilizadas no decorrer do trabalho. Primeiramente, realizamos uma verificação dos conceitos que serão utilizados para melhor definir a inteligência artificial como uma inovação, posteriormente, vemos sobre os índices de concentração utilizados na análise de participação dos mercados da Nvidia e, finalizando, expomos a teoria por trás dos métodos econométricos utilizados.

### **A. CARACTERIZAÇÃO DE UMA INOVAÇÃO**

Numa primeira análise, se faz pertinente definir o que é uma inovação. Assim, segundo Joseph Schumpeter (1883 – 1950), uma inovação é a introdução de uma nova combinação de recursos — sendo estes terra, capital e trabalho — em uma indústria (Schumpeter, 1997, p. 76). Tendo isso em mente, devemos primeiro observar a origem desses recursos já existentes.

Assim, para trazer uma inovação a um novo mercado, o empreendedor aplica conhecimentos e possibilidades que surgiram por meio de uma invenção que ainda não foi colocada à prova no mercado ou que já existem em outras indústrias num novo campo. Nisso, é importante também entender que uma invenção é a primeira realização de uma ideia, se distinguindo então da inovação, que ocorre apenas quando se tenta colocar tal novo saber em aplicação (Fagerberg, 2005, p. 4–5). Além disso, é válido ressaltar que não só entre a ocorrência das duas geralmente há um período longo, conforme afirma Rogers (2003), mas que, segundo ele, entre o momento de adoção da inovação por

algumas poucas empresas e difusão no restante do setor também há tal defasagem (Rogers, 2003, p. 62–63).

Seguindo adiante, observemos que Schumpeter exemplifica os tipos de inovação que podem ocorrer, existindo então as que criam novas mercadorias, novos métodos de produção, novas fontes de recurso, novos mercados e novas formas de organização (Schumpeter, 1997, p. 76). São elas então que, de acordo com ele, estabelecem a verdadeira competição e impulsionam o sistema capitalista para frente. Isso porque, enquanto outras formas de disputa entre as firmas, como a de preços, atacam apenas os lucros, a inovação acerta o alicerce das empresas.

Dáí ele tira o conceito de “destruição criativa”, no qual as novas tecnologias e métodos de produção, melhores que suas predecessoras, destroem o estado anterior juntamente às firmas que não conseguem se adaptar à evolução do processo capitalista. Desse modo, todas as firmas, mesmo as monopolistas, estão inseridas num ambiente altamente concorrencial, em que, caso elas não consigam se manter no mais alto nível tecnológico e inovativo, serão ultrapassadas por outras que conseguirão (Schumpeter, 1961, p. 120–121).

Outros pontos relevantes estão relacionados à diferença da forma na qual Schumpeter propôs, em diferentes momentos de sua vida, como o processo inovativo se dá. Na primeira, que muitos autores schumpeterianos caracterizam como Schumpeter Mark I, a inovação se dá em mercados altamente competitivos pouco concentrados em que constantemente novas empresas surgem. Já na segunda, denominada Schumpeter Mark II, o mecanismo de inovar se dá de maneira mais relevante em firmas monopolistas num processo de “acumulação criativa” em que o conhecimento se acumula cada vez mais nas grandes firmas e as torna protagonista nesse processo. Assim, como exposto por Malerba & Orsenigo, em indústrias mais tradicionais o primeiro tipo tenderia a ocorrer enquanto naquelas que necessitam de um conhecimento tecnológico muito aprofundado, como a indústria química e a de eletrônicos, predominaria o segundo (Schumpeter, 1997, cap. 77) (Schumpeter, 1961, cap. 8) (Malerba & Orsenigo, 1996, p. 452, 463, 470).

Por fim temos a classificação dada por Freeman e Soete quanto aos tipos de inovação. São elas as inovações marginais, as quais ocorrem constantemente gerando pequenas evoluções incrementais, inovações radicais, que como exemplo teríamos a introdução de um novo maquinário na produção, e as revoluções tecnológicas, nas quais ocorreria uma amálgama de muitas inovações que, juntas, transformariam o ambiente empresarial (Fagerberg, 2005, p. 7).

## B. MÉTODOS PARA A ANÁLISE DE CONCENTRAÇÃO

Após exposto os conceitos que irão permitir a caracterização da inteligência artificial como uma inovação, devemos dar atenção aos índices de concentração. Mais especificamente, a Razão de Concentração (CR) e o Índice Herfindahl-Hirschman (HHI), muito importantes para a análise que será feita sobre os mercados nos quais a Nvidia participa.

No primeiro, agrupamos a porcentagem do *market share* das “n” maiores empresas do mercado. Dessa maneira, quanto maior for o resultado, maior é o poder de mercado que essas “n” firmas possuem. No entanto, com ele não é possível observar as ações das demais companhias, não revelando, por exemplo, possíveis fusões que alterem a concentração, além de que observar a evolução ao longo do tempo também se torna um problema, tendo em vista que as empresas contidas em “n” podem mudar entre períodos (Resende & Boff, 2013, p. 57).

Para evitar os problemas conferidos no método anterior, utilizaremos também o HHI, o qual é mais completo. Nele, fazemos o somatório do quadrado de cem vezes a participação percentual de cada uma das firmas do setor. Assim, ele analisa não só as maiores, mas todas as companhias que possuem alguma relevância no mercado, permitindo também medir a desigualdade existente no mercado (Resende & Boff, 2013, p. 58–59). Consideramos também a classificação presente no capítulo de Resende & Boff no livro Kupfer & Hasenclever (2013), a qual afirma a partir de quais valores o HHI indica que uma aquisição no mercado prejudicaria a concorrência. Usaremos tal ideia para dizer o quão concentrado é o mercado. A seguir está a passagem retirada do texto:

1.  $0 \leq HHI < 1.000$ : não existe preocupação quanto à competição na indústria, caso a fusão se concretize.
2.  $1.000 \leq HHI \leq 1.800$ : existe preocupação quanto à competição se o aumento do índice for maior ou igual a 100 pontos, com relação ao índice pré-fusão.
3.  $HHI > 1.800$ : existe preocupação quanto à competição se o aumento do índice for maior ou igual a 50 pontos, com relação à situação pré-fusão.

Assim, temos todos os conceitos teóricos para a análise de concentração.

### C. OS MODELOS VAR E VECM

Tendo já estabelecido os conceitos teóricos necessários para a análise dos capítulos IV e V do presente trabalho, veremos agora os exigidos para o capítulo VI. Nele, realizam estimações que buscam entender a relação entre duas variáveis, evidenciando o quanto um choque em uma delas impacta na outra por meio de um mecanismo de impulso-resposta. Com isso, para observar tal relação linear entre duas variáveis, são necessárias ferramentas econométricas. Mais do que isso, utilizar apenas duas séries de tempo não é suficiente para determinar a influência que uma exerce sobre a outra, sendo então necessário adicionar mais variáveis que sirvam de controle. Com isso, tentamos utilizar nesse trabalho o Modelo Vetorial Autorregressivo (VAR), um modelo multivariado que permite analisar a relação entre múltiplas séries temporais estacionárias<sup>3</sup> no decorrer do tempo. Cada uma das variáveis no sistema VAR é modelada como uma função linear de valores passados e dos valores passados de todas as outras variáveis no sistema. A especificação de um modelo VAR de ordem “p” é a seguinte:

$$X_t = \Phi_0 + \sum_{i=1}^p \Phi_i X_{t-i} + GZ_t + \epsilon_t$$

Em que:

- $X_t$  é o vetor das variáveis endógenas;
- $\Phi_0$  é o vetor de constantes ajustado;

---

<sup>3</sup> Uma série é estacionária quando suas propriedades estatísticas (e. g., média, variância e autocorrelação) são constantes durante todo o período, sendo não-estacionária caso o oposto.

- $\Phi_i$  é a matriz de coeficientes ajustada dos termos defasados;
- $G$  é a matriz de coeficientes das variáveis exógenas;
- $Z_t$  é o vetor das variáveis exógenas;
- $\epsilon_t$  é o vetor dos erros.
- A ordem  $p$  das defasagens é determinada usando critérios de informação (AIC, BIC, HQ etc.).

Contudo, o modelo VAR nem sempre pode ser utilizado. Quando há cointegração entre as variáveis, isso é, quando elas possuem uma relação próxima no movimento de longo prazo, o Modelo Vetorial de Correção de Erros<sup>4</sup> (VECM) é mais adequado. Nele, são capturadas tanto as dinâmicas de curto quanto as relações de longo prazo entre as séries. A especificação de um modelo VECM de ordem “p” é a seguinte:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_y(Y_t - 1 - \beta X_t - 1) + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta X_{t-i} + \epsilon_t$$

Em que:

- $\Delta$  é a diferença de primeira ordem;
- $Y_t$  é o vetor das variáveis endógenas no tempo  $t$ ;
- $\alpha_y(Y_t - 1 - \beta X_t - 1)$  é o termo de correção de erro que representa a relação de longo prazo.
- $\alpha_y$  é o coeficiente de correção de erro que mede a velocidade de ajuste para restaurar o equilíbrio de longo prazo;
- $\Gamma_i$  são as matrizes dos coeficientes de curto prazo.

Tendo assim as equações estabelecidas, tentamos formular um bom modelo que evidencie com clareza a existência de relação entre as variáveis. Com isso, os seguintes passos para realizar as estimações foram seguidos:

A. Teste da estacionariedade das variáveis, utilizando o Dickey-Fuller aumentado (ADF). As variáveis são candidatas à cointegração se forem integradas de ordem 1  $I(1)$ , ou seja, se forem não estacionárias em seus

---

<sup>4</sup> Uma extensão do VAR que adiciona o termo ECM no curto prazo das variáveis  $I(0)$  e um modelo no longo prazo das variáveis  $I(1)$ .

níveis originais, se tornando estacionárias apenas após a primeira diferenciação. Se as variáveis forem  $I(0)$ , podemos utilizar um modelo VAR. Já no caso de serem  $I(2)$  ou superiores, transformações adicionais são necessárias.

- B. Realização do teste de cointegração de Johansen para determinar a presença e o número de relações de cointegração entre as variáveis. O teste verifica se há relações de longo-prazo entre as diversas variáveis. No caso de inexistência de cointegração, realizar o VAR é possível.
- C. Caso exista cointegração, estimar o VECM e o impulso resposta que o choque de uma variável causa na outra.
- D. Interpretação dos resultados com testes de autocorrelação, heterocedasticidade e normalidade dos resíduos. Por fim, realizar também um teste de multicolinearidade.

### **III. DADOS**

Nessa seção, damos destaque para as informações utilizadas na análise de caráter qualitativo e quantitativo da empresa e dos mercados nesse trabalho. Tais dados foram obtidos por intermédio de uma pesquisa extensa na internet do que estava disponível publicamente até o final do mês de agosto de 2024. Investigamos os materiais contidos nos sites das empresas do setor, havendo um grande enfoque no site de relação com investidores da Nvidia. Além de ler os informes disponibilizados em seus respectivos relatórios financeiros, comunicados para a empresa e demais áreas do site, também se investigaram notícias de sites de terceiros com credibilidade e outros que sumarizavam informações de diversas firmas da área.

Já com relação aos dados utilizados nos modelos VAR e VECM, o intuito principal foi evidenciar o quanto os movimentos da Nvidia explicavam as variações do S&P 500. Assim, além de utilizar os dados históricos das duas séries temporais, outras quatro de variação diária foram escolhidas. São elas o rendimento dos títulos de 10 anos do tesouro norte-americano, o índice de volatilidade da CBOE (VIX), o fundo Technology Select Sector SPDR (XLK) e o fundo ETF IShares Semiconductor (SOXX), as quais serão melhor especificadas a seguir. Essas variáveis foram escolhidas por estarem economicamente relacionadas às duas principais e por melhor se adequarem ao modelo.

Coletamos os dados em formato semanal no site “Investing.com”, utilizando assim o último valor de cada semana desde o início de janeiro de 2023 até o final de junho de 2024. Nesse ínterim, o valor de mercado da empresa destacada passou de 352,15 bilhões de dólares (em 03/01/23) para 3,039 trilhões de dólares (em 28/06/24), um crescimento de +763% no período escolhido. A escolha de se usar dados semanais se dá pela tentativa de diminuir o impacto da volatilidade de curto prazo na análise. No total, cada uma das variáveis possui 78 observações, as quais foram transformadas em nível para facilitar a visualização.

#### A. NVIDIA’S STOCKS

Gráfico 1: *Nvidia’s Stock*

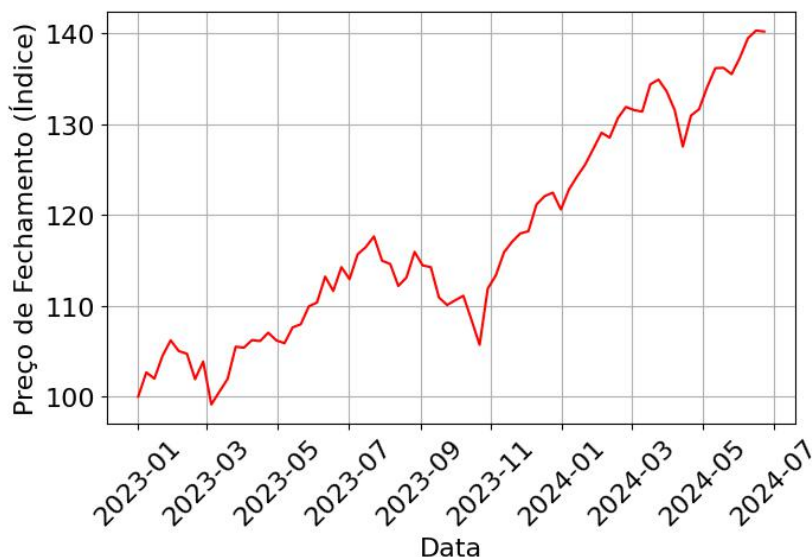


Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Investing.com (2024).

O principal intuito do exercício econométrico é analisar a relevância dessa empresa no S&P 500, sendo a motivação para isso sua relevância, discutida de maneira esmiuçada no restante do trabalho. Assim, utilizamos aqui sua cotação de mercado, a qual também pode servir como um proxy para medir o crescimento da relevância da IA no mercado norte-americano de ações.

## B. S&P 500

Gráfico 2: S&P 500



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Investing.com (2024).

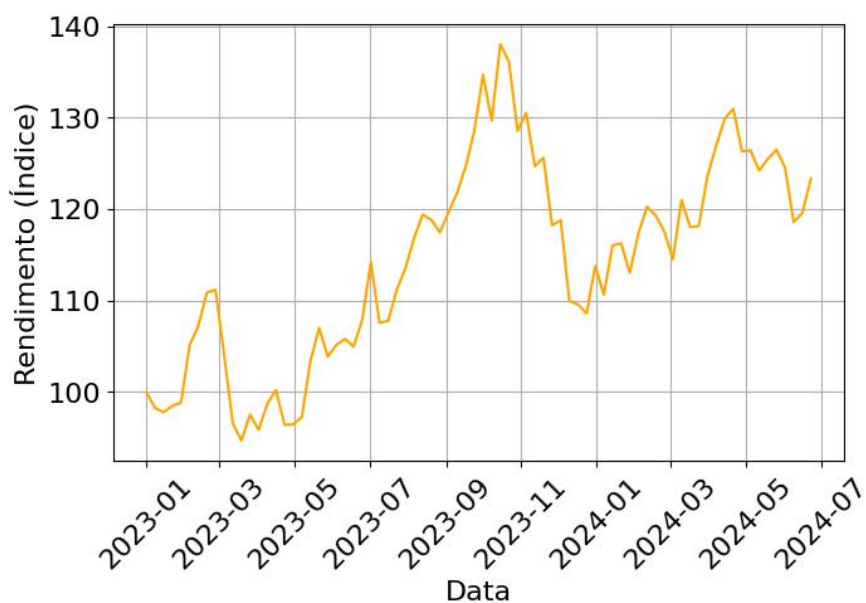
Esse índice, criado pela Standard & Poor's, é o principal para analisar a evolução das bolsas norte-americanas NYSE e NASDAQ. Ele seleciona 500 ativos com base em tamanho, liquidez e setor, e lhes confere pesos proporcionais aos seus tamanhos. Sendo assim, ele é aquele no qual queremos ver o quanto a Nvidia impactou, para termos uma dimensão de sua relevância ao longo desse um ano e meio.

## C. TÍTULO DE 10 ANOS DO TESOIRO AMERICANO

Essa variável representa o rendimento dos títulos de 10 anos do tesouro dos Estados Unidos. Ela é relevante como controle, tendo em vista que, sendo esse, possivelmente, o título mais seguro, ele retrata os ganhos que um investidor pode ter sem se expor ao risco. Então, quando ele varia positivamente é esperada uma fuga do mercado de capitais, sendo esperado também o oposto quando sua variação é negativa.



Gráfico 3: Rendimento do Título de 10 anos

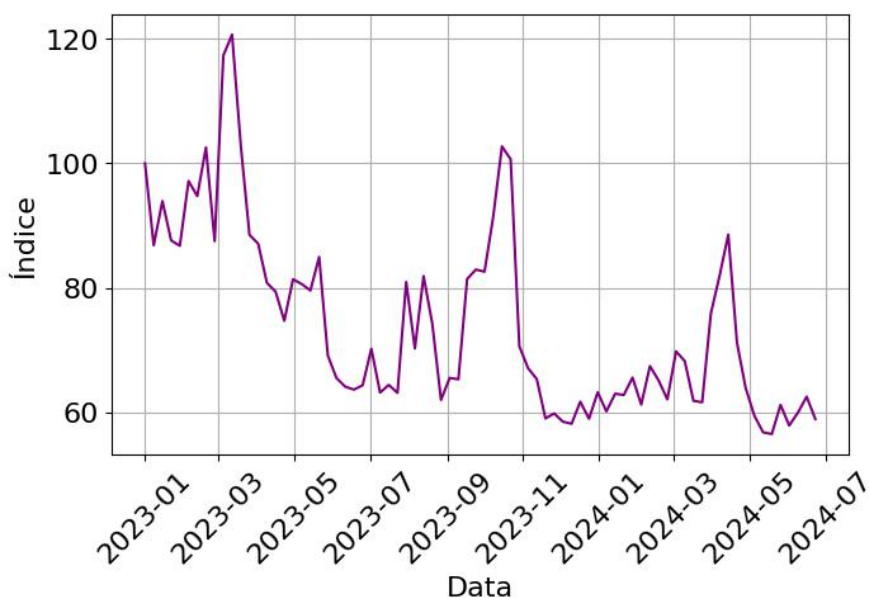


Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Investing.com (2024).

#### D. VIX

O Índice de Volatilidade da Chicago Board Options Exchange mede a volatilidade esperada para o S&P 500. Assim, ele é uma boa variável de controle por justamente medir a incerteza esperada do mercado. Com isso, ele captura aspectos macroeconômicos que não podem ser trazidos para a análise de outras formas.

Gráfico 4: VIX



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Investing.com (2024).

#### E. XLK

Gráfico 5: XLK



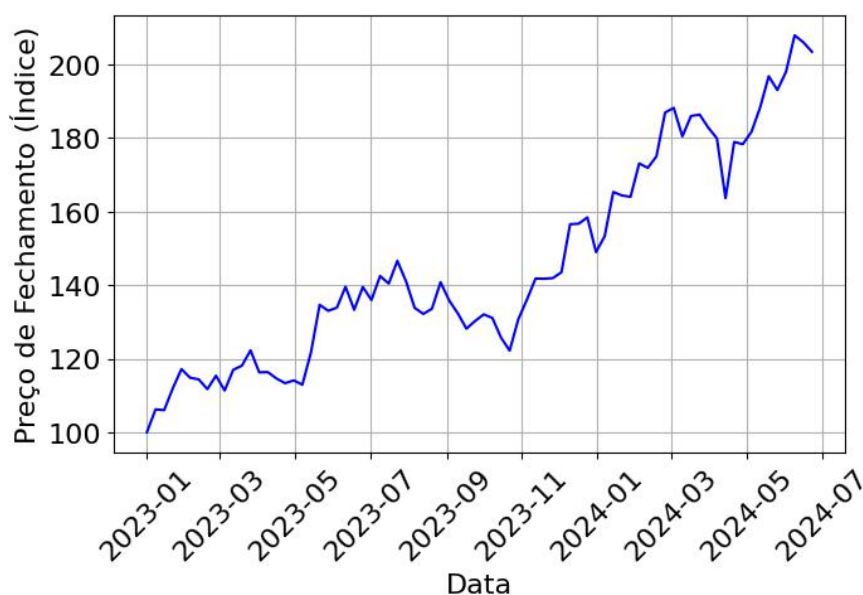
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Investing.com (2024).

O fundo Technology Select Sector SPDR, ou fundo XLK, é um ETF que reproduz o desenvolvimento do setor de tecnologia no S&P 500. Dessa maneira, ele investe no grupo de empresas do qual a Nvidia faz parte agregadamente, grupo no qual protagonizou o crescimento do S&P 500 no período observado. Assim, tê-lo na análise permite diferenciar o que é crescimento do setor na totalidade e o que é crescimento específico da Nvidia.

#### F. SOXX

Assim como o XLK, o iShares Semiconductor ETF, ou SOXX, é um ETF que visa replicar o desenvolvimento de um setor no S&P 500. Contudo, ele é mais específico, investindo no grupo de empresas de semicondutores, subdivisão do setor de tecnologia em que a Nvidia atua especificamente. Assim como no caso anterior, esperamos poder diferenciar o crescimento da Nvidia do restante das firmas do setor.

Gráfico 6: SOXX



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Investing.com (2024).

#### IV. MERCADOS E IA

Tendo os conceitos e dados bem especificados, iniciamos aqui a primeira etapa de estudo efetivo. Assim, nessa seção, abordamos como a inteligência artificial se configura como uma inovação e, em seguida, como se configuram os principais mercados da Nvidia. Serão analisadas as barreiras à entrada que novas companhias enfrentam ao tentarem adentrar o mercado, como a Inteligência Artificial se faz presente em seus produtos e serviços, a competição existente, principais parceiras comerciais e, por fim, uma breve tentativa de prospecção sobre o futuro daquele mercado. Com isso, teremos um conhecimento mais amplo de como de fato a empresa atua antes de analisarmos suas características estruturais.

##### A. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO UMA INOVAÇÃO

A inteligência artificial é uma área da computação moderna que cria sistemas capazes de simular as características humanas relacionadas à racionalidade e compreensão abstrata, como o aprendizado e a capacidade de tomar decisões. Para isso, ela se apoia em três principais pilares, uma alta capacidade de processamento advinda de hardwares, o uso de uma quantia inimaginável de dados e softwares que permitam, com base nos outros dois pilares, o desenvolvimento eficiente da IA. Não foi recentemente que as

empresas começaram a realizar pesquisas nesse ramo, mas foi apenas há pouco que suas habilidades deram um salto enorme, permitindo assim que seu uso pudesse se expandir a setores que não há muito tempo pensou-se ser impossível aplicá-la.<sup>5</sup>

Nessa perspectiva, a inteligência artificial se tornou a inovação com maior potencial para destruir todo o mercado da forma como o conhecemos hoje. Isso é, ela não só vem criando novos produtos, como o ChatGPT, uma IA generativa,<sup>6</sup> mas também novos métodos de produção automatizados que substituem o trabalho humano, dá acesso a novas fontes de recurso, tendo em mente que ela consegue analisar conjuntos de dados que não seriam possíveis por humanos, explora novos mercados, como o de carros autônomos, e faz surgir novas formas de organização, as quais dependem muito menos do trabalho humano.

Assim, vemos que essa nova tecnologia é, sozinha, toda uma revolução tecnológica, a qual tem como ponto central a substituição do trabalho humano. Não só isso, mas como poderá ser visto logo adiante, é uma revolução possibilitada por uma empresa num caso de Schumpeter Mark II que torna ainda mais capazes empresas de mercados de caráter Schumpeter Mark I de inovarem. As consequências que tal inovação terá para a sociedade humana ainda são difíceis de serem previstas, aqui, então, analisaremos sua participação nos produtos da Nvidia.

## B. SEMICONDUTORES E CHIPS

Iniciamos agora a observar os mercados que a Nvidia participa. Contudo, antes precisamos entender o que são semicondutores e microchips, tendo em vista que eles são os principais produtos para a empresa e possibilitam sua atuação em diferentes indústrias. Semicondutores são materiais capazes de induzir e isolar eletricidade a depender das condições físicas às quais são expostos. Eles são o componente central na confecção dos chips, pequenos circuitos eletrônicos integrados que permitem o funcionamento da maioria dos dispositivos eletrônicos atuais.<sup>7</sup> Nisso, existe uma grande gama de modelos diferentes de chips para os mais variados propósitos, os quais irão compor, por

---

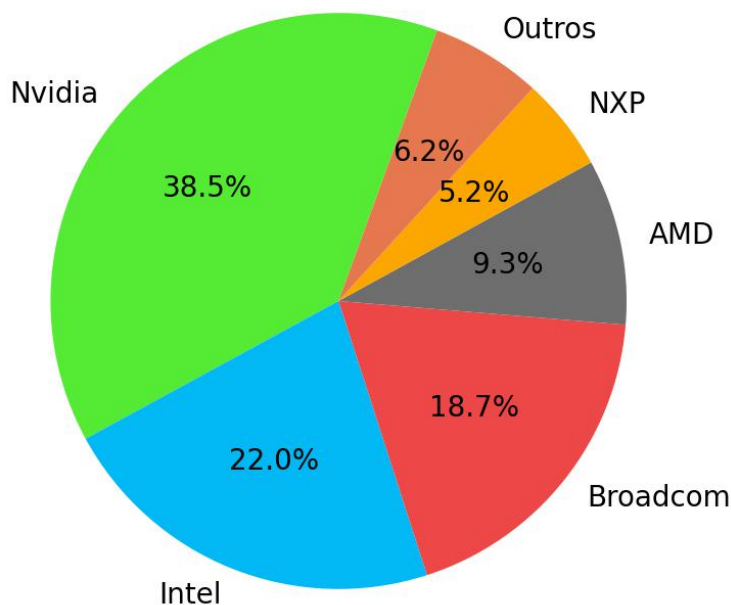
<sup>5</sup> Financial Times, 27/10/2022.

<sup>6</sup> OpenAI ChatGPT.

<sup>7</sup> Stanford Report, 20/09/2023.

exemplo, as GPUs, as unidades centrais de processamento (CPUs) e as unidades de processamento de dados (DPUs). Desse modo, a Nvidia se insere nesse mercado amplo de desenvolvimento do design e tecnologia dos microchips.

Gráfico 7: *Market Share* do Setor de Semicondutores



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados dos resultados de receita do último ano (24Q2-25Q1) das principais empresas do setor (2024).

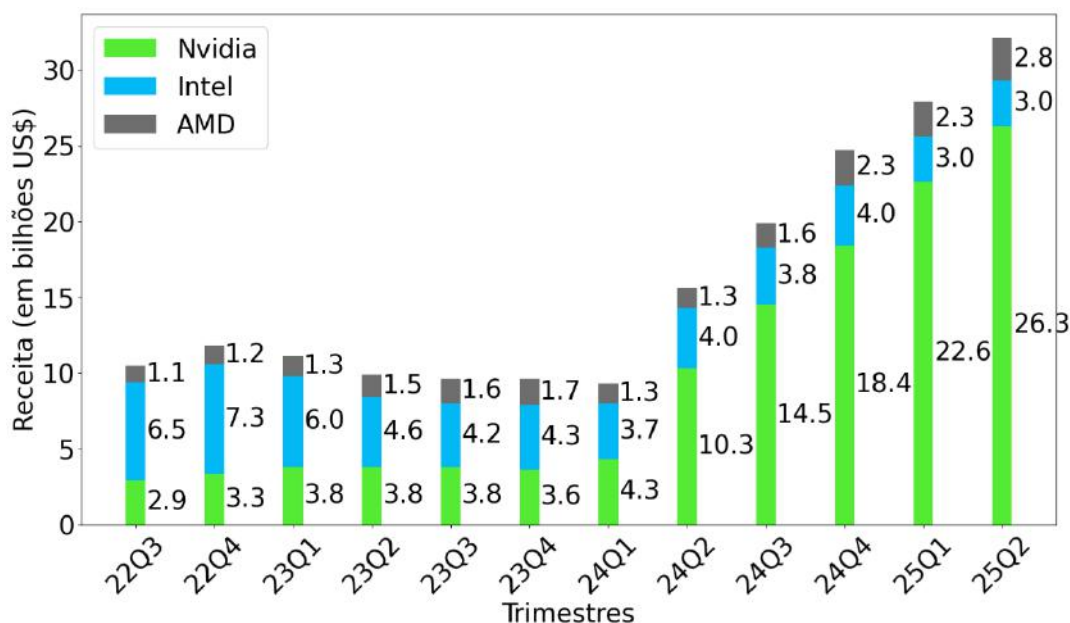
Nota: Em “Outros” estão as empresas Akoustis, Ambarella, Marvell, Macom, NVE, Pixelworks, Qorvo, Silicom, Skyworks, Wolfspeed.

A entrada nesse campo não é uma tarefa fácil, tendo em vista que, por estar na fronteira tecnológica, é necessária uma quantia extremamente elevada de capital e conhecimento técnico para permitir a atuação nele. Desse modo, conforme é possível observar no Gráfico 7, há uma altíssima concentração no setor, com um CR4 igual a 88,5% e um HHI igual a 2.442. No entanto, é importante levantar que, como esse é um mercado muito abrangente, é irrelevante estudá-lo na totalidade, sendo necessário segmentá-lo para deixar em evidência os efetivos competidores da Nvidia. Portanto, observemos em seguida as quatro áreas principais em que a empresa atua, *Data Center*, *Gaming*, *Professional Visualization* e *Automotive*.

### C. DATA CENTER

Primeiramente, observaremos o setor de *Data Center* da Nvidia. Ele desenvolve softwares e chips que trabalham em conjunto para criar supercomputadores que oferecem serviços diversos, possibilitam computação de alta performance e o treinamento de inteligência artificial para ser aplicada nos mais variados setores. Com relação aos softwares, eles disponibilizam suas bibliotecas gratuitamente para desenvolvedores individuais, mas capitalizam seu uso em cima de empresas. Já com relação aos microchips, os responsáveis pela maior parcela do faturamento, seus modelos principais são as GPUs, mas com a compra da Mellanox eles adquiriram a tecnologia de criação das unidades de processamento de dados (DPUs), que também passaram a ser fonte de receita. Desse modo, ela não só permite as grandes empresas produzirem suas próprias IAs, como também disponibiliza modelos e treina em seus próprios *data centers* as que serão utilizadas pelas companhias de menor porte.

Gráfico 8: O Mercado de Chips de IA



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados dos formulários 10-Q da Nvidia, AMD e Intel (2024).

Nota: O ano fiscal da empresa começa no início de fevereiro. Assim, o ano fiscal é contado com base no ano de término. E. g., o trimestre iniciado em 02/2023 e finalizado em 04/2023 é o 24Q1.

Com relação à competição, no Gráfico 8 utilizamos o setor de *Data Center* como um proxy para observar a evolução do mercado de chips de IA. Só existem três empresas relevantes no setor, sendo que a Intel, que era maior no mercado até 23Q4, foi perdendo espaço para a Nvidia, até que em 24Q2 a companhia de Huang saltou e aumentou absurdamente a concentração do mercado. Ademais, uma observação interessante quanto à Intel é de que, diferentemente da AMD e Nvidia, seus principais produtos são suas CPUs, chips muito menos eficientes energeticamente do que as GPUs.<sup>8</sup> Numa estrutura de *data center*, em que milhares de microchips funcionam ininterruptamente por meses ou anos, a diferença nos custos gerados se torna alarmante. Com isso, em 25Q1, a Nvidia possui 81% do mercado, enquanto a Intel e a AMD 10,8% e 8,2%, respectivamente. Analisar o CR e o HHI nessa situação se faz quase irrelevante devido à falta de empresas na área e à concentração evidente. Contudo, fazendo-os de qualquer forma e considerando os valores dos últimos quatro períodos, temos um CR1 de 74,7% e um HHI de 5.933.

Entretanto, hoje, uma parcela massiva das receitas da Nvidia nessa área provém de um número diminuto de parceiros comerciais, os quais são as *big techs*. Tal situação é um perigo, tendo em vista que essas empresas não querem se manter dependentes e algumas já até começaram a produzir os próprios chips. Contudo, a situação não é tão alarmante, conforme o que já foi argumentado na seção anterior e também pela empresa ter buscado aumentar a participação de clientes de menor porte, diluindo assim sua receita em firmas que não possuem o capital necessário para desenvolver os próprios microchips. Assim, esperamos que ela permaneça crescendo fortemente nessa área, se distanciando cada vez mais de suas concorrentes e ganhando mais *market share*.

#### D. GAMING

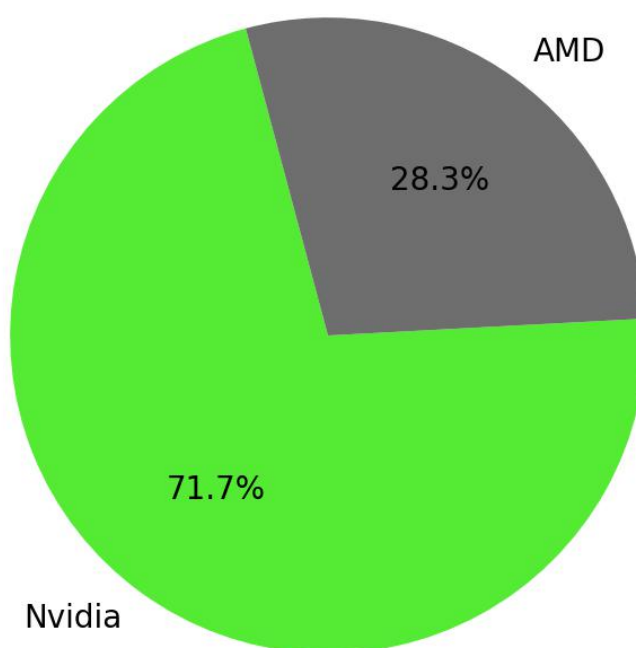
Passando adiante, até recentemente a Nvidia afirmava ser uma empresa de gráficos, os quais eram direcionados, principalmente, ao setor de onde vinha a maioria de sua receita, o de *Gaming*. Tal afirmação já não se mantém, tendo em vista que agora ela é uma companhia de IA. Contudo, ele ainda é extremamente relevante, sendo o segundo maior da firma. Nele, seu produto

---

<sup>8</sup> Nvidia Blog, 21/05/2023.

fundamental são as placas de vídeo RTX, as quais lideram com os melhores gráficos do mercado graças, primariamente, à sua tecnologia de Ray Tracing que simula a física real dos raios luminosos, transformando completamente a experiência visual, e sua tecnologia DLSS, que por meio de inteligência artificial usa o histórico de píxeis não só para aumentar a taxa de quadros por segundos, mas também para gerar novos píxeis que compõe o vídeo transmitido, aumentando assim a qualidade visual dos jogos. No mais, ela possui outras tecnologias que melhoram a experiência de seus usuários e adicionam diferenciais aos jogos. Sua inovação de destaque mais recente para softwares do setor foi a IA generativa, capaz de, com apenas uma descrição do personagem e situação que precisa interpretar, criar diálogos em tempo real com o jogador.

Gráfico 9: *Market Share* do Setor de *Gaming*



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados dos resultados de receita do último ano (24Q2-25Q1) dos formulários 10-Q da Nvidia e AMD (2024).

Nota: O ano fiscal da empresa começa no início de fevereiro. Assim, o ano fiscal é contado com base no ano de término. E. g., o trimestre iniciado em 02/2023 e finalizado em 04/2023 é o 24Q1.

No ambiente competitivo, a Nvidia tem apenas uma rival relevante, a AMD. Inferimos dessa forma que a Intel, apesar de possuir menos de 3% do



mercado, não compete diretamente com essas duas, tendo em vista que suas placas de vídeo são extremamente inferiores, não sendo assim uma escolha para aqueles que desejam alto desempenho. Desse modo, como representado no Gráfico 9, tendo apenas uma concorrente, a Nvidia domina o mercado. Ademais, ela ainda veio ganhando participação em cima da AMD a cada trimestre no último ano. Seus 61% de *market share* em 24Q2 se tornaram 82% em 25Q2, um avanço surpreendente. Com isso, assim como no *Data Center*, o HHI de 5.940 serve apenas para corroborar com a análise até aqui feita.

Contudo, como já dito anteriormente, suas receitas não provêm exclusivamente da venda para consumidores em geral jogarem videogames. Na realidade, boa parcela advém do uso de desenvolvedores de jogos na criação deles. Portanto, a Nvidia consegue se beneficiar desse mercado nas duas frentes, garantindo bilhões de receita todo trimestre. Dessa maneira, apesar de a área ter perdido o protagonismo anterior na companhia, ela ainda é muito relevante e, considerando que o mercado de jogos eletrônicos é a área do entretenimento que mais cresce hoje e a com o maior potencial, ainda podemos esperar um crescimento vultoso para os próximos anos.

#### E. *PROFESSIONAL VISUALIZATION*

Reafirmando a importância dos gráficos para a Nvidia, sua área de visualização profissional é mais uma que depende deles. Nela, a empresa oferece ambientes de criação virtuais que auxiliam profissionais diversos na execução de seus trabalhos. Seja no planejamento 3D de fábricas, máquinas, prédios, carros ou criação artísticas de modelos para filmes, jogos e novos produtos, em todos a inteligência artificial se faz presente acelerando os processos e permitindo aos criadores se concentrarem na parte criativa. Para isso, ela utiliza de suas RTX, que garantem a melhor experiência visual, juntamente de softwares especializados.

Acerca da competição, não foi possível definir concorrentes para a empresa de maneira adequada, tendo em vista que esse é um setor muito específico e ainda novo na aplicação de IA. Contudo, já é possível perceber que esse é um setor muito promissor, tendo em vista que ela já tem diversos parceiros no ramo do entretenimento e automobilístico, sendo que com a

evolução da inteligência artificial esse setor vai se tornar capaz de criar produtos cada vez melhores.

#### **F. *AUTOMOTIVE***

Agora, apostando na formação de um novo mercado, a Nvidia adentrou no setor de carros autônomos. Nele, ela oferece hardwares e softwares que apoiam o monitoramento inteligente de veículos automotivos para não só trazer melhor experiência para seus motoristas, mas para tornar os carros independentes de um piloto humano. Para isso, a inteligência artificial da empresa é aplicada diretamente em carros de empresas com as quais ela efetuou acordos de parceria ao longo dos anos, como a Toyota, Volvo, Tesla e Mercedes. O produto final para a empresa, os carros autônomos, ainda não foram lançados para serem comercializados, estando ainda em processo de intenso P&D, impossibilitando assim uma análise de mercado bem estruturada. Contudo, atualmente, esse é um dos setores com maior potencial de crescimento para o futuro, tendo em vista que é um mercado novo que vai substituir o de automóveis não-autônomos, recriando por completo o setor automobilístico.

#### **V. *ESTRUTURA DA NVIDIA***

Em maio de 2023, a Nvidia atingiu o valor de mercado de US\$ 1 trilhão, integrando um seleto grupo de apenas 8 firmas que ultrapassaram esse valor. Contudo, seu crescimento expressivo não parou. Pouco mais de um ano depois desse feito, no dia 18/06/2024, ela se tornou pela primeira vez a maior empresa do mundo, ultrapassando Apple e Microsoft ao valer US\$ 3,34 trilhões. Desde então, a Nvidia segue na disputa pelo posto de maior companhia de capital aberto com essas duas gigantes da tecnologia.

Isso decorreu do grande aumento de sua receita, impulsionada pelo grande aumento de demanda por inteligência artificial que ocorreu nos últimos dois anos. Essa “nova” tecnologia tem se tornado cada vez mais eficiente e permitido a agilização e substituição de processos que até então só poderiam ser realizados por seres humanos a serem realizados por máquinas, sendo assim um componente central na chamada “Quarta Revolução Industrial”. Assim, uma série de conflitos vem surgindo entre empregados e firmas, entre

companhias e entre governos, fazendo com que diversas medidas importantes venham sendo tomadas ao redor do mundo.

Com tudo isso em evidência, analisaremos aqui os principais pontos que levaram a Nvidia a ser o que ela é hoje e sua estrutura atual.

#### A. HISTÓRICO DA FIRMA

Abaixo temos a história da empresa dividida em anos. Foram destacados nele os principais acontecimentos e inovações lançadas pela empresa. Com isso, planejamos permitir um entendimento melhor da maneira de funcionamento da empresa por meio de uma análise baseada em tal histórico.

1993 — Empresa é fundada em Sunnyvale, Califórnia, por Jensen Huang, Chris Malachowsky e Curtis Priem com foco em desenvolver uma nova computação centrada em gráficos, em especial, gráficos 3D.

1992 — Inicia uma parceria com SGS-Thomson Microelectronics, empresa suíça produtora de chips e semicondutores.

1995 — Lança seu primeiro produto, a NV1, uma placa gráfica que iniciava o caminho da empresa nos gráficos 3D.

1996 — Desenvolve drivers de renderização 3D compatíveis com o Microsoft DirectX para os sistemas operacionais Windows.

1997 — Lançamento da NV3, evolução da NV1, alcançando um milhão de vendas nos primeiros quatro meses após o lançamento.

1998 — Início da parceria com a TSMC, empresa taiwanesa produtora de chips e semicondutores.

1999 — Invenção da unidade de processamento gráfico (GPU), novo tipo de chip gráfico que revoluciona o mercado. No mesmo ano, realiza seu IPO na NASDAQ a US\$ 12 por ação, alcançando um *market-cap* de US\$ 42 milhões.

2000 — Adquire a 3dfx, empresa de tecnologia gráfica, passa a fornecer GPUs para laptops e se torna a fornecedora de placas de vídeo dos primeiros Xbox, da Microsoft.

2001 — Continua inovando com produtos gráficos e alcança a receita de US\$ 1 bilhão, sendo então adicionada ao S&P 500.

2002 — É eleita pela Fortune como a companhia que mais cresce nos EUA.

2003 — Permanece impressionando com seus novos recursos gráficos e adquire a Media Q, mais outra firma de tecnologia gráfica, dessa vez com o diferencial de oferecer serviços para conexões sem fio.

2004 — Realiza uma parceria com a Blizzard para desenvolver os gráficos 3D do jogo World of Warcraft, jogo esse que já foi o mais popular do mundo. Além disso, possibilita a integração de diversas GPUs para trabalharem, simultaneamente, com sua tecnologia SLI e auxilia a NASA no reconhecimento do terreno de Marte por meio da renderização de imagens feitas com base nos dados coletados pelo robô Rover.

2005 — Assim como foi com o Xbox, agora realiza uma parceria com a Sony para fornecer as placas do PlayStation 3. Adquire também a Uli Electronics, companhia especializada no desenvolvimento de núcleos de chips.

2006 — Desenvolve a CUDA (arquitetura de dispositivo de computação unificada), a qual permite o uso da capacidade de processamento das GPUs para tarefas computacionais generalizadas. Adquire também a Hybrid Graphics, desenvolvedora de softwares gráficos para dispositivos móveis.

2007 — É eleita pela Forbes como a empresa do ano, cria a GPU Tesla, que torna amplamente acessível para pesquisadores das áreas médicas utilizarem do processamento gráfico de suas GPUs, e adquire PortalPlayer, empresa também do ramo de semicondutores e software.

2008 — Lança para laptops o processador Tesla, que consome trinta vezes menos energia que seus competidores, a Apple adota GPUs da Nvidia para seus notebooks e o primeiro supercomputador movido com suas GPUs é construído em Tóquio. Ademais, adquire a Mental Images, de renderização visual, e a AGEIA, de desenvolvimento de física realista para jogos.

2009 — Inicia uma parceria para integrar o Android, do Google, em seus processadores para dispositivos móveis, e ajuda a desenvolver o primeiro ultrassom 3D.

2010 — O supercomputador mais potente do mundo é impulsionado pelas GPUs Tesla, os indicados para melhores efeitos visuais do Oscar utilizam todas as tecnologias da Nvidia e a Audi integra as GPUs da Nvidia aos seus sistemas de navegação e entretenimento de seus carros.

2011 — Licencia suas tecnologias gráficas para a Intel num acordo de US\$ 1,5 bilhão de dólares e lança seus processadores para tablets Android.

2012 — O novo mais potente supercomputador do mundo é construído com GPUs Tesla, são lançadas GPUs para cloud, suas GTXs são lançadas e se tornam as mais avançadas do mercado gráfico e a Nvidia é eleita pela Newsweek como a sexta mais ecológica dos EUA. Além disso, inicia seu desenvolvimento de inteligência artificial moderna com a rede neural AlexNet.

2013 — Lança novos processadores móveis Tegra, o modelo GTX TITAN ainda mais potente e seu console portátil de cloud para jogos, Nvidia SHIELD. Adquire também a Portland Group com o intuito de impulsionar sua computação acelerada.

2014 — Permanece evoluindo seus processadores móveis, suas GTXs e o Nvidia SHIELD.

2015 — Lança uma série de chips destinados à automatização de máquinas e veículos e de desenvolvimento de inteligência artificial, são eles: DRIVE, GTX TITAN X, Jetson TX1 e Tegra X1. Torna seu Nvidia SHIELD num modelo de consoles de mesa.

2016 — Permanece evoluindo e impulsionando seus produtos de deep learning para IA, automatização de veículos e suas GPUs para jogos. Anuncia seus óculos de realidade aumentada, Nvidia Iray VR. Abandona o mercado de dispositivos móveis por compreender que não há mais tanto potencial de agregar valor nos produtos para o setor.

2017 — Permanece evoluindo e criando novos produtos para o desenvolvimento de IA com seus: Tesla V100, evoluções da família DGX, Jetson TX2 e Nvidia Isaac.

2018 — Lança suas placas de vídeo RTX com tecnologia de Ray Tracing, a qual simula a física real de iluminação de raios de luz, e permanece evoluindo suas

tecnologias de auxílio médico, veículos autônomos e robótica, todos impulsionados por inteligência artificial, a qual ela também permanece impulsionando. Além disso, seu CEO estabelece a “Lei de Huang” com a afirmação de que a empresa vinha conseguindo e iria permanecer mais do que dobrando a capacidade computacional de seus produtos a cada ano, com preços cada vez mais elevados.

2019 — Lança o EGX Edge Computing, que visa implementar a IA e computação acelerada em empresas diversas, Nvidia Studio, plataforma especializada em auxílio na criação de produtos para artistas profissionais, DRIVE AGX Orin, evoluindo por meio de softwares o processo de criação de veículos e robôs autônomos, e realiza suas primeiras parcerias no desenvolvimento de carros autônomos com grandes empresas do setor automotivo, a Toyota e o Volvo Group.

2020 — Desenvolve sua nova arquitetura de chips com a GPU Nvidia Ampere, evoluindo ainda mais a potência possível de supercomputadores. Termina de adquirir a Mellanox, unindo assim as duas maiores empresas de computação de alta performance (HPC) do mundo. Continua crescendo mesmo durante a pandemia da Covid-19.

2021 — Lança seus chips H200, que avançam ainda a capacidade de desenvolvimento de IA generativa da empresa e seu HPC. Permanece desenvolvendo suas demais áreas, assim como nos anteriores.

2022 — Cria o Omniverse, espaço virtual 3D de auxílio a profissionais no desenvolvimento de produtos dos mais variados setores. Permanece evoluindo suas demais tecnologias, porém, sofre, juntamente às concorrentes, pela falta de componentes para a confecção de semicondutores e chips ocasionada pela quebra das cadeias produtivas durante a pandemia da Covid-19.

2023 — Permanece desenvolvendo sua área de *Gaming* não só com suas novas placas de vídeo RTX 4090, mas também anuncia sua nova tecnologia de criação e conversação com personagens não-jogáveis (NPCs) que atuam baseados em inteligência artificial, além de permanecer criando evoluções de suas tecnologias automotivas, de visualização profissional e outras. Ademais, seu setor de *Data Center* explode completamente, virando cerca de 80% de suas receitas, e torna

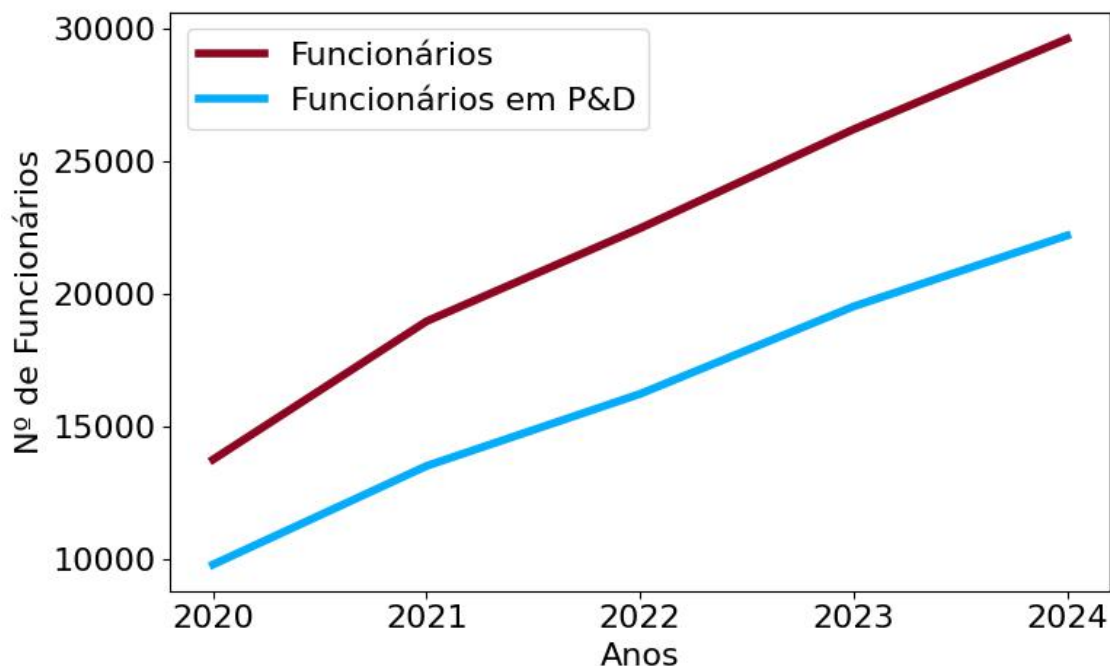
a Nvidia a 8ª empresa a alcançar um bilhão de *market-cap*. Além disso, medidas protecionistas que impedem a Nvidia de exportar seus melhores chips para a China são implementadas pelos EUA visando prejudicar o desenvolvimento dos *data centers* chineses. Contudo, a Nvidia cria modelos inferiores, mas que possuem as mesmas funcionalidades de seus produtos mais avançados, como saída para continuar a exportação, conseguindo manter a receita proveniente do importante mercado asiático.

2024 — Alcança o posto de maior empresa de capital aberto do mundo e passa a disputar tal posição com Apple e Microsoft. Outrossim, continua expandindo sua área de *Data Center* vigorosamente e permitindo o desenvolvimento de IAs cada vez mais avançadas.

Vemos que a empresa, no decorrer dos anos, agiu sempre com uma perspectiva de *head-start*, para assim atingir mercados não consolidados, altamente tecnológicos e que permitiriam a ela garantir uma alta agregação de valor pela sua tecnologia. Segundo funcionários da companhia, tal posicionamento se deu pela visão do sócio fundador, presidente e CEO Jen-Hsun (Jensen) Huang, ex-funcionário da AMD formado em engenharia elétrica, que sempre buscou mercados com essas características. Isso pode ser observado desde a concepção inicial do produto que a empresa iria criar, o qual se materializou efetivamente posteriormente na criação das GPUs. Contudo, a Nvidia não se limitou a isso, adentrando todas as áreas em que pode com sua tecnologia gráfica e alta capacidade de processamento. Semelhantemente, onde ela observou que não poderia auferir altos ganhos adicionais com sua tecnologia superior, como foi o caso dos chips para celulares, em que ela observou que eles estavam se tornando uma commodity, ela finalizou sua atuação. Nisso, ela ainda adquiriu uma grande quantia de empresas que possuíam alguma tecnologia que geraria ganhos ao se integrarem às suas próprias.

## B. P&amp;D E CRIAÇÃO DE PATENTES

Gráfico 10: Funcionários em P&amp;D



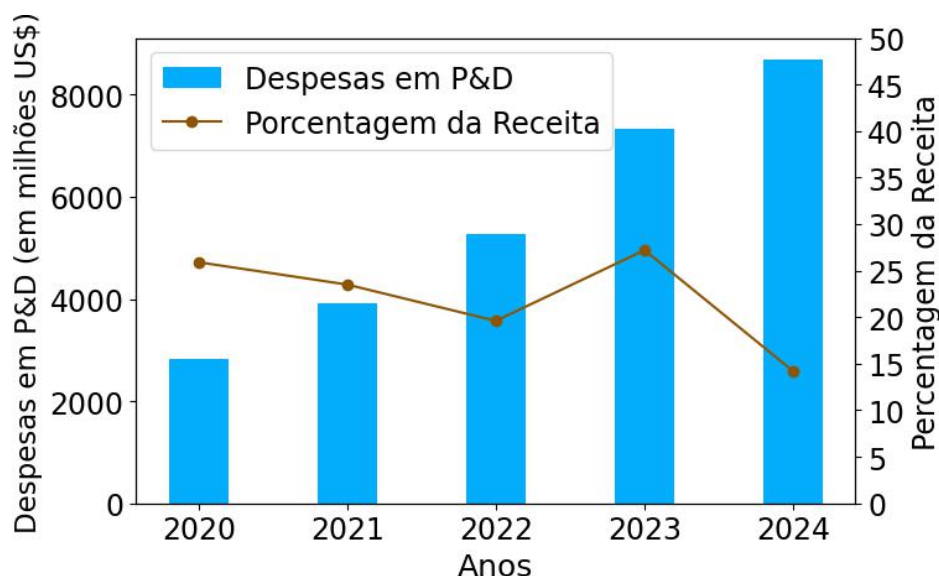
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados dos formulários 10-Q da Nvidia (2024).

Nota: O ano fiscal da empresa começa no início de fevereiro. Assim, o ano fiscal é contado com base no ano de término. E. g., o trimestre iniciado em 02/2023 e finalizado em 04/2023 é o 24Q1.

O próximo ponto relevante para se observar são os investimentos em pesquisa e desenvolvimento que permitem a constante evolução de seus produtos. De fato, fica evidente ao observar o Gráfico 10 e o Gráfico 11 a importância que a Nvidia direciona a esses gastos para desenvolver suas mercadorias. No primeiro, vemos que a quantidade de funcionários direcionados para tal área é crescente em volume e percentualmente com relação ao número total de empregados, alcançando 22.200 no ano fiscal de 2024, 75% do total. Já no segundo gráfico temos os valores despendidos para P&D, os quais aumentaram em quantidade conforme ocorreu a evolução da receita. Contudo, vemos que, ao fim de 2024, houve uma expressiva queda da proporção entre despesas com P&D e receita total.



Gráfico 11: Despesas em P&amp;D vs Porcentagem da Receita



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados dos formulários 10-Q da Nvidia (2024).

Nota: O ano fiscal da empresa começa no início de fevereiro. Assim, o ano fiscal é contado com base no ano de término. E. g., o trimestre iniciado em 02/2023 e finalizado em 04/2023 é o 24Q1.

Até o último trimestre de 2023, no quesito de porcentagem da receita direcionada à P&D dentre as *big techs*, a Nvidia ficava apenas atrás da Meta, com seus 27,2%. No entanto, como destacado, em 2024, tal valor caiu abruptamente para apenas 14,2% da empresa. Isso poderia indicar, numa análise rápida e desprestenciosa, que a empresa teria alcançado um nível de desenvolvimento tecnológico que desejava e agora poderia diminuir esses investimentos. Porém, não é esse o caso. Como será visto adiante na análise financeira, ao longo dos últimos trimestres as receitas da empresa cresceram notavelmente, não tendo sido possível de imediato aumentar os gastos nessa área na mesma proporção, o que talvez nem mesmo teria sido desejável. Com isso, temos que a importância que a empresa dá para tais gastos não diminuiu e tem se mostrado extremamente efetiva.

### C. MODELO DE PRODUÇÃO

Seguindo adiante, devemos levantar a questão de que a Nvidia se especializa no desenvolvimento de softwares e chips de alta performance, em especial GPUs, de forma que suas tecnologias operam em conjunto no produto

entregue para o consumidor final. Seus hardwares tornam possíveis a criação, aperfeiçoamento e uso dos programas, sendo necessário, muitas das vezes, estruturas de supercomputadores, conhecidas como *data centers*, para a realização de avanços e operação adequada deles. Contudo, a empresa não cobra pela grande maioria de seus softwares, fazendo assim com que o retorno financeiro advinha, primordialmente, da venda dos chips semicondutores produzidos.

Nessa perspectiva, tais componentes são as mercadorias mais importantes para a firma. No entanto, a empresa se mantém distante do processo de manufatura, se limitando ao papel administrativo de coordenação da produção. Todavia, isso não decorre de um impedimento legal ou incapacidade financeira de arcar com os custos do maquinário holandês necessário para confecção dos *wafers*<sup>9</sup>, o qual chega a custar centenas de milhões de dólares, mas sim de circunstâncias evidenciadas por Richardson (1972). Nas palavras do autor, em tradução livre:

Mas também há boas razões pelas quais uma empresa pode não se contentar em buscar a plena exploração de seu trabalho de desenvolvimento por meio de sua própria atividade de manufatura. A empresa que desenvolve um novo produto pode não ter capacidade suficiente para fabricá-lo na escala necessária para atender à demanda e pode não ter tempo suficiente para construir a organização e as instalações materiais adicionais necessárias. Ela poderia, é claro, buscar adquirir a capacidade adequada comprando empresas que já a possuísem, mas essa política poderia se mostrar pouco atrativa se implicasse em assumir todos os outros compromissos a que essas empresas estavam vinculadas. (Richardson, 1972, p. 893)

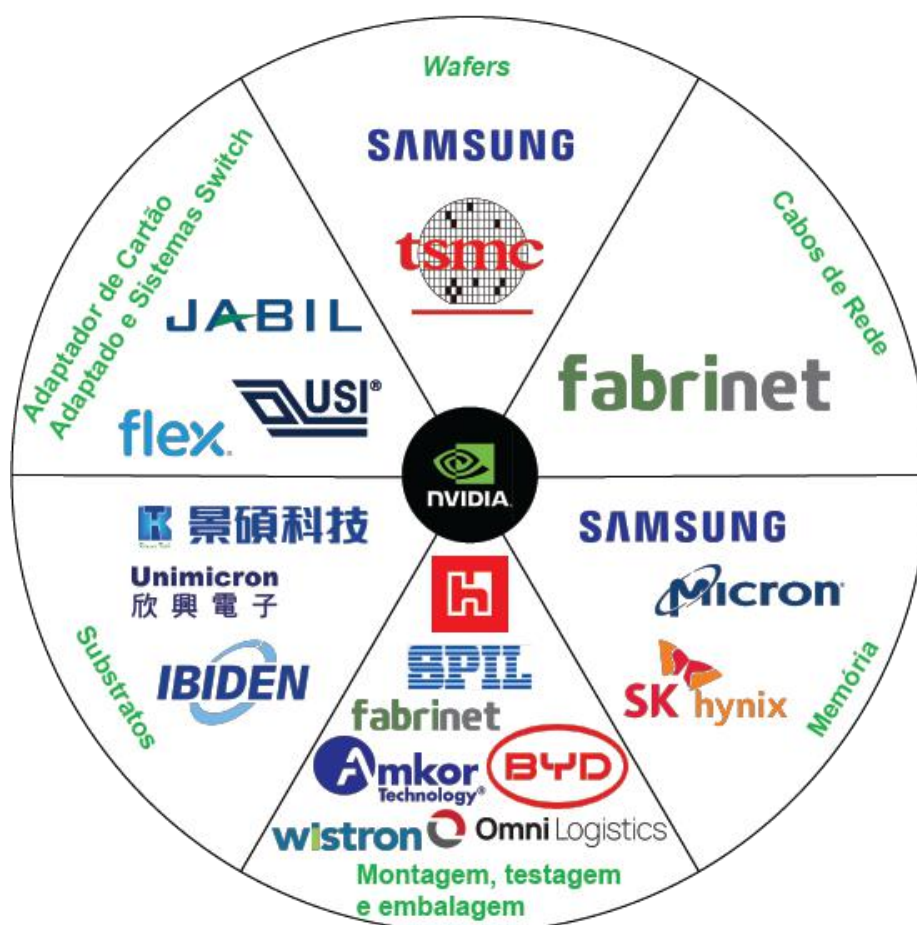
Assim como nas palavras do autor, a Nvidia prefere não adquirir empresas que possuem a capacidade de produção por não desejarem assumir todos os seus compromissos, assim como não visam formar suas próprias fábricas. Como dito em seus relatórios anuais<sup>10</sup>, dessa forma a firma pode utilizar da especialização de outras empresas e ainda evitar os riscos associados a se possuir um maquinário físico permanente. Com isso, a empresa prefere concentrar seu capital na etapa mais rentável da produção, a criação das patentes, sendo elas então sua verdadeira mercadoria.

---

<sup>9</sup> Componente principal e de maior complexidade tecnológica dos semicondutores.

<sup>10</sup> Nvidia, 2024, Relatório Anual 10-K, p. 8.

Figura 1: Principais Parceiros na Produção

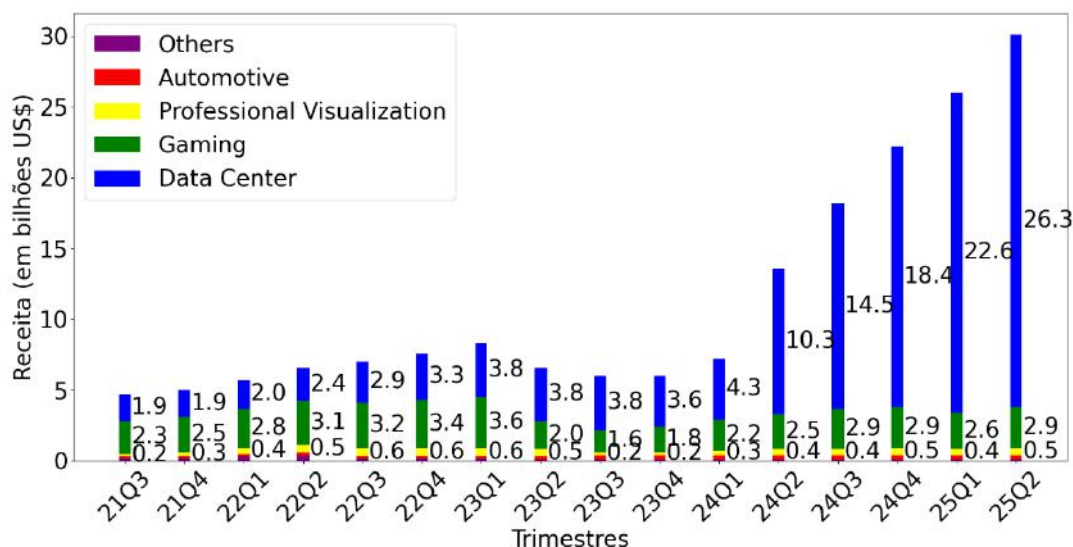


Fontes: Elaborado pelo autor com base em dados dos reportes anuais de 2023 e 2024 da Nvidia (2024).

Dessa forma, a Nvidia coordena o processo de produção cooperando com empresas que possuem a experiência em cada etapa necessária por meio de uma série de contratos. Na Imagem 1 podemos ter uma melhor visão de seus parceiros. O valor agregado e complexidade dos componentes decai quanto mais distante a fatia daquela que contém os *wafers*, até alcançar a parte onde estão as empresas que realizam a montagem, testagem e embalagem dos microchips. Com o processo finalizado, a empresa monta seus próprios *data centers*, vende seus produtos para firmas que irão montar seus próprios supercomputadores ou para outras que os utilizarão em seus próprios produtos.

## D. ANÁLISE FINANCEIRA

Gráfico 12: Receita por Área



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados dos formulários 10-Q da Nvidia (2024).

Nota: O ano fiscal da empresa começa no início de fevereiro. Assim, o ano fiscal é contado com base no ano de término. E. g., o trimestre iniciado em 02/2023 e finalizado em 04/2023 é o 24Q1.

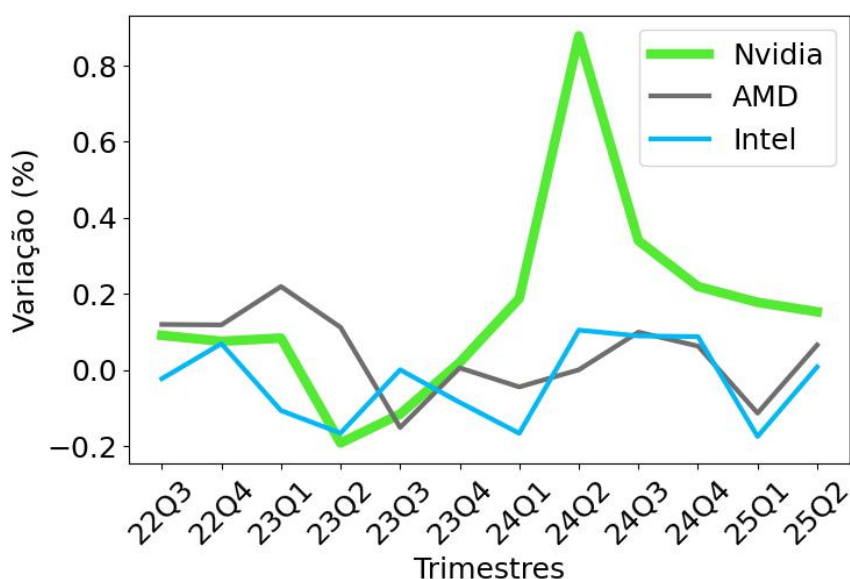
Agora, vamos para uma breve análise financeira recente da empresa. Para isso, iniciaremos examinando a evolução de suas receitas. Conforme disposto no Gráfico 12, o crescimento gradual que vinha ocorrendo foi quebrado por um período de falta de componentes para a confecção de semicondutores, em concordância ao que foi evidenciado anteriormente. Após a resolução desse problema, o crescimento do setor de *Data Center* alcançou taxas elevadíssimas, fazendo-o atingir patamares altíssimos. Tal acontecimento decorreu do crescimento mundial da demanda por inteligência artificial, que beneficiou a Nvidia pelo fato dela possuir a tecnologia mais avançada do mercado e capacidade de atender a essa procura crescente.<sup>11 12 13</sup>

<sup>11</sup> The Register, 21/12/2023.

<sup>12</sup> CNBC, 14/12/2023.

<sup>13</sup> Market Insider, 25/05/2023.

Gráfico 13: Crescimento da Receita



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados dos formulários 10-Q da Nvidia, AMD e Intel (2024).

Nota: O ano fiscal da empresa começa no início de fevereiro. Assim, o ano fiscal é contado com base no ano de término. E. g., o trimestre iniciado em 02/2023 e finalizado em 04/2023 é o 24Q1.

Enquanto isso, suas principais concorrentes, a AMD e a Intel, não conseguiram converter esse aumento da demanda em receita, como pode ser visto no Gráfico 13. Essa situação se deveu a dois fatores principais. Primeiro, enquanto o setor ainda sofria com problemas nas cadeias de produção, a Nvidia conseguiu restabelecer sua manufatura e fez sua receita voltar a crescer, atendendo à demanda. Isso foi possível, pois, segundo seu CEO, eles “manufaturam no máximo de lugares que conseguirem”, tendo assim uma grande resiliência devido à ampla quantidade de parceiros que possui. Além disso, o segundo fator é a superioridade tecnológica evidente dos produtos da empresa, destacada por diversos especialistas na área, o que também fica explícito pela preferência que as grandes companhias dão pelos seus produtos. O segundo deve receber a maior das importâncias, tendo em vista que as firmas

precisam da tecnologia mais avançada de inteligência artificial para se manterem competitivas no mercado atual.<sup>14 15 16</sup>

Além das duas concorrentes citadas, outras vêm desenvolvendo seus próprios chips de inteligência artificial para diminuir suas dependências dos produtos da Nvidia, como a Microsoft e a Alphabet.<sup>17</sup> Sendo essas empresas com receitas anuais de centenas de bilhões de dólares, elas possuem capacidade financeira para criar seus próprios microchips de alta performance. Contudo, para manter tais componentes competitivos com os da Nvidia, que mais que dobram de velocidade a cada ano, elas precisariam permanecer investindo no setor quantias elevadíssimas de capital constantemente pelos próximos anos. Tudo isso apenas para atenderem suas próprias demandas internas, o que não é muito vantajoso do ponto de vista financeiro.

Contudo, há uma companhia na qual a Nvidia precisa tomar o devido cuidado para não perder um de seus maiores mercados, a Huawei. Após a criação das limitações de venda de semicondutores para a China, a Huawei, gigante chinesa de tecnologia, começou a produzir e comercializar os seus próprios.<sup>18</sup> Como se vê no Gráfico 14, o mercado chinês não é um no qual a Nvidia pode se dar ao luxo de perder espaço. Por conta disso, tomaram-se diversos esforços para manter sua relevância no país mesmo com as proibições e aumento nos impostos de exportação.

Outro aspecto interessante para se observar é que, como será visto posteriormente, mesmo nos produtos em que a IA não é o objeto comercializado, todas as suas mercadorias dependem dela para se manterem competitivos. Portanto, vemos que 100% da sua receita está condicionada à inteligência artificial, tendo em vista que, caso ela parasse de aplicar tais recursos, acabaria por perder um grande diferencial competitivo e se tornaria obsoleta no mercado. Do mesmo modo, caso ela pare de investir em P&D, eventualmente ela seria ultrapassada por concorrentes.

---

<sup>14</sup> LEK Consulting, 08/08/2023.

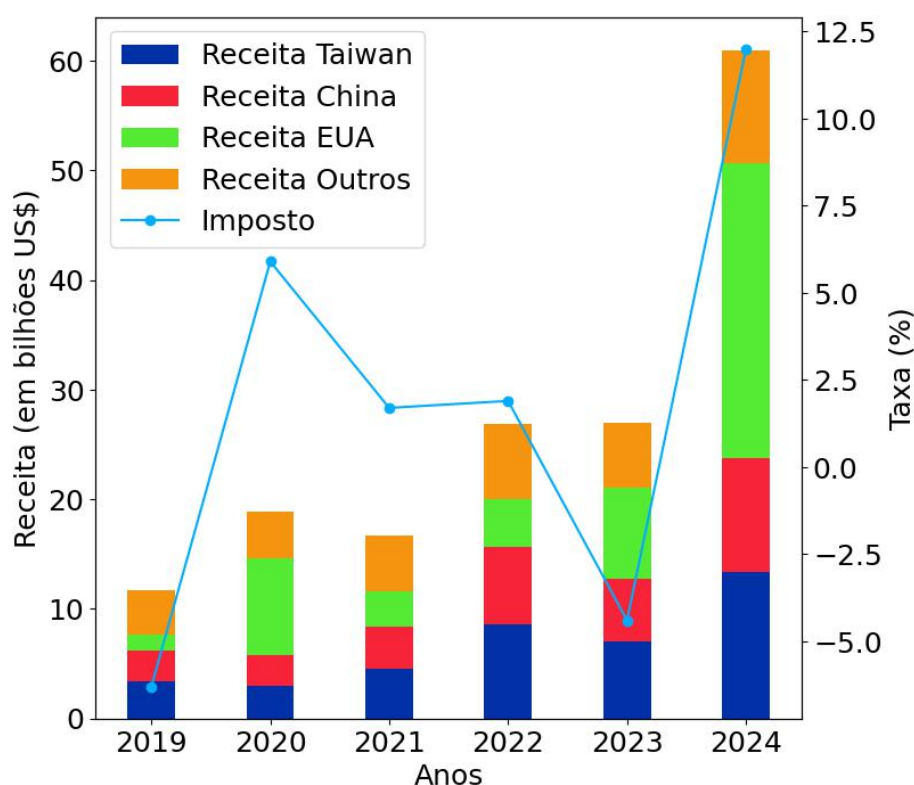
<sup>15</sup> Taipei Times, 31/05/2023, p. 12.

<sup>16</sup> Visual Capitalist, 25/08/2023.

<sup>17</sup> SiliconANGLE, 18/04/2023.

<sup>18</sup> South China Morning Post, 30/05/2024.

Gráfico 14: Receita por País x Imposto



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados dos reportes anuais da Nvidia (2024).

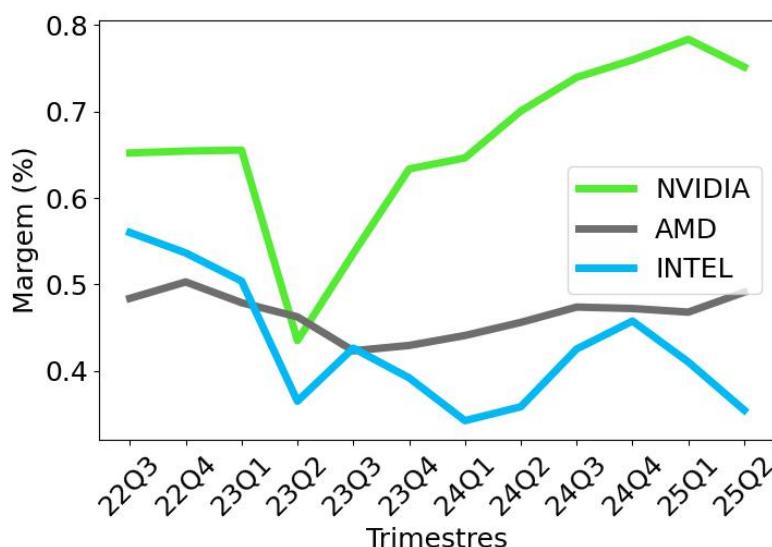
Nota 1: O ano fiscal da empresa começa no início de fevereiro. Assim, o ano fiscal é contado com base no ano de término. E. g., o trimestre iniciado em 02/2023 e finalizado em 04/2023 é o 24Q1.

Nota 2: Não necessariamente o último destino de seus produtos são o país para o qual ela os vende.

Analisemos, por fim, mais duas métricas financeiras, representadas no Gráfico 15 e no Gráfico 16. Vemos logo que a margem bruta esteve em um movimento de subida, atingindo seu pico no período de 25Q1, 78%, declinando em seguida para 75%. Isso se deve, principalmente, ao fato de seus produtos, mas principalmente o setor de *Data Center*, se beneficiarem de estrutura compartilhada com ganho de escala. Isso ocorre não só pelo fato de a maioria de seus gastos estar em P&D, mais especificamente no desenvolvimento das patentes, mas também pelo fato do setor de *Data Center* se favorecer especialmente de tal característica. Uma exemplificação desse segundo caso seria que desenvolver uma IA que reconhece cinquenta objetos é extremamente

custoso, mas fazê-la identificar outros dez demanda custos muito menores.<sup>19</sup> Assim, a Nvidia pode criar um modelo base e vendê-lo para empresas de diversos ramos, tendo apenas um custo marginal de aprendizagem da IA. Ademais, vemos que mesmo com as margens de suas concorrentes em bons níveis, sua margem bruta permanece extremamente acima, atingindo níveis muito elevados para qualquer tipo de indústria.

Gráfico 15: Margem Bruta



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados dos formulários 10-Q da Nvidia, AMD e Intel (2024).

Nota: O ano fiscal da empresa começa no início de fevereiro. Assim, o ano fiscal é contado com base no ano de término. E. g., o trimestre iniciado em 02/2023 e finalizado em 04/2023 é o 24Q1.

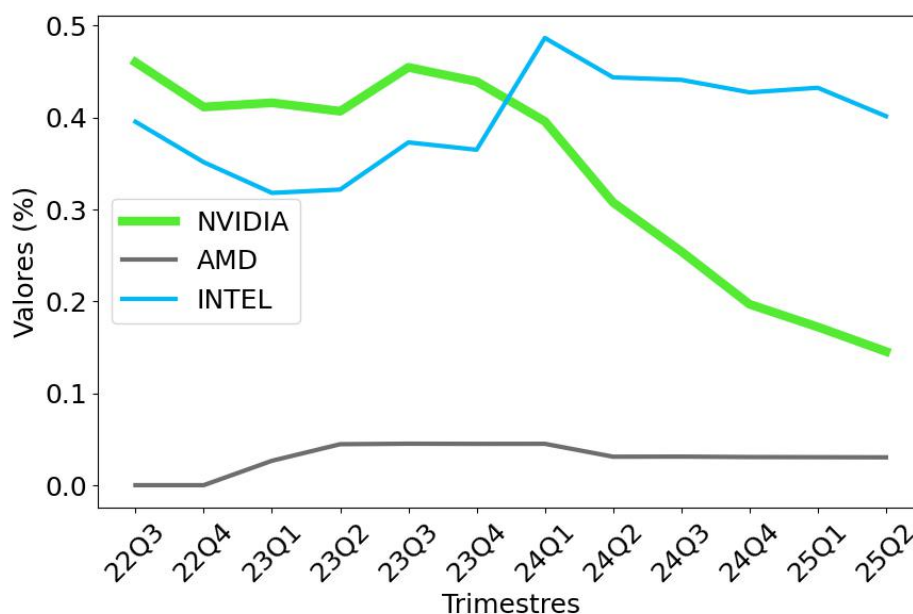
Além disso, vemos claramente uma queda gradual da alavancagem da Nvidia, a qual está sendo medida pela razão de sua dívida de longo prazo e seu patrimônio líquido. Tal situação demonstra não só que ela não precisou aumentar suas dívidas para garantir o aumento da receita percebido, como também numa análise mais minuciosa vemos que tal ganho da receita está se convertendo diretamente no patrimônio líquido. Podemos afirmar que a alavancagem de nenhuma das três empresas é elevada, porém, o caso da Nvidia é o único que

<sup>19</sup> Nvidia AI Inference Solutions.



apresenta queda relevante nos trimestres, ao passo que as demais se mantiveram constantes recentemente.

Gráfico 16: Alavancagem



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados dos formulários 10-Q da Nvidia, AMD e Intel (2024).

Nota: O ano fiscal da empresa começa no início de fevereiro. Assim, o ano fiscal é contado com base no ano de término. E. g., o trimestre iniciado em 02/2023 e finalizado em 04/2023 é o 24Q1.

## VI. ESTIMAÇÕES

Com o fim da análise da empresa, realizamos agora um exercício econométrico para averiguar a relevância que as ações da Nvidia possuem no S&P 500 para assim vermos o impacto da empresa e, de certa forma, sua inteligência artificial nas maiores bolsas de valores do mundo. Com isso, todas as etapas do processo de estimação foram feitas utilizando o software de programação Python. Tendo isso em mente, a primeira etapa foi observar se as variáveis eram estacionárias. Como se pode ver na Tabela 1, os resultados do p-valor no teste ADF não rejeitam a hipótese nula de que há raiz unitária e, portanto, as séries são não-estacionárias em todas as variáveis no nível de significância de 5%, apesar do VIX estar muito próximo desse valor. Assim, todas foram diferenciadas uma vez e submetidas novamente ao teste ADF, que enfim

rejeitou a hipótese nula e indicou que as séries temporais se tornaram estacionárias.

Com a indicação de que deveria ser feito o teste de cointegração, o teste Johansen foi realizado. Porém, antes disso, testamos o lag ideal, dado um limite estabelecido de 10. Modelos com lags pequenos tenderam a apresentar problemas de heterocedasticidade e autocorrelação, então, optamos em seguir o indicado pelo teste AIC, que indicou o uso de lag 10. No entanto, um lag tão elevado gerou dificuldades devido à instabilidade dos números, então preferimos utilizar um lag de 8. Tendo então um lag estabelecido, o teste Johansen ocorreu, culminando nos resultados da Tabela 2, que indica cointegração, tendo em vista que em três variáveis o valor Eigen ultrapassa o valor crítico em 95%. Assim, a ideia de se realizar um modelo VAR foi abandonada e escolhemos o modelo VECM para realizar o impulso-resposta.

Tabela 1: Resultados Sintetizados dos Testes ADF

| Variáveis | p-valor (nível) | p-valor (diff) |
|-----------|-----------------|----------------|
| Yield     | 0,448645        | 1,134360e-14   |
| NVDA      | 0,998739        | 3,249319e-05   |
| SP500     | 0,942879        | 1,055438e-15   |
| VIX       | 0,052976        | 1,150220e-16   |
| SOXX      | 0,901069        | 8,432505e-17   |
| XLK       | 0,782775        | 3,236700e-03   |

Fonte: Elaborado pelo autor com base na saída do software econométrico utilizando os dados do Investing.com (2024).

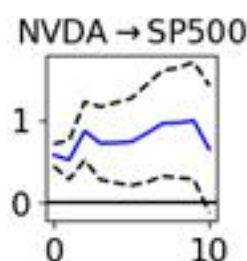
Tabela 2: Resultados Sintetizados do Teste de Cointegração Johansen

|   | V. Eigen | V.C. (95%) |
|---|----------|------------|
| 0 | 186,2274 | 95,7542    |
| 1 | 90,8144  | 69,8189    |
| 2 | 48,4738  | 47,8545    |
| 3 | 20,7968  | 29,7961    |
| 4 | 10,3938  | 15,4943    |
| 5 | 3,4130   | 3,8415     |

Fonte: Elaborado pelo autor com base na saída do software econométrico utilizando os dados do Investing.com (2024).

No Gráfico 17, a variável que impulsiona é aquela que está antes da seta no título, enquanto aquela que está sendo impulsionada é a que vem em seguida. Assim, devemos focar aqui no impulso-resposta que a Nvidia tem sobre o S&P, deixando os demais no Apêndice A. Nisso, podemos observar claramente que um choque na Nvidia gera um efeito positivo e significativo no S&P que demora alguns períodos até encontrar seu valor máximo. Dessa forma, podemos sugerir que, além do impacto direto inicial que as ações da Nvidia têm sobre o índice, há um efeito defasado ao longo de muitas semanas que pode indicar uma resposta positiva do restante do mercado com relação ao aumento do uso da inteligência artificial.

Gráfico 17: Impulso-Resposta



Fonte: Elaborado pelo autor com base na saída do software econométrico utilizando os dados do Investing.com (2024).

Tabela 3: Resultados dos P-Valores dos Testes de Autocorrelação, Heterocedasticidade e Normalidade dos Resíduos

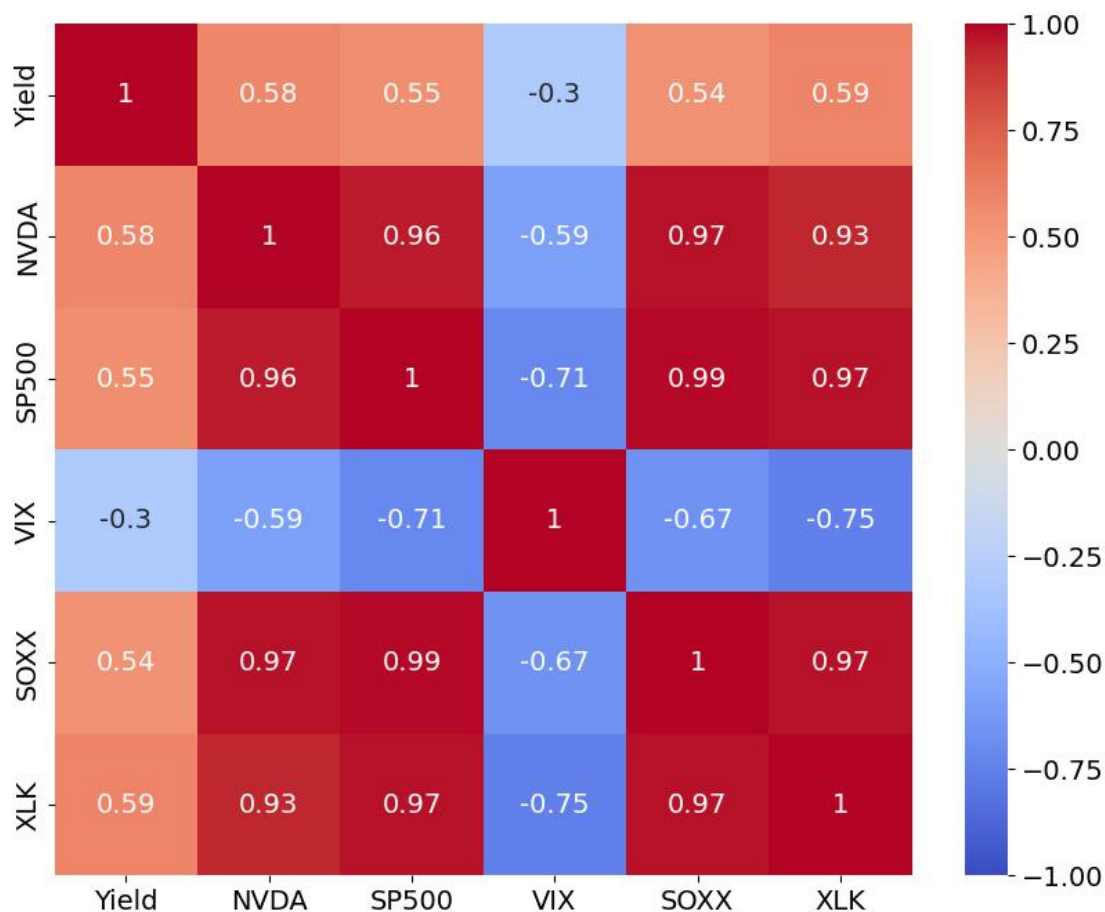
| Teste                | Resíduos Y | Resíduos N | Resíduos SP | Resíduos V | Resíduos SO | Resíduos XL |
|----------------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| <b>Ljung-Box</b>     | 0,868778   | 0,553105   | 0,879499    | 0,497570   | 0,638089    | 0,552276    |
| <b>Breusch-Pagan</b> | 0,748252   | 0,577113   | 0,347710    | 0,853458   | 0,495866    | 0,368534    |
| <b>Jarque-Bera</b>   | 0,560124   | 0,318621   | 0,450951    | 0,849733   | 0,479208    | 0,294718    |

Fonte: Elaborado pelo autor com base na saída do software econométrico utilizando os dados do Investing.com (2024).

No entanto, devemos conferir se o modelo está bem especificado realizando os devidos testes. Então, deve realizar os testes de diagnóstico, sendo eles os testes de autocorrelação, heterocedasticidade e de normalidade. Os resultados presentes na Tabela 3 indicaram não haver problemas desse tipo no modelo, o que é positivo na validação do modelo. Porém, devemos ainda

observar a hipótese de que há presença de multicolinearidade entre as variáveis para testarmos se há distorção do desvio padrão.

Gráfico 18: Matriz de Correlação



Fonte: Elaborado pelo autor com base na saída do software econométrico utilizando os dados do Investing.com (2024).

De fato, há uma altíssima multicolinearidade entre a maioria das variáveis, conforme pode ser visto na Tabela 7, presente no Apêndice. Utilizando desses resultados, elaboramos o Gráfico 18, uma matriz de correlação. É evidente uma altíssima correlação entre os preços da Nvidia, S&P 500, SOXX e XLK. Então. Para resolver o problema da distorção dos desvios padrões do modelo VECM seria necessário remover algumas variáveis e ainda realizar outras modificações provavelmente. Entretanto, encontrar uma forte relação entre Nvidia e S&P 500 foi a força motriz desse exercício econométrico desde o início, além de que já se era esperado considerando as variáveis trabalhadas. Por isso, encontrar uma contundente correlação entre as variáveis é, na verdade, um resultado positivo

e esperado. Inferimos, portanto, que não só os movimentos da Nvidia foram positivamente significativos na evolução do S&P 500 entre o início de 2023 até a metade de 2024, mas também de todo o setor de tecnologia e semicondutores.

## VII. CONCLUSÃO

Com base na análise apresentada, podemos supor que a Nvidia, utilizando de seu conhecimento adquirido em inteligência artificial, está se tornando uma empresa que move cada vez mais o mundo com suas inovações.

Primeiramente, classificamos a IA como a revolução tecnológica que ela é, transformando todas as áreas. Depois, vimos o mercado que ela participa, desagregando-o em subsetores, tornando assim possível perceber o protagonismo que a inteligência artificial tomou da parte gráfica. Nisso, percebemos também a situação de altíssima concentração na qual ela atua, agindo quase numa situação de monopólio. Em seguida, foi possível ver toda sua estrutura fortemente consolidada, com um histórico de constantes inovações e uma base financeira fortemente positiva. Por fim, realizamos um exercício com um modelo VECM, no qual foi possível ver um impulso-resposta relevante da Nvidia no S&P 500 que, além do choque inicial, gerou um efeito gradual positivo. Então, sugerimos que isso pode advir do aumento do uso de IA pelas empresas, o que está aumentando o valor de suas operações. Porém, encontramos multicolinearidade entre as variáveis, indicando a distorção dos desvios padrões, mas reforçou-se o argumento da alta relevância da empresa nas bolsas norte-americanas.

Dessa forma, podemos supostamente inferir que a IA desenvolvida pela Nvidia está tendo papel singular no desenvolvimento tecnológico e econômico norte-americano e mundial. Mantida sua base sólida e atuação em áreas de elevado potencial, acreditamos que o patamar no qual ela pode chegar é de difícil mensuração, tendo assim, possivelmente, um futuro muito promissor.

## VIII. REFERÊNCIAS

ADVANCED MICRO DEVICES, INC. **Relação com Investidores**. Disponível em: <https://ir.amd.com/>. Acesso em: 10 set. 2024.

AKOUSTIS TECHNOLOGIES, INC. **Relação com Investidores**. Disponível em: <https://ir.akoustis.com/>. Acesso em: 10 set. 2024.

AMBARELLA, INC. **Relação com Investidores**. Disponível em: <https://investor.ambarella.com/>. Acesso em: 10 set. 2024.

BAUMOL, William. **The Free-Market Innovation Machine**. Princeton: Princeton University Press, 2004.

BOFF, Hugo; RESENDE, Marcelo. **Concentração Industrial**. In: HASENCLEVER, Lia; KUPFER, David. (Org.). *Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

BROADCOM INC. **Relação com Investidores**. Disponível em: <https://investors.broadcom.com/>. Acesso em: 10 set. 2024.

BUENO, Rodrigo. **Econometria de séries temporais**. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

CNBC. **Intel unveils new AI chip to compete with Nvidia and AMD**. Disponível em: <https://www.cnbc.com/2023/12/14/intel-unveils-gaudi3-ai-chip-to-compete-with-nvidia-and-amd.html>. Acesso em: 10 set. 2024.

DE NEGRI, Fernanda. **Novos caminhos para a inovação no Brasil**. Washington (DC): Wilson Center, 2018.

FAGERBERG, Jan; MOWERY, David; NELSON, Richard. **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2005.

FINANTIAL TIMES. **The golden age of AI-generated art is here. It's going to get weird**. Disponível em: <https://www.ft.com/content/073ea888-20d7-437c-8226-a2dd9f276de4>. Acesso em: 10 set. 2024.

FREEMAN, Chris; SOETE, Luc. **The Economics of Industrial Innovation**. 3ª edição. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1997.

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. **Relação com Investidores**. Disponível em: <https://www.huawei.com/en/bond-investor-relations>. Acesso em: 09 ago. 2024.

INTEL CORPORATION. **Relação com Investidores**. Disponível em: <https://www.intc.com/>. Acesso em: 10 set. 2024.

INTERNATIONAL BUSINESS TIMES. **Big Tech Stocks Led Wall Street Gains In 2023 — What Is Next?** Disponível em: <https://www.ibtimes.com/big-tech-stocks-led-wall-street-gains-2023-what-next-3719444>. Acesso em: 10 set. 2024.

INVESTING.COM. **EUA a 10 anos - Juros de Título**. Investing.com, 2023. Disponível em: <https://br.investing.com/rates-bonds/u.s.-10-year-bond-yield-historical-data>. Acesso em: 10 jul. 2024.

INVESTING.COM. **Nvidia Corporation (NVDA)**. Investing.com, 2023. Disponível em: <https://br.investing.com/equities/nvidia-corp-historical-data>. Acesso em: 10 jul. 2024.

INVESTING.COM. **SOXX - iShares Semiconductor ETF**. Investing.com, 2023. Disponível em: <https://br.investing.com/etfs/ishares-phlx-sox-semiconductor-historical-data>. Acesso em: 10 jul. 2024.

INVESTING.COM. **S&P 500 (SPX)**. Investing.com, 2023. Disponível em: <https://br.investing.com/indices/us-spx-500-historical-data>. Acesso em: 10 jul. 2024.

INVESTING.COM. **S&P 500 VIX (VIX)**. Investing.com, 2023. Disponível em: <https://br.investing.com/indices/volatility-s-p-500-historical-data>. Acesso em: 10 jul. 2024.

INVESTING.COM. **XLK - The Technology Select Sector SPDR® Fund**. Investing.com, 2023. Disponível em: <https://br.investing.com/etfs/spdr-select-sector---technology-historical-data>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LEK CONSULTING. **Navigating chip shortages and the Nvidia frenzy**. Disponível em: <https://www.lek.com/insights/tmt/us/ei/navigating-chip-shortages-and-nvidia-frenzy>. Acesso em: 17 ago. 2024.

MACOM TECHNOLOGY SOLUTIONS HOLDINGS, INC. **Relação com Investidores**. Disponível em: <https://ir.macom.com/>. Acesso em: 10 set. 2024.

MALERBA, Fraco; ORSENIGO, Luigi. **Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific**. Research Policy, 25(3), p. 451–478, 1996.

MARKET INSIDER. **Nvidia closes in on the \$1 trillion market-cap club as the chipmaker's stock pops on glowing forecasts driven by the AI boom.** Disponível em: <https://markets.businessinsider.com/news/stocks/nvidia-nears-1-trillion-market-cap-earnings-estimates-artificial-intelligence-2023-5>. Acesso em: 10 set. 2024.

MARVELL TECHNOLOGY, INC. **Relação com Investidores.** Disponível em: <https://investor.marvell.com/>. Acesso em: 10 set. 2024.

NVE CORPORATION. **Relação com Investidores.** Disponível em: <https://www.nve.com/investors>. Acesso em: 10 set. 2024.

NVIDIA BLOG. **What's Up? Watts Down — More Science, Less Energy.** Disponível em: <https://blogs.nvidia.com/blog/gpu-energy-efficiency-nersc/>. Acesso em: 10 set. 2024.

NVIDIA CORPORATION. **Relação com Investidores.** Disponível em: <https://investor.nvidia.com/>. Acesso em: 10 set. 2024.

NVIDIA CORPORATION. **AI Inference Solutions.** Disponível em: <https://www.nvidia.com/en-us/solutions/ai/inference/>. Acesso em: 10 set. 2024.

NXP SEMICONDUCTORS N.V. **Relação com Investidores.** Disponível em: <https://www.nxp.com/company/about-nxp/investor-relations:INVESTOR-RELATIONS>. Acesso em: 10 set. 2024.

OPENAI. **ChatGPT.** Disponível em: <https://openai.com/chatgpt/>. Acesso em: 10 set. 2024.

PIXELWORKS, INC. **Relação com Investidores.** Disponível em: <https://www.pixelworks.com/en/investors>. Acesso em: 10 set. 2024.

QORVO, INC. **Relação com Investidores.** Disponível em: <https://ir.qorvo.com/>. Acesso em: 10 set. 2024.

RICHARDSON, George. **The Organisation of Industry.** The Economic Journal, Vol. 82, N.º 327, p. 883–896, setembro/1972.

ROGERS, Everett. **Diffusion of Innovations.** 5ª edição. Nova Iorque: Free Press, 2003.



SCHUMPETER, Joseph. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961.

SCHUMPETER, Joseph. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**. Os Economistas. São Paulo: Nova Cultura, 1997.

SILICOMANGLE. **Microsoft reportedly developing its own AI chip named 'Athena'**. Disponível em: <https://siliconangle.com/2023/04/18/microsoft-reportedly-developing-ai-chip-named-athena/>. Acesso em: 10 set. 2024.

SILICOM LTD. **Relação com Investidores**. Disponível em: <https://www.silicom-usa.com/investor-presentations/>. Acesso em: 10 set. 2024.

SKYWORKS SOLUTIONS, INC. **Relação com Investidores**. Disponível em: <https://investors.skyworksinc.com/>. Acesso em: 10 set. 2024.

SOUTH CHINA MORNING POST. **Tech war: Huawei races to fill void left by Nvidia in China, with home-grown chips becoming popular components in 'AI boxes'**. Disponível em: <https://www.scmp.com/tech/tech-war/article/3264575/tech-war-huawei-races-fill-void-left-nvidia-china-home-grown-chips-becoming-popular-components-ai>. Acesso em: 10 set. 2024.

STANFORD REPORT. **Engineering professor explains semiconductors**. Disponível em: <https://news.stanford.edu/stories/2023/09/stanford-explainer-semiconductors>. Acesso em: 10 set. 2024.

TAIPEI TIMES. **Nvidia diversifying supply chain**. Disponível em: <https://www.taipeitimes.com/News/biz/archives/2023/05/31/2003800694>. Acesso em: 17 ago. 2024.

TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING COMPANY. **Relação com Investidores**. Disponível em: <https://investor.tsmc.com/>. Acesso em: 10 set. 2024.

THE REGISTER. **Why Nvidia and AMD are roasting each other over AI performance claims**. Disponível em: <https://www.theregister.com/2023/12/21/nvidia amd benchmarks/>. Acesso em: 10 set. 2024.

VISUAL CAPITALIST. **Nvidia vs. AMD vs. Intel: Comparing AI Chip Sales.** Disponível em: <https://www.visualcapitalist.com/nvidia-vs-amd-vs-intel-comparing-ai-chip-sales/>. Acesso em: 17 ago. 2024.

WOLFSPEED, INC. **Relação com Investidores.** Disponível em: <https://investor.wolfspeed.com/overview/default.aspx>. Acesso em: 10 set. 2024.

## IX. APÊNDICE A — ALGUNS RESULTADOS DE TESTES

Tabela 4: Resultados do Teste ADF em Nível

|   | Variable | ADF Stat. | p-value  | Cri. Val. (1%) | Cri. Val. (5%) | Cri. Val. (10%) |
|---|----------|-----------|----------|----------------|----------------|-----------------|
| 0 | Yield    | -1.666124 | 0.448645 | -3.518281      | -2.899878      | -2.587223       |
| 1 | NVDA     | 2.053667  | 0.998739 | -3.528890      | -2.904440      | -2.589656       |
| 2 | SP500    | -0.162210 | 0.942879 | -3.518281      | -2.899878      | -2.587223       |
| 3 | VIX      | -2.838542 | 0.052976 | -3.518281      | -2.899878      | -2.587223       |
| 4 | SOXX     | -0.451882 | 0.901069 | -3.518281      | -2.899878      | -2.587223       |
| 5 | XLK      | -0.915650 | 0.782775 | -3.518281      | -2.899878      | -2.587223       |

Fonte: Saída do software econométrico elaborada pelo autor utilizando os dados do Investing.com (2024).

Tabela 5: Resultados do Teste ADF Após Uma Diferenciação

|   | Variable | ADF Stat. | p-value      | Cri. Val. (1%) | Crit. Val. (5%) | Cri. Val. (10%) |
|---|----------|-----------|--------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 0 | D_Yield  | -8.906461 | 1.134360e-14 | -3.519481      | -2.900395       | -2.587498       |
| 1 | D_NVDA   | -4.915758 | 3.249319e-05 | -3.528890      | -2.904440       | -2.589656       |
| 2 | D_SP500  | -9.309982 | 1.055438e-15 | -3.519481      | -2.900395       | -2.587498       |
| 3 | D_VIX    | -9.688952 | 1.150220e-16 | -3.519481      | -2.900395       | -2.587498       |
| 4 | D_SOXX   | -9.742299 | 8.432505e-17 | -3.519481      | -2.900395       | -2.587498       |
| 5 | D_XLK    | -3.769371 | 3.236700e-03 | -3.528890      | -2.904440       | -2.589656       |

Fonte: Saída do software econométrico elaborada pelo autor utilizando os dados do Investing.com (2024).

Tabela 6: Resultados do Teste Johansen

|   | Eigenvalue | Cri. Val. (90%) | Cri. Val. (95%) | Cri. Val. (99%) |
|---|------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0 | 186.227382 | 91.1090         | 95.7542         | 104.9637        |
| 1 | 90.814397  | 65.8202         | 69.8189         | 77.8202         |
| 2 | 48.473756  | 44.4929         | 47.8545         | 54.6815         |
| 3 | 20.796849  | 27.0669         | 29.7961         | 35.4628         |
| 4 | 10.393769  | 13.4294         | 15.4943         | 19.9349         |
| 5 | 3.413012   | 2.7055          | 3.8415          | 6.6349          |

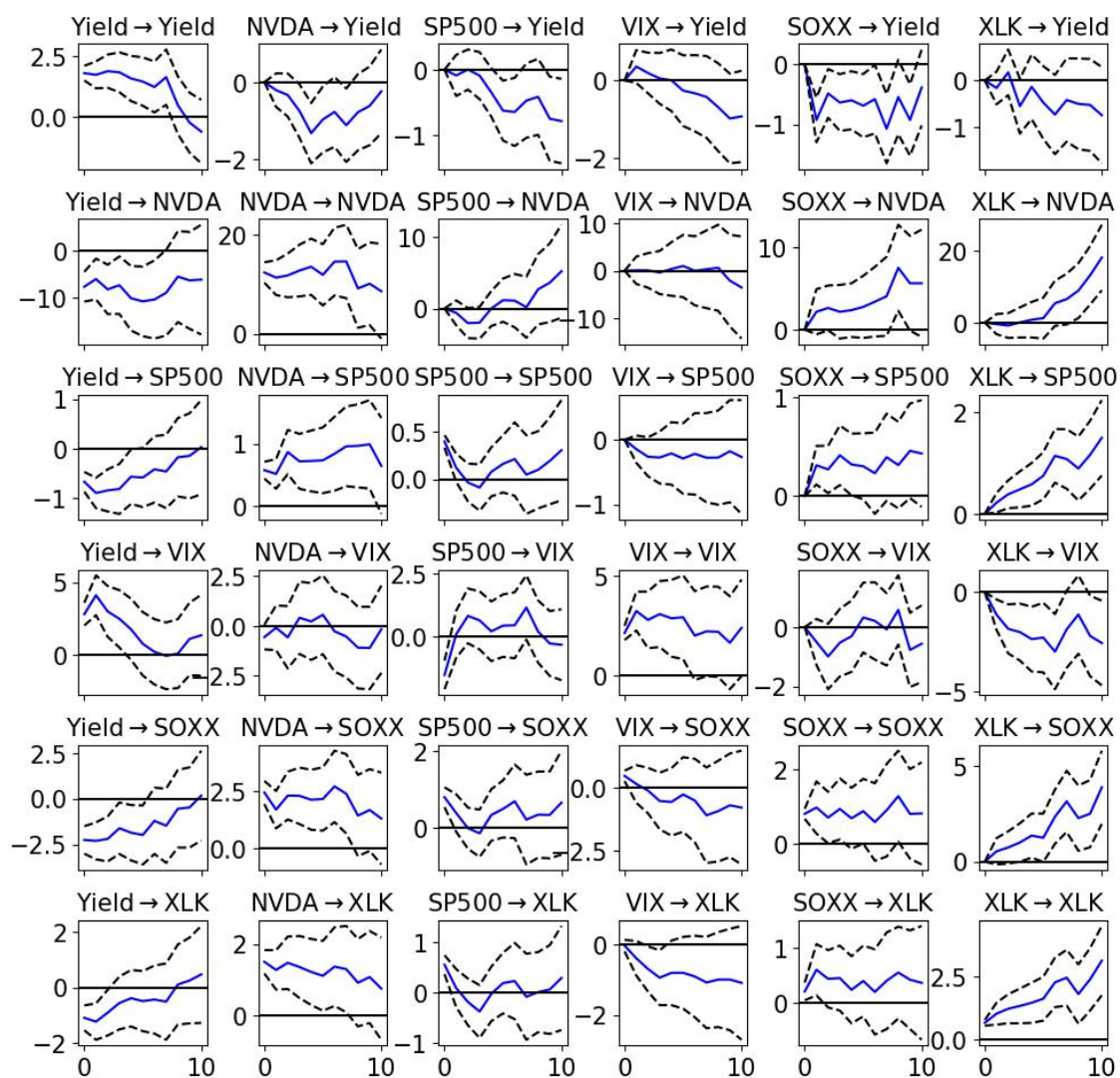
Fonte: Saída do software econométrico elaborada pelo autor utilizando os dados do Investing.com (2024).

Tabela 7: Resultados do Teste de Multicolinearidade

| Variance Inflation Factor (VIF) for Multicollinearity: |          |               |    |          |               |
|--------------------------------------------------------|----------|---------------|----|----------|---------------|
|                                                        | Variable | VIF           |    | Variable | VIF           |
| 0                                                      | L1.Yield | 2993.126863   | 24 | L5.Yield | 4112.400607   |
| 1                                                      | L1.NVDA  | 1905.976693   | 25 | L5.NVDA  | 3184.554818   |
| 2                                                      | L1.SP500 | 99799.726000  | 26 | L5.SP500 | 268413.213843 |
| 3                                                      | L1.VIX   | 681.963724    | 27 | L5.VIX   | 1362.044670   |
| 4                                                      | L1.SOXX  | 8983.606267   | 28 | L5.SOXX  | 17676.485615  |
| 5                                                      | L1.XLK   | 38072.630176  | 29 | L5.XLK   | 61041.187461  |
| 6                                                      | L2.Yield | 4107.235583   | 30 | L6.Yield | 3409.678573   |
| 7                                                      | L2.NVDA  | 3771.056710   | 31 | L6.NVDA  | 3175.298382   |
| 8                                                      | L2.SP500 | 170157.220409 | 32 | L6.SP500 | 164891.688501 |
| 9                                                      | L2.VIX   | 1135.638338   | 33 | L6.VIX   | 1045.007266   |
| 10                                                     | L2.SOXX  | 15939.530579  | 34 | L6.SOXX  | 14476.647086  |
| 11                                                     | L2.XLK   | 62448.359272  | 35 | L6.XLK   | 52175.052504  |
| 12                                                     | L3.Yield | 3682.301272   | 36 | L7.Yield | 4312.771386   |
| 13                                                     | L3.NVDA  | 4056.564559   | 37 | L7.NVDA  | 4429.531905   |
| 14                                                     | L3.SP500 | 165549.704935 | 38 | L7.SP500 | 143267.588584 |
| 15                                                     | L3.VIX   | 1085.636829   | 39 | L7.VIX   | 1054.812475   |
| 16                                                     | L3.SOXX  | 17583.599764  | 40 | L7.SOXX  | 14403.473399  |
| 17                                                     | L3.XLK   | 61069.902289  | 41 | L7.XLK   | 47521.683544  |
| 18                                                     | L4.Yield | 4202.864555   | 42 | L8.Yield | 2610.773709   |
| 19                                                     | L4.NVDA  | 3202.685577   | 43 | L8.NVDA  | 2256.477147   |
| 20                                                     | L4.SP500 | 223884.280864 | 44 | L8.SP500 | 89014.485359  |
| 21                                                     | L4.VIX   | 1124.408301   | 45 | L8.VIX   | 650.483634    |
| 22                                                     | L4.SOXX  | 17055.023219  | 46 | L8.SOXX  | 10506.049536  |
| 23                                                     | L4.XLK   | 61144.365973  | 47 | L8.XLK   | 27799.904331  |

Fonte: Saída do software econométrico elaborada pelo autor utilizando os dados do Investing.com (2024).

Gráfico 19: Impulsos-Respostas



Fonte: Elaborado pelo autor com base na saída do software econométrico utilizando os dados do Investing.com (2024).