

**FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS**  
**ESCOLA DE MATEMÁTICA APLICADA**

**SÁVIO VINÍCIUS COSTA DO AMARAL**

**ESTRATÉGIA QUANTAMENTAL: SELEÇÃO DE AÇÕES DA BOLSA  
DE VALORES BRASILEIRA**

Rio de Janeiro  
2023

**SÁVIO VINÍCIUS COSTA DO AMARAL**

**ESTRATÉGIA QUANTAMENTAL: SELEÇÃO DE AÇÕES DA BOLSA  
DE VALORES BRASILEIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentada  
para a Escola de Matemática Aplicada  
(FGV/EMAp) como requisito para o grau de  
bacharel em Matemática Aplicada.

Orientador: Rafael Martins de Souza

Rio de Janeiro

2023

Ficha catalográfica elaborada pela BMHS/FGV

Sobrenome, Nome

Estratégia Quantamental: Seleção de Ações da Bolsa de Valores Brasileira/ Sávio Vinícius Costa do Amaral. – 2023.

51f.

Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Matemática Aplicada.

Advisor: Rafael Martins de Souza.

Includes bibliography.

1. Matemática 2. Aplicada 2. na matemática I. Sobrenome professor, Nome professor II. Escola de Matemática Aplicada III. Estratégia Quantamental

**SÁVIO VINÍCIUS COSTA DO AMARAL**

**ESTRATÉGIA QUANTAMENTAL: SELEÇÃO DE AÇÕES DA BOLSA  
DE VALORES BRASILEIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentada para a Escola de  
Matemática Aplicada (FGV/EMAp) como requisito para o  
grau de bacharel em Matemática Aplicada.

E aprovado em / /  
Pela comissão organizadora

---

Rafael Martins de Souza  
Escola de Matemática Aplicada

---

Convidado 1  
Instituição 1

---

Convidado 2  
Instituição 2

# Agradecimentos

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a conclusão deste trabalho:

Primeiramente, aos meus pais, cujo apoio e sábios conselhos foram fundamentais em cada passo desta jornada, mesmo a longa distância. Amo vocês.

Ao Centro para o Desenvolvimento de Ciências e Matemática (CDMC), agradeço pela incrível oportunidade de estudo na FGV. Guardo um carinho especial por toda a equipe envolvida nessa iniciativa.

Expresso minha gratidão a todos os professores que moldaram minha trajetória acadêmica, desde os educadores da CETI Augustinho Brandão, pelos quais tenho grande respeito e carinho, até os professores da graduação. Em particular, meu agradecimento ao meu orientador, Professor Rafael Martins, por aceitar me conduzir neste projeto com dedicação e sabedoria.

Agradeço, também, aos amigos feitos durante a faculdade e aos membros do time de futsal da FGV, cujas amizades tornaram os longos dias de estudo mais leves e significativos.

A cada um de vocês, o meu mais sincero obrigado por fazerem parte desta jornada e por tornarem este momento ainda mais especial.

*“É preciso força pra sonhar e perceber que a  
estrada vai além do que se vê”*

*Los Hermanos*

# Resumo

Este estudo apresenta uma estratégia de investimento quantamental que integra elementos da análise fundamentalista e análise quantitativa. Os objetivos principais da pesquisa são analisar o desempenho da estratégia em setores específicos, como saúde, varejo, bancário e elétrico, e avaliar sua performance em comparação com o índice Ibovespa.

Os resultados indicam que a estratégia quantamental demonstrou um desempenho superior nos setores mencionados, consolidando seu êxito em diferentes contextos de mercado. Além disso, a estratégia consistentemente superou o índice Ibovespa, evidenciando sua robustez e habilidade para gerar retornos atrativos.

O estudo contribui para uma compreensão aprofundada e implementação bem-sucedida da abordagem quantamental na bolsa de valores brasileira. Os resultados positivos sugerem que a fusão da análise fundamentalista com a abordagem quantitativa pode conferir uma vantagem estratégica significativa aos investidores. Este trabalho oferece insights valiosos para profissionais do mercado financeiro e acadêmicos interessados na convergência entre análise fundamental e estratégias quantitativas.

Palavras-chave: investimento quantamental, análise fundamentalista, análise quantitativa, estratégia de investimento, bolsa de valores brasileira.

# Abstract

This study introduces a quantamental investment strategy that integrates elements from both fundamental and quantitative analysis. The primary objectives of the research are to analyze the strategy's performance in specific sectors such as healthcare, retail, banking, and utilities, and to evaluate its performance in comparison to the Ibovespa index.

The results indicate that the quantamental strategy demonstrated superior performance in the mentioned sectors, solidifying its success across diverse market contexts. Additionally, the strategy consistently outperformed the Ibovespa index, highlighting its robustness and capability to generate attractive returns.

The study contributes to a comprehensive understanding and successful implementation of the quantamental approach in the Brazilian stock market. The positive outcomes suggest that the fusion of fundamental analysis with quantitative methodology can provide a significant strategic advantage for investors. This work offers valuable insights for professionals in the financial market and academics interested in the convergence between fundamental analysis and quantitative strategies.

**Keywords:** quantamental investment, fundamental analysis, quantitative analysis, investment strategy, Brazilian stock market.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Neste exemplo, foram considerados oito indicadores para a análise fundamentalista. . . . .	19
Figura 2 – Cálculo do z-score . . . . .	20
Figura 3 – Cálculo do Score-Fundamentalista . . . . .	20
Figura 4 – Variação dos indicadores usado no F-score-max . . . . .	23
Figura 5 – Pontuação de cada empresa no F-score-max . . . . .	23
Figura 6 – Agregado das pontuações de cada empresa . . . . .	24
Figura 7 – Cálculo do score-quantitativo . . . . .	25
Figura 8 – Cálculo do score-quantamental . . . . .	25
Figura 9 – Retorno da estratégia no setor bancário - gráfico . . . . .	28
Figura 10 – Retorno da estratégia no setor bancário - tabela . . . . .	28
Figura 11 – Retorno da estratégia no setor da saúde - gráfico . . . . .	29
Figura 12 – Retorno da estratégia no setor da saúde - tabela . . . . .	29
Figura 13 – Retorno da estratégia no setor do varejo - gráfico . . . . .	30
Figura 14 – Retorno da estratégia no setor do varejo - tabela . . . . .	31
Figura 15 – Retorno da estratégia no setor do varejo com métricas otimizadas - gráfico	31
Figura 16 – Retorno da estratégia no setor do varejo com métricas otimizadas - tabela	32
Figura 17 – Retorno da estratégia no setor elétrico - tabela . . . . .	32
Figura 18 – Retorno da estratégia no setor elétrico - gráfico . . . . .	33
Figura 19 – Retorno da estratégia no setor elétrico com métricas otimizadas - tabela	33
Figura 20 – Retorno da estratégia no setor elétrico com métricas otimizadas - gráfico	34
Figura 21 – Estratégia x NASDAQ - gráfico . . . . .	35
Figura 22 – Estratégia x NASDAQ - tabela . . . . .	35
Figura 23 – Estratégia x Ibovespa - gráfico . . . . .	36
Figura 24 – Estratégia x Ibovespa - tabela . . . . .	36
Figura 25 – Exemplo do Score-Fundamentalista aplicando oito múltiplos a oito empresas . . . . .	44
Figura 26 – Exemplo do Score-Quantitativo para 16 empresas . . . . .	48
Figura 27 – Retorno mensal do setor bancário com peso ponderado . . . . .	51



# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>11</b>
2.1	Abordagem Fundamentalista	11
2.1.1	Top-Down	12
2.1.2	Bottom-Up	12
2.2	Abordagem Quantitativa	12
2.3	Abordagem Quantamental	13
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>16</b>
3.1	Coleta de Dados	16
3.2	Implementação dos códigos	16
3.3	Abordagem de Pesquisa	16
3.3.1	Abordagem Fundamentalista	16
3.3.2	Abordagem Quantitativa	20
3.3.3	Estratégia Quantamental	25
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>27</b>
4.1	Desempenho em setores individuais	27
4.1.1	Setor bancário	27
4.1.2	Setor de saúde:	29
4.1.3	Setor varejista:	30
4.1.4	Setor elétrico:	32
4.2	Desempenho contra o NASDAQ	34
4.3	Desempenho contra o Ibovespa	36
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>38</b>
	<b>Referências</b>	<b>39</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>40</b>
	<b>APÊNDICE A – ANÁLISE DAS FUNÇÕES</b>	<b>41</b>
A.1	zscore2	41
A.2	Analise_Fund	41
A.3	Analise_Quant	44

<b>A.4</b>	<b>Benchmark . . . . .</b>	<b>48</b>
------------	----------------------------	-----------

# 1 Introdução

No cenário dinâmico e desafiador do mercado financeiro, a busca por estratégias de investimento eficazes é crucial para investidores e profissionais do setor. Nesse contexto, a fusão entre métodos quantitativos e análises fundamentalistas tem ganhado destaque, oferecendo abordagens inovadoras para a tomada de decisões financeiras. Este estudo se propõe a explorar e analisar a aplicação da estratégia quantamental, um método híbrido que combina elementos da análise quantitativa com **insights** da análise fundamentalista, na seleção de ações na bolsa de valores brasileira.

A estratégia quantamental se fundamenta na utilização de algoritmos e modelos matemáticos avançados para processar grandes volumes de dados financeiros, aliados a uma compreensão aprofundada dos fundamentos das empresas. Este estudo busca investigar a viabilidade e a eficácia dessa abordagem na identificação e seleção de ações com potencial de desempenho acima da média no contexto específico do mercado de capitais brasileiro.

Este estudo propõe uma análise aprofundada do desempenho e dos resultados obtidos ao implementar a estratégia quantamental na bolsa de valores brasileira. Será conduzida uma avaliação detalhada, levando em consideração setores específicos, a fim de compreender a viabilidade e a pertinência desta abordagem em um ambiente tão dinâmico quanto o mercado de capitais nacional.

## 2 Referencial Teórico

Nesta seção, serão estabelecidos os princípios teóricos fundamentais que sustentam o desenvolvimento deste trabalho. Serão examinadas minuciosamente três abordagens distintas: a fundamentalista, o método quantitativo e o modelo quantamental. Especificamente, o modelo quantamental une princípios dessas duas escolas de pensamento. Cada abordagem apresenta características próprias e oferece uma variedade de métodos que os investidores empregam para avaliar ativos e embasar suas decisões.

### 2.1 Abordagem Fundamentalista

A análise fundamentalista, cuja base foi estabelecida por Benjamin Graham em sua obra "The Intelligent Investor" ([GRAHAM, 1973](#)), desempenha um papel crucial no mundo dos investimentos. Essa abordagem se concentra na avaliação dos fundamentos financeiros de ativos, como ações, títulos e outros instrumentos financeiros, e visa proporcionar uma compreensão sólida de seu valor intrínseco.

Pesquisas acadêmicas, como o estudo de Chen e Zhang ([CHEN; ZHANG, 2007](#)), têm fornecido uma base teórica sólida, respaldada por evidências empíricas, demonstrando a capacidade das variáveis contábeis em explicar os retornos transversais das ações. De acordo com essas pesquisas, o modelo desenvolvido consegue explicar aproximadamente 20% da variação nos retornos das ações, sendo os fatores relacionados com o fluxo de caixa responsáveis pela maior parte do poder explicativo.

Além disso, Lev e Thiagarajan ([LEV; THIAGARAJAN, 1993](#)) salientam que o objetivo central da análise fundamentalista é determinar o valor de uma ação com base em informações abrangentes sobre risco, lucro, crescimento e posicionamento competitivo, entre outros fatores. Suas pesquisas demonstraram uma relação estatisticamente significativa entre uma pontuação fundamentalista agregada, que avalia a qualidade dos ganhos de uma empresa, e o coeficiente de resposta aos ganhos. Em outras palavras, eles estabeleceram uma conexão direta entre as métricas fundamentais que avaliam a qualidade dos ganhos de uma empresa e a forma como esses ganhos evoluem em períodos subsequentes, reforçando a ideia de que as informações fundamentais são valiosas na previsão do desempenho futuro das empresas.

A análise fundamentalista oferece duas abordagens distintas: top-down e bottom-up, cada uma com sua própria ênfase e estratégias de avaliação de ativos ([MALTA; DE CAMARGOS, 2016](#)).

### 2.1.1 Top-Down

Na abordagem top-down, acredita-se que os movimentos de longo prazo da bolsa ocorram em função das variáveis macroeconômicas. Inicia-se com a avaliação das variáveis macroeconômicas, como PIB, inflação, taxas de juros e estabilidade política, para entender o ambiente de mercado. Posteriormente, são selecionados setores e indústrias com base em macrotendências, seguido pela escolha de ações individuais dentro desses setores. Esta abordagem ajuda na identificação de oportunidades em diferentes mercados e na diversificação do portfólio de acordo com os ciclos econômicos.

### 2.1.2 Bottom-Up

Na abordagem bottom-up, são as variáveis microeconômicas que causam mais impacto no preço de uma determinada ação. Começa-se com a análise de ações individuais, independentemente do setor. Isso envolve a avaliação das demonstrações financeiras, modelos de negócios, vantagens competitivas e potencial de crescimento das empresas. Posteriormente, compara-se o valor intrínseco das ações com seus preços de mercado, selecionando aquelas que estão subvalorizadas. Essa abordagem é valiosa para identificar oportunidades de investimento sólidas e se concentrar nos fundamentos e na qualidade das empresas.

Em resumo, a análise fundamentalista é uma ferramenta essencial para investidores de longo prazo em busca de oportunidades de valorização. Ela se concentra na avaliação minuciosa de empresas por meio de indicadores financeiros extraídos de seus demonstrativos contábeis, proporcionando uma visão sólida do histórico e do potencial de crescimento das companhias.

## 2.2 Abordagem Quantitativa

Conforme destacado por (BELL, 2016), a área das finanças quantitativas se dedica à aplicação de princípios matemáticos e estatísticos ao universo financeiro. A análise quantitativa, por sua vez, se refere à utilização de uma variedade de métodos e modelos matemáticos e estatísticos com o objetivo de estudar, monitorar os comportamentos de mercado e identificar oportunidades de investimento. Nesse cenário, os dados desempenham um papel essencial, permitindo a realização de análises retrospectivas e, com algumas limitações, a elaboração de previsões para movimentações futuras.

Uma das principais vantagens dessa abordagem reside em sua escalabilidade, que possibilita a análise de milhares de ativos de uma só vez. Além disso, a análise quantitativa contribui para a eliminação de vieses, muitas vezes inconscientes, e do componente emocional dos investidores ao tomar decisões.

A análise quantitativa frequentemente se apoia em dados derivados dos balanços das empresas para identificar padrões de comportamento e construir modelos que possam explicar ou antecipar as movimentações do mercado.

Uma abordagem quantitativa utiliza modelos estatísticos com múltiplos fatores para identificar fontes e padrões de ineficiência de mercado. Dados históricos são coletados e utilizados para analisar padrões de precificação, a partir dos quais modelos de retorno (conhecidos como "alpha") e risco são desenvolvidos. Em contraste com um portfólio fundamentado em análises qualitativas, um portfólio quantitativo típico inclui um grande número de ativos, enfatizando a diversificação como parte essencial da estratégia. A realocação do portfólio envolve ajustar a composição do mesmo ao longo do tempo, com base nas informações dos modelos que avaliam o "alpha" (um indicador de desempenho excedente) ou o risco. Se o "alpha" de um ativo diminui, o portfólio pode ser reequilibrado para incluir outros ativos com "alpha" mais elevado. Além disso, a abordagem quantitativa é frequentemente adaptável a novos mercados e classes de ativos, permitindo uma entrada ágil em novas oportunidades de investimento (MA, 2020).

Em resumo, a análise quantitativa nas finanças representa uma abordagem baseada em modelos matemáticos e estatísticos que oferece escalabilidade, eliminação de vieses e agilidade na gestão de portfólio, embora o entendimento dos fundamentos subjacentes permaneça essencial para o sucesso.

## 2.3 Abordagem Quantamental

A análise fundamentalista e a análise quantitativa representam duas abordagens distintas para avaliar o desempenho das empresas no mercado financeiro. No entanto, essas análises não são mutuamente excludentes. Pelo contrário, a ideia central por trás do investimento quantamental é que essas duas abordagens se complementem. Portanto, o investimento quantamental visa combinar análises quantitativas e fundamentalistas em todas as etapas do processo de investimento.

Conforme definido por (MA, 2020) o investimento quantamental é uma metodologia que se baseia na combinação de princípios fundamentalistas e quantitativos em diversos aspectos chave:

- Fonte de Alpha: Isso envolve a exploração das especificidades da empresa e das estatísticas de fatores para identificar oportunidades de desempenho excedente (alpha).
- Informação: Tanto informações históricas quanto prospectivas são consideradas na análise quantamental, fornecendo uma visão abrangente do cenário.

- Valor: O processo de investimento é personalizado, levando em consideração os objetivos e a estratégia de investimento.
- Portfólio: A estrutura do portfólio pode ser diversificada, cobrindo um espectro que varia de concentração a ampla cobertura de ativos.
- Vantagem: A abordagem quantamental busca combinar a profundidade da análise fundamentalista com a amplitude da análise quantitativa.

As abordagens fundamentalistas têm um foco mais pronunciado nas informações prospectivas que impactarão os preços dos ativos, enquanto as abordagens quantitativas concentram-se em dados históricos comprovadamente eficazes na previsão. Enquanto os gestores de portfólio fundamentalistas buscam um entendimento profundo das informações específicas da empresa, os analistas quantitativos adotam uma visão mais ampla, baseada em um grande número de empresas. Essa complementaridade entre as abordagens faz com que a combinação de ambas seja necessária e benéfica.

(MA, 2020) também aponta que existem várias maneiras de praticar o investimento quantamental, mas todas essas abordagens devem seguir alguns princípios-chave:

- Orientação pelos fundamentos : A análise deve ser baseada em princípios sólidos, evitando a mineração indiscriminada de dados. Isso garante uma análise aprofundada e fundamentada.
- As decisões de investimento devem ser baseadas em evidências e dados reais, evitando o viés pessoal e abrangendo uma variedade de informações.
- Processo de investimento sólido: O processo de investimento deve ser transparente e consistente ao longo do tempo.

Assim, uma estratégia de investimento quantamental pode ser desenvolvida seguindo as práticas a seguir:

- Fatores e modelo: Baseados na intuição fundamentalista, apoiados por dados históricos e refletindo informações prospectivas.
- Experiência: Suportada por testes históricos.
- Construção de portfólio: Incorporando alfa com informações prospectivas específicas da empresa.
- Estratégia: Alcançando desempenho por meio de um processo de investimento bem definido.

Portanto, um portfólio resultante dessas práticas é considerado um portfólio quantamental, que combina tanto profundidade quanto amplitude em sua abordagem.



## 3 Metodologia

Neste capítulo, são descritos os métodos e procedimentos utilizados na pesquisa, abrangendo a estratégia de pesquisa, a coleta de dados e as ferramentas e instrumentos empregados. No embasamento de pesquisa, foi incorporado o estudo de ([AHUJA, 2021](#)) .

### 3.1 Coleta de Dados

Todos os dados utilizados foram obtidos através da função *key\_metrics* do pacote [fundamentalanalysis](#), utilizando uma chave paga da API do [FinancialModelingPrep](#). Isso possibilitou o acesso confiável a demonstrações financeiras anuais e trimestrais com um histórico de mais de 30 anos.

### 3.2 Implementação dos códigos

Os códigos empregados nesta pesquisa foram exclusivamente desenvolvidos em Python, uma escolha intencional motivada pela notável flexibilidade dessa linguagem de programação. Essa flexibilidade permitiu o acesso eficiente às APIs relevantes para a coleta de dados, além da facilidade na implementação de gráficos que ilustram os resultados das análises realizadas, utilizando o pacote *quantstats*.

Com o compromisso de promover total transparência e replicabilidade, todos os scripts e notebooks utilizados estão disponíveis no repositório oficial do projeto, hospedado no GitHub. O repositório, contendo o conjunto completo de códigos-fonte, pode ser acessado através do link: [repositório](#)

### 3.3 Abordagem de Pesquisa

A metodologia de pesquisa será subdividida em três seções distintas: a primeira seção se concentrará na abordagem fundamentalista, a segunda explorará a abordagem quantitativa, e a terceira seção será dedicada à abordagem quantamental. Cada uma dessas seções será minuciosamente explicada e analisada, a fim de proporcionar uma compreensão aprofundada de cada abordagem.

#### 3.3.1 Abordagem Fundamentalista

A abordagem fundamentalista desempenha um papel crucial ao permitir a comparação e avaliação de uma empresa em relação às suas concorrentes ou dentro do mesmo setor.

Isso, por sua vez, auxilia na tomada de decisões de investimento, ajudando a identificar as oportunidades mais promissoras.

Na condução da pesquisa, serão analisados oito indicadores fundamentais/múltiplos, seguindo as diretrizes estabelecidas por (AHUJA, 2021). Esses indicadores desempenham um papel essencial na avaliação da saúde financeira de uma empresa em comparação com outras do mesmo setor. Além desses, outros quatro indicadores foram estrategicamente escolhidos com o objetivo de aprimorar a eficácia da estratégia, conforme será verificado no capítulo de análise dos resultados 4. Esses indicadores são:

- **Price to Earnings Ratio (P/E Ratio):**

O P/E Ratio avalia o preço da ação em relação aos lucros por ação e é calculado como:

$$\text{P/E Ratio} = \frac{\text{Preço da Ação}}{\text{Lucros por Ação}}$$

- **Price to Book Ratio (P/B Ratio) :**

O P/B Ratio compara o preço da ação com o valor contábil por ação e é calculado como:

$$\text{P/B Ratio} = \frac{\text{Preço da Ação}}{\text{Valor Contábil por Ação}}$$

- **Price to Sales Ratio (P/S Ratio) :**

O P/S Ratio mede o preço da ação em relação às receitas por ação e é calculado como:

$$\text{P/S Ratio} = \frac{\text{Preço da Ação}}{\text{Receitas por Ação}}$$

- **Enterprise Value to Sales Ratio (EV/Sales) :**

O Enterprise Value to Sales Ratio compara o valor da empresa com as receitas e é calculado como:

$$\text{EV/Sales} = \frac{\text{Valor da Empresa}}{\text{Receita Rotal de Vendas}}$$

- **Enterprise Value to Free Cash Flow (EV/FCF Ratio) :**

O Enterprise Value to Free Cash Flow avalia o valor da empresa em relação ao fluxo de caixa livre e é calculado como:

$$\text{EV/FCF Ratio} = \frac{\text{Valor da Empresa}}{\text{Fluxo de Caixa Livre}}$$

- **Enterprise Value to Cash from Operations (EV/OCF Ratio) :**

O Enterprise Value to Cash from Operations relaciona o valor da empresa com o fluxo de caixa gerado pelas operações e é calculado como:

$$\text{EV/OCF Ratio} = \frac{\text{Valor da Empresa}}{\text{Fluxo de Caixa Gerado pelas Operações}}$$

- **Price to Free Cash Flow Ratio (P/FCF Ratio) :**

O Price to Free Cash Flow Ratio avalia o preço da ação em relação ao fluxo de caixa livre e é calculado como:

$$\text{P/FCF Ratio} = \frac{\text{Preço da Ação}}{\text{Fluxo de Caixa Livre}}$$

- **Price to Operating Cash Flow Ratio (P/OCF Ratio) :**

O Price to Operating Cash Flow Ratio compara o preço da ação com o fluxo de caixa operacional e é calculado como:

$$\text{P/OCF Ratio} = \frac{\text{Preço da Ação}}{\text{Fluxo de Caixa Operacional}}$$

- **Enterprise Value to Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization (EV/EBITDA):**

O EV/EBITDA compara o valor da empresa com o lucro antes de juros, impostos, depreciação e amortização (EBITDA) e é calculado como:

$$\text{EV/EBITDA} = \frac{\text{Valor da Empresa}}{\text{EBITDA}}$$

- **Debt to Equity Ratio (D/E ratio) :**

A Debt to Equity Ratio mede a proporção entre dívida e patrimônio líquido e é calculada como:

$$\text{D/E ratio} = \frac{\text{Dívida Total}}{\text{Patrimônio Líquido}}$$

- **Debt to Assets Ratio (D/A ratio):**

A Debt to Assets Ratio avalia a relação entre dívida e ativos da empresa e é calculada como:

$$\text{D/A ratio} = \frac{\text{Dívida Total}}{\text{Ativos Totais}}$$

- **Net Debt to EBITDA Ratio :**

A Net Debt to EBITDA Ratio calcula a dívida líquida em relação ao lucro antes de juros, impostos, depreciação e amortização (EBITDA) e é calculada como:

$$\text{Net Debt to EBITDA Ratio} = \frac{\text{Dívida Líquida}}{\text{EBITDA}}$$

### Calculando o Score-Fundamentalista

Para determinar o Score-Fundamentalista de cada empresa, será empregado o inverso dos indicadores financeiros mencionados anteriormente.

Ao utilizar o inverso desses números, a etapa inicial envolve o cálculo do Z-score, uma medida que avalia a posição de uma amostra considerando tanto a média quanto a dispersão, expressa pelo desvio padrão. A lógica subjacente ao Z-score visa normalizar os índices e

eliminar qualquer viés para cada um dos indicadores financeiros. Após o cálculo do Z-score para cada empresa, o algoritmo de pontuação será aplicado com base na metodologia apresentada no [S&P Value bse Factor indices Paper](#). Este algoritmo é descrito da seguinte forma:

- Se  $\bar{Z}$  é maior que 0, então o Score-Fundamentalista será  $1 + \bar{Z}$
- Se o  $\bar{Z}$  é menor que 0, então o Score-Fundamentalista será  $1/(1 - \bar{Z})$
- Se o  $\bar{Z}$  é igual a 0, então o Score-Fundamentalista será 1

Em que  $\bar{Z}$  é a média dos Z-score

Para aprimorar a compreensão do processo a ser realizado, um exemplo isolado será empregado. Cinco empresas específicas - VALE3, PETR4, ITUB4, BBDC4 e B3SA3 - serão analisadas. Dessa forma, as etapas envolvidas no cálculo do Score-Fundamentalista para cada empresa serão demonstradas.

1. Carregar os dados de todos os indicadores financeiros de cada empresa

	peRatio	priceToSalesRatio	pbRatio	evToSales	debtToEquity	evToFreeCashFlow	debtToAssets	netDebtToEBITDA	Company
2017	11.876818	1.925564	1.46086	2.46023	0.502301	9.598741	0.22674	1.170846	VALE3.SA
2018	9.967969	1.86959	1.554627	2.230028	0.431215	8.96891	0.21507	0.817348	VALE3.SA
2019	-31.155454	1.807796	1.695133	2.127652	0.483365	9.509385	0.21117	0.697325	VALE3.SA
2020	17.691472	2.157831	2.415848	2.323281	0.562556	9.398815	0.218549	0.33183	VALE3.SA
2017	-715.888872	0.733402	0.816344	1.710087	1.369327	11.274541	0.434725	3.229933	PETR4.SA
2018	11.268518	0.954998	1.129781	1.787496	1.179135	10.470627	0.379884	2.092818	PETR4.SA
2019	12.536219	1.277208	1.334099	2.318468	1.188181	104.268417	0.379216	2.203985	PETR4.SA
2020	62.368087	1.325596	1.199063	2.514557	1.272798	5.865006	0.397547	2.07662	PETR4.SA
2017	11.587207	2.621298	2.054057	3.392245	1.69162	71.003964	0.158957	0.718714	ITUB4.SA
2018	14.436585	3.450787	2.628796	4.133215	2.270299	21.702243	0.199985	0.683379	ITUB4.SA
2019	13.327902	3.222941	2.639105	4.320943	2.944378	15.672503	0.246207	3.609811	ITUB4.SA
2020	20.49234	3.260386	2.158823	4.396696	2.094893	7.682777	0.14835	8.411148	ITUB4.SA

Figura 1 – Neste exemplo, foram considerados oito indicadores para a análise fundamentalista.

2. Calcular o z-score do inverso dessas amostras

	peRatio	priceToSalesRatio	pbRatio	evToSales	debtToEquity	evToFreeCashFlow	debtToAssets	netDebtToEBITDA	Company
2017	0.912353	0.206482	0.530490	0.693085	0.204668	0.155420	-0.476011	0.074517	VALE3.SA
2018	1.400779	0.254576	0.348269	0.958425	0.416213	0.229767	-0.340252	0.630650	VALE3.SA
2019	-2.610490	0.311130	0.112953	1.094872	0.254938	0.165368	-0.291538	0.947694	VALE3.SA
2020	0.074066	0.033570	-0.663789	0.844601	0.067217	0.177940	-0.382237	3.325787	VALE3.SA
2017	-1.680507	2.817724	2.915763	1.820619	-0.607867	-0.001945	-1.672966	-0.745229	PETR4.SA
2018	1.050038	1.839071	1.415839	1.660476	-0.531939	0.067260	-1.484588	-0.491962	PETR4.SA
2019	0.778196	1.021947	0.817553	0.850253	-0.536101	-0.805842	-1.481957	-0.528248	PETR4.SA
2020	-1.152490	0.933542	1.190121	0.637550	-0.572167	0.829417	-1.550937	-0.486351	PETR4.SA
2017	0.976102	-0.219883	-0.342006	-0.013134	-0.697553	-0.760181	0.590844	0.883442	ITUB4.SA
2018	0.460113	-0.503536	-0.811779	-0.347333	-0.794678	-0.435039	-0.141298	0.991755	ITUB4.SA
2019	0.634661	-0.440166	-0.818337	-0.413805	-0.859679	-0.254882	-0.673823	-0.794281	ITUB4.SA
2020	-0.159964	-0.451189	-0.446281	-0.439022	-0.770906	0.419449	0.846011	-1.032360	ITUB4.SA

Figura 2 – Cálculo do z-score

### 3. Calcular o algoritmo de pontuação

	Score-Fundamentalista	Company
2017	1.287625	VALE3.SA
2018	1.487303	VALE3.SA
2019	0.998119	VALE3.SA
2020	1.434644	VALE3.SA
2017	1.355699	PETR4.SA
2018	1.440524	PETR4.SA
2019	1.014475	PETR4.SA
2020	0.979035	PETR4.SA
2017	1.052204	ITUB4.SA
2018	0.834917	ITUB4.SA
2019	0.688450	ITUB4.SA
2020	0.797269	ITUB4.SA

Figura 3 – Cálculo do Score-Fundamentalista

Assim, é atribuída uma pontuação a cada empresa analisada, sendo que uma pontuação mais elevada indica que a empresa está mais desvalorizada em comparação com suas concorrentes ou pares de mercado.

### 3.3.2 Abordagem Quantitativa

A abordagem quantitativa desempenha um papel crucial ao possibilitar a comparação e avaliação do desempenho atual de uma empresa em relação aos trimestres anteriores. Isso implica que, ao analisar dados numéricos e métricas financeiras específicas ao longo do tempo, podem ser identificadas tendências, variações e mudanças significativas no desempenho financeiro da empresa.

Como base para a análise, referenciamos o trabalho realizado por *Hong-Yi Chen, National*

*Chengchi University, Taiwan e Cheng-Few Lee, Rutgers University, EUA.* Eles detalham a aplicação dos métodos F-score e G-score para realizar uma análise intra-empresa, contribuindo significativamente para a estrutura da abordagem.

### **F-score e G-score**

Os indicadores F-score e G-score desempenham papéis fundamentais na avaliação da solidez financeira de uma empresa e em sua capacidade de desempenho futuro. Esses indicadores podem ser denominados da seguinte forma:

- F-score-max : Esse conjunto de indicadores abrange métricas cuja expectativa é a redução trimestral e inclui:
  1. Return on Equity - O ROE mede a rentabilidade da empresa em relação ao patrimônio líquido, destacando sua eficácia na geração de lucro a partir de recursos próprios.
  2. Return on Tangible Assets - Avalia o retorno sobre os ativos tangíveis da empresa, que são os ativos físicos, como edifícios, equipamentos e instalações, medindo a eficiência no uso de ativos físicos para gerar lucro.
  3. Research and Development to Revenue - Relaciona os gastos com pesquisa e desenvolvimento ( P&D ) da empresa à sua receita total. Ela indica a proporção da receita que está sendo investida em P&D, o que pode ser um indicativo do compromisso da empresa com a inovação e o desenvolvimento de novos produtos.
  4. Current Ratio - Mede a capacidade da empresa de pagar suas dívidas de curto prazo com seus ativos de curto prazo.
- F-score-min : Este conjunto de indicadores compreende métricas que se espera que diminuam de trimestre para trimestre e inclui:
  1. Average Payables - Calcula a média das contas a pagar de uma empresa ao longo de um período de tempo específico, e é importante para avaliar a gestão do ciclo de pagamento.
  2. Days of Inventory on Hand - Representa o número médio de dias que a empresa leva para vender seu estoque. Quanto menor for o número de dias de estoque em mãos, mais eficiente é a gestão de estoque da empresa.
  3. Interest Debt per Share - Indica a dívida de juros total de uma empresa em relação ao número de ações em circulação. Ela ajuda a avaliar o grau de alavancagem financeira da empresa e sua capacidade de lidar com o pagamento de juros.

- G-score-max : Este conjunto de indicadores concentra-se em métricas que se espera que aumentem novamente, mas agora com foco em níveis de caixa e lucro líquido da empresa e inclui:
  1. Net Income per Share - Essa métrica fornece uma visão direta da rentabilidade da empresa em relação a cada ação em circulação. Um lucro líquido saudável por ação indica que a empresa está gerando lucro de forma eficaz, o que é um ponto positivo para os investidores.
  2. Free Cash Flow per Share - O fluxo de caixa livre é o dinheiro disponível após deduzir as despesas operacionais e os investimentos de capital. O fluxo de caixa livre por ação avalia a capacidade da empresa de gerar caixa disponível para distribuição aos acionistas ou para reinvestir em seu próprio crescimento. É uma métrica fundamental para avaliar a solidez financeira e a flexibilidade da empresa.
  3. Shareholders' Equity per Share - O patrimônio líquido por ação indica a parcela do patrimônio da empresa que pertence a cada acionista em termos de ações. Isso reflete a saúde financeira da empresa e a parte dos ativos que está disponível para os acionistas.
  4. Cash per Share - O dinheiro por ação mede a quantidade de dinheiro disponível da empresa dividido pelo número de ações em circulação. Essa métrica é importante porque reflete a liquidez da empresa e sua capacidade de responder a necessidades de curto prazo, como pagar dívidas ou aproveitar oportunidades de investimento.
  5. Book Value per Share - O valor contábil por ação é calculado dividindo o valor contábil total da empresa pelo número de ações em circulação. Ele representa o valor dos ativos da empresa após a dedução de suas obrigações. Essa métrica fornece uma visão do valor intrínseco das ações e pode ser usada para avaliar se as ações estão sendo negociadas a um preço justo no mercado

Essas métricas são essenciais para avaliar a força financeira de uma empresa e seu potencial de crescimento a longo prazo.

### **Calculando o Score-Quantitativo**

Para estabelecer o score quantitativo de cada empresa, será atribuída pontuação conforme o seguinte critério:

- Se a variação trimestral da pontuação do F-score-max e da pontuação do G-score-max for superior a 0, então +1 será concedido naquele local. E onde for menor que 0, -1 será dado como penalidade.

- Se a pontuação do F-score-min foi inferior a 0, +1 será atribuído naquele local. E onde a pontuação for superior a 0, será dada uma penalidade de -1. Este método é usado porque o F-score-min precisa ser reduzido trimestre a trimestre
- Agora que as pontuações de cada empresa foram estabelecidas com base em seus desempenhos nos trimestres anteriores, será calculado o z-score desses dados. Em seguida, aplicaremos o algoritmo de pontuação mostrado na análise fundamentalista para determinar o score-quantitativo.

Para uma melhor compreensão do processo que será realizado, utilizaremos o mesmo exemplo da análise fundamentalista. Assim, demonstraremos as etapas envolvidas no cálculo do Score- Quantitativo para cada empresa.

1. Carregar os dados de todos os indicadores financeiros usados de cada empresa

	roe	returnOnTangibleAssets	researchAndDdevelopmentToRevenue	currentRatio	Company
2017	0.205978	0.405115	-0.137470	-0.280636	VALE3.SA
2018	0.267976	0.408145	0.018832	0.161268	VALE3.SA
2020	-3.509782	-3.252607	-0.061172	0.358443	VALE3.SA
2019	-1.348859	-1.306381	0.156213	-0.266620	VALE3.SA
2018	-88.922494	-90.523856	0.176093	-0.216872	PETR4.SA
2017	-0.981903	-0.981592	0.002306	0.050861	PETR4.SA
2019	0.061436	0.134371	-0.006968	-0.347629	PETR4.SA
2020	-0.819342	-0.824368	-0.120703	0.082047	PETR4.SA
2018	0.027209	-0.038099	0.000000	0.259651	ITUB4.SA
2019	0.087433	0.031849	0.000000	-0.842419	ITUB4.SA
2017	-0.065897	-0.030122	0.000000	-0.002653	ITUB4.SA
2020	-0.467977	-0.551016	0.000000	0.830213	ITUB4.SA

Figura 4 – Variação dos indicadores usado no F-score-max

2. Pontuar cada empresa com base no seu desempenho nos trimestres anteriores, seguindo a regra vista anteriormente

	roe	returnOnTangibleAssets	researchAndDdevelopmentToRevenue	currentRatio	Company
2017	1	1	-1	-1	VALE3.SA
2018	1	1	1	1	VALE3.SA
2020	-1	-1	-1	1	VALE3.SA
2019	-1	-1	1	-1	VALE3.SA
2018	-1	-1	1	-1	PETR4.SA
2017	-1	-1	1	1	PETR4.SA
2019	1	1	-1	-1	PETR4.SA
2020	-1	-1	-1	1	PETR4.SA
2018	1	-1	-1	1	ITUB4.SA
2019	1	1	-1	-1	ITUB4.SA
2017	-1	-1	-1	-1	ITUB4.SA
2020	-1	-1	-1	1	ITUB4.SA

Figura 5 – Pontuação de cada empresa no F-score-max



3. Pegar o agregado do F-score-min , F-score-max e G-score-max para cada empresa

	<b>F-Score-Max</b>	<b>F-Score-Min</b>	<b>G-Score-Max</b>	<b>Company</b>
<b>2017</b>	0	1	6	VALE3.SA
<b>2018</b>	4	1	0	VALE3.SA
<b>2020</b>	-2	1	-2	VALE3.SA
<b>2019</b>	-2	-3	-4	VALE3.SA
<b>2018</b>	-2	-1	-4	PETR4.SA
<b>2017</b>	0	3	2	PETR4.SA
<b>2019</b>	0	-1	0	PETR4.SA
<b>2020</b>	-2	-1	0	PETR4.SA
<b>2018</b>	0	-3	4	ITUB4.SA
<b>2019</b>	0	-1	2	ITUB4.SA
<b>2017</b>	-4	-1	2	ITUB4.SA
<b>2020</b>	-2	1	4	ITUB4.SA

Figura 6 – Agregado das pontuações de cada empresa

4. Calcular o z-score e o algoritmo de pontuação desses dados a fim de obter o score quantitativo

	Score-Quantitativo	Company
2017	2.159316	VALE3.SA
2018	2.064070	VALE3.SA
2020	0.941653	VALE3.SA
2019	0.462835	VALE3.SA
2018	0.579161	PETR4.SA
2017	2.131860	PETR4.SA
2019	1.033225	PETR4.SA
2020	0.790379	PETR4.SA
2018	1.060681	ITUB4.SA
2019	1.263934	ITUB4.SA
2017	0.750217	ITUB4.SA
2020	1.630166	ITUB4.SA

Figura 7 – Cálculo do score-quantitativo

### 3.3.3 Estratégia Quantamental

A estratégia quantamental é uma abordagem inovadora que incorpora técnicas de análise fundamentalistas e quantitativas. Nesse sentido, o Score-Quantamental é formado pela combinação dos resultados do Score-Fundamentalista e do Score-Quantitativo. Esse método proporciona uma avaliação abrangente, integrando aspectos fundamentalistas e quantitativos na análise de ativos.

	Company	Score-Quantamental
2017	VALE3.SA	3.328847
2017	PETR4.SA	3.137167
2017	ITUB4.SA	1.740350
2017	BBDC4.SA	1.520235
2017	B3SA3.SA	1.639901
2018	VALE3.SA	3.651726
2018	PETR4.SA	2.022518
2018	ITUB4.SA	1.885672
2018	BBDC4.SA	1.262212
2018	B3SA3.SA	1.925404

Figura 8 – Cálculo do score-quantamental

No contexto deste estudo específico, a análise está concentrada em um conjunto restrito de apenas cinco empresas. Com base nesse conjunto restrito, a estratégia para a construção da

carteira pode, por exemplo, envolver a seleção das duas empresas com melhor classificação. Além disso, mantém-se a flexibilidade para decidir se a composição da carteira será equilibrada em termos de participação de cada empresa ou se será ponderada com base no indicador de desempenho denominado *Score-Quantamental*.

Isso proporciona uma pontuação que avalia o desempenho da empresa em relação aos seus pares e também em comparação com os trimestres anteriores. As empresas com as pontuações mais elevadas são aquelas que demonstraram um desempenho superior nos últimos trimestres e estão relativamente subvalorizadas em comparação com seus concorrentes.

A abordagem adotada inicia-se com uma análise minuciosa de setores individuais, na qual se busca identificar as empresas destacadas em cada segmento. Esse enfoque possibilita assegurar que essas empresas líderes apresentem uma base sólida do ponto de vista fundamentalista em comparação com seus concorrentes e demonstrem um desempenho consistente nos últimos trimestres. Após a análise setorial, a perspectiva é ampliada para incluir ações de todo o Ibovespa, aplicando-se essa mesma metodologia seletiva. Dessa forma, o processo abrange desde a identificação das melhores empresas em cada setor até a análise mais abrangente do mercado no contexto do Ibovespa.

## 4 Análise dos Resultados

Neste capítulo, os resultados das análises são apresentados e organizados em três seções distintas, proporcionando uma compreensão mais aprofundada do estudo. Inicialmente, os resultados da estratégia são examinados em setores individuais, com foco na obtenção de insights específicos sobre seu desempenho em carteiras setoriais. Em seguida, é replicado o estudo conduzido por (AHUJA, 2021), com ênfase na análise das 14 principais ações que compõem o NASDAQ, classificadas por capitalização de mercado, visando proporcionar uma comparação da estratégia adotada com o desempenho desse índice. Por fim, a estratégia é replicada no conjunto de ações do Ibovespa, permitindo uma comparação direta e aprofundada com o desempenho desse índice.

### 4.1 Desempenho em setores individuais

Em cada setor individual, os resultados da análise de uma carteira dedicada a investidores interessados exclusivamente naquele segmento são minuciosamente apresentados e discutidos. Para essa avaliação, foram empregadas o conjunto de oito métricas para análise fundamentalista, além de doze métricas para o cálculo do F-score (Max, Min) e G-Score na análise quantitativa, todas previamente mencionadas no estudo de (AHUJA, 2021) .

No entanto, diante de resultados menos satisfatórios em cenários específicos, foram integradas quatro métricas adicionais com o intuito de aprimorar a análise fundamentalista nesses contextos. Dessa forma, foi elaborada uma função denominada 'otimizador', com a finalidade de explorar todas as combinações possíveis dessas métricas, variando a quantidade utilizada de 6 a 12. O objetivo disso consiste em identificar a configuração que resulta no melhor retorno acumulado em um cenário específico.

#### 4.1.1 Setor bancário

Para a análise do setor bancário, foram selecionados 17 ações para constituir um benchmark representativo do setor. Posteriormente, uma carteira foi formulada, composta pelas 6 ações mais bem pontuadas pela estratégia quantamental. Os desempenhos resultantes foram os seguintes:

## Strategy Visualization

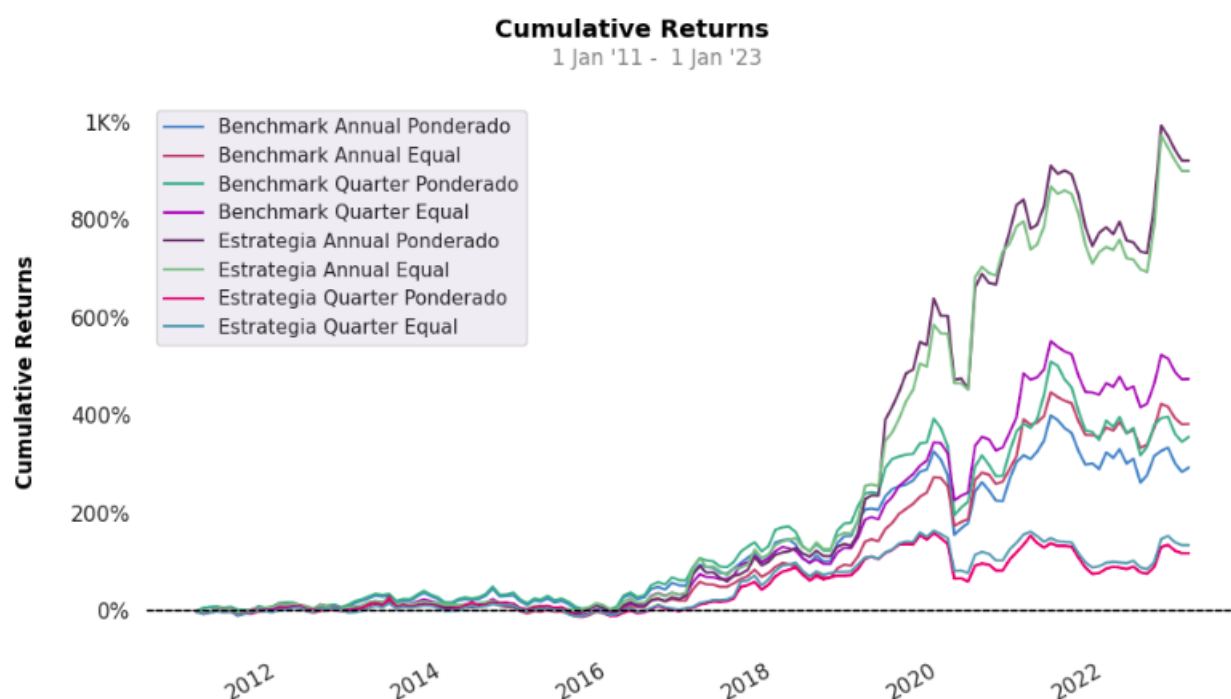


Figura 9 – Retorno da estratégia no setor bancário - gráfico

## Key Performance Metrics

Metric	Benchmark Annual Ponderado	Benchmark Annual Equal	Benchmark Quarter Ponderado	Benchmark Quarter Equal	Estrategia Annual Ponderado	Estrategia Annual Equal	Estrategia Quarter Ponderado	Estrategia Quarter Equal
Risk-Free Rate	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Time in Market	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Cumulative Return	282.39%	379.8%	343.94%	471.74%	919.17%	897.97%	116.22%	132.65%
CAGR %	8.08%	9.51%	9.01%	10.62%	14.39%	14.25%	4.57%	5.01%
Sharpe	2.66	3.37	2.86	3.65	3.75	3.94	1.85	2.01
Prob. Sharpe Ratio	97.4%	99.62%	98.17%	99.82%	99.99%	100.0%	91.36%	93.6%

Figura 10 – Retorno da estratégia no setor bancário - tabela

Observa-se que as estratégias empregando ajuste anual apresentaram desempenho superior ao benchmark do setor bancário, com destaque para a estratégia que utiliza pesos ponderados na composição da carteira. As carteiras correspondentes a cada estratégia estão disponíveis no notebook hospedado no repositório oficial do projeto.

### 4.1.2 Setor de saúde:

Para a análise do setor de saúde, foram selecionados 16 ações para constituir um benchmark representativo do setor. Posteriormente, uma carteira foi formulada, composta pelas 6 ações mais bem pontuadas pela estratégia quantamental. Os desempenhos resultantes foram os seguintes:

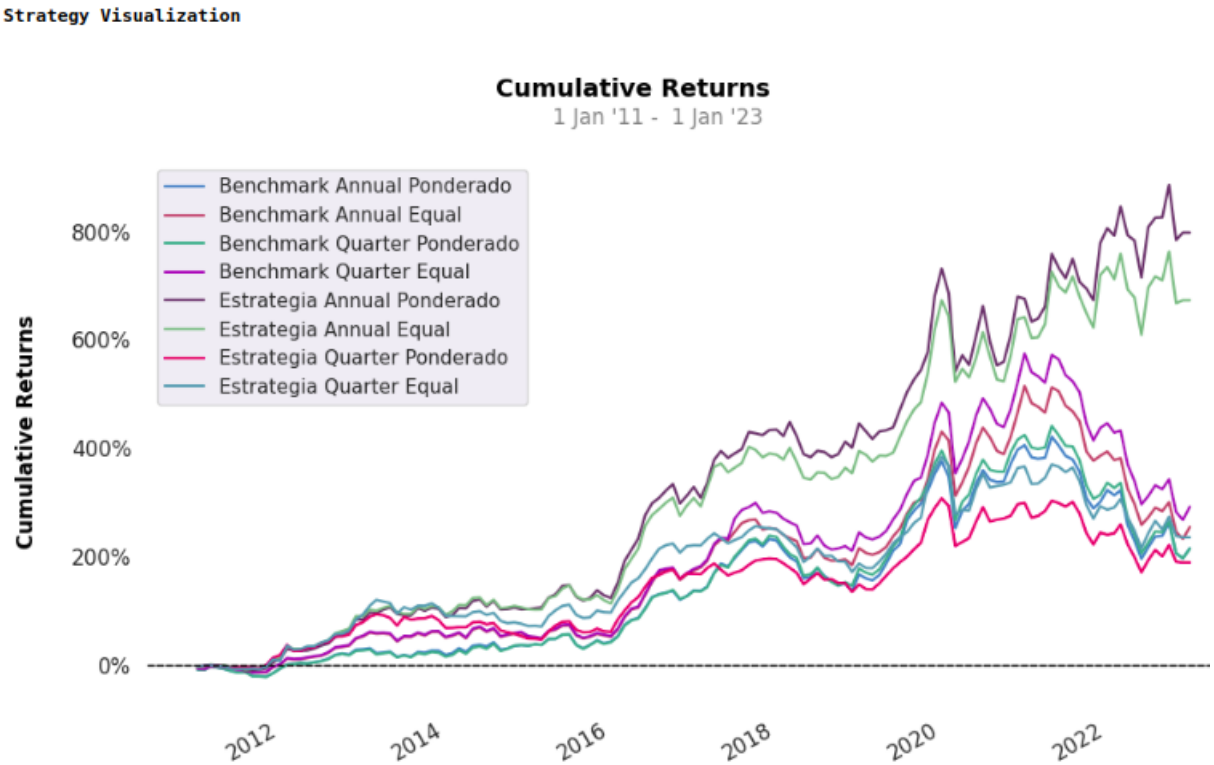


Figura 11 – Retorno da estratégia no setor da saúde - gráfico

Key Performance Metrics								
Metric	Benchmark Annual Ponderado	Benchmark Annual Equal	Benchmark Quarter Ponderado	Benchmark Quarter Equal	Estrategia Annual Ponderado	Estrategia Annual Equal	Estrategia Quarter Ponderado	Estrategia Quarter Equal
Risk-Free Rate	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Time in Market	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Cumulative Return	196.24%	231.82%	195.94%	266.96%	797.16%	672.21%	188.39%	234.83%
CAGR %	6.49%	7.19%	6.48%	7.82%	13.55%	12.57%	6.32%	7.25%
Sharpe	2.49	2.8	2.49	2.98	4.75	4.47	2.61	2.8
Prob. Sharpe Ratio	96.34%	97.95%	96.31%	98.51%	99.98%	99.98%	97.41%	98.53%

Figura 12 – Retorno da estratégia no setor da saúde - tabela

Observa-se que as estratégias empregando ajuste anual novamente apresentaram desempenho superior ao benchmark do setor de saúde, com destaque novamente para a estratégia que utiliza pesos ponderados na composição da carteira. As carteiras correspondentes a cada estratégia estão disponíveis no notebook hospedado no repositório oficial do projeto.

### 4.1.3 Setor varejista:

Para a análise do setor varejista, foram selecionados 14 ações para constituir um benchmark representativo do setor. Posteriormente, uma carteira foi formulada, composta pelas 6 ações mais bem pontuadas pela estratégia quantamental. Os desempenhos resultantes foram os seguintes

#### Strategy Visualization

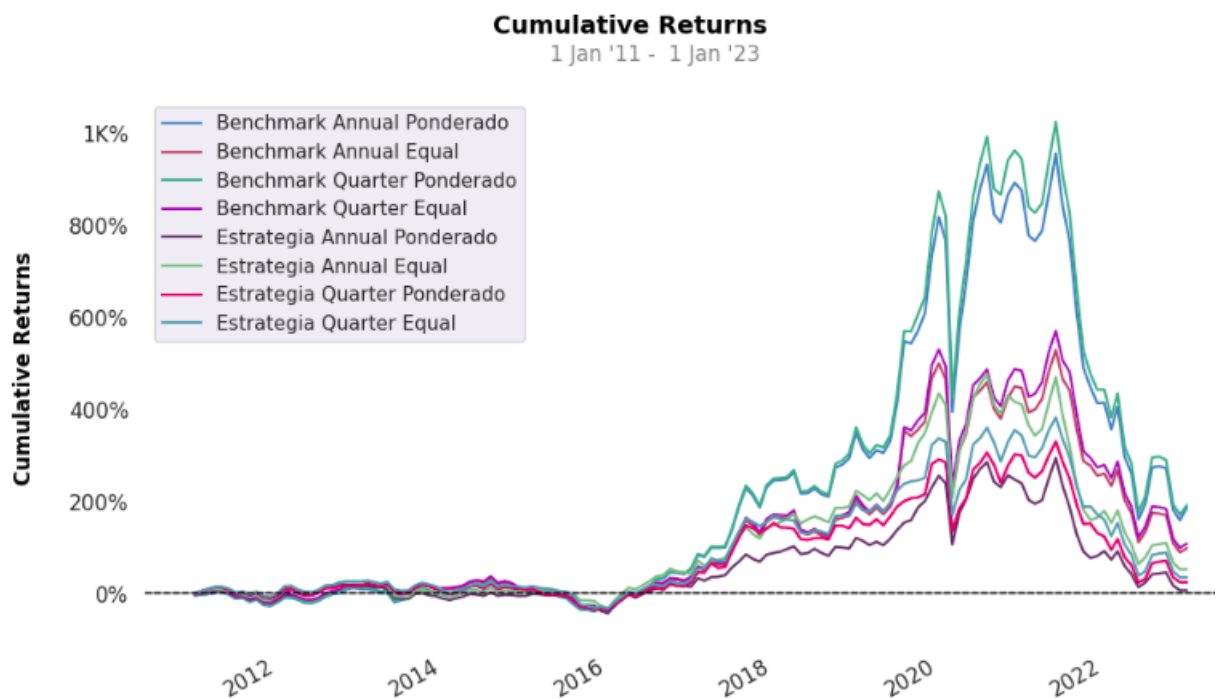


Figura 13 – Retorno da estratégia no setor do varejo - gráfico

## Key Performance Metrics

Metric	Benchmark Annual Ponderado	Benchmark Annual Equal	Benchmark Quarter Ponderado	Benchmark Quarter Equal	Estrategia Annual Ponderado	Estrategia Annual Equal	Estrategia Quarter Ponderado	Estrategia Quarter Equal
Risk-Free Rate	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Time in Market	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Cumulative Return	158.07%	88.41%	170.04%	98.1%	5.88%	51.51%	23.52%	33.97%
CAGR %	5.64%	3.74%	5.92%	4.04%	0.33%	2.43%	1.23%	1.71%
Sharpe	1.85	1.52	1.89	1.57	0.83	1.26	1.01	1.1
Prob. Sharpe Ratio	91.52%	87.13%	92.03%	87.92%	73.34%	82.45%	77.34%	79.37%

Figura 14 – Retorno da estratégia no setor do varejo - tabela

Por conta dos resultados menos satisfatórios foi necessário empregar a função *otimizador* informada anteriormente para aprimorar a estratégia nesse cenário. Os resultados obtidos com essas novas métricas fundamentalistas encontradas foram os seguintes:

## Strategy Visualization

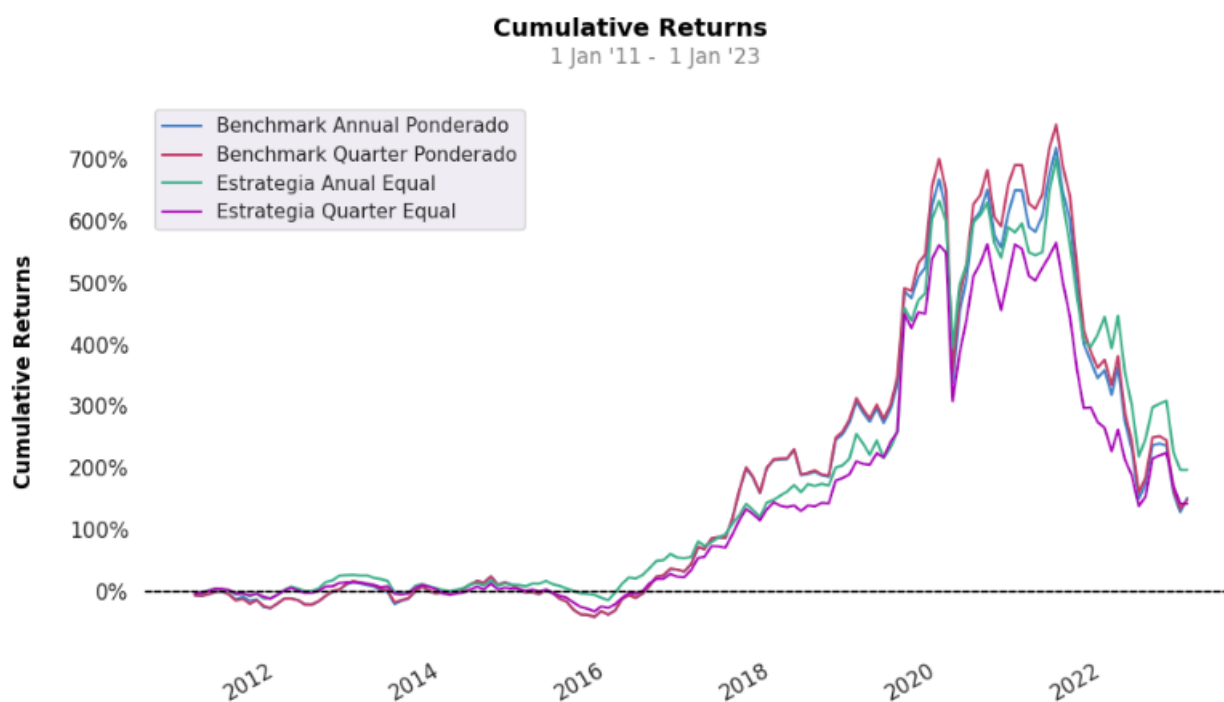


Figura 15 – Retorno da estratégia no setor do varejo com métricas otimizadas - gráfico



Key Performance Metrics				
Metric	Benchmark Annual Ponderado	Benchmark Quarter Ponderado	Estrategia Anual Equal	Estrategia Quarter Equal
Risk-Free Rate	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Time in Market	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Cumulative Return	127.2%	132.62%	195.62%	141.12%
CAGR %	4.87%	5.01%	6.48%	5.23%
Sharpe	1.71	1.74	2.02	1.78
Prob. Sharpe Ratio	89.95%	90.26%	94.86%	91.86%

Figura 16 – Retorno da estratégia no setor do varejo com métricas otimizadas - tabela

Observa-se que as novas estratégias com as métricas fundamentalistas melhoradas empregando ajuste trimestral e anual com pesos iguais na composição da carteira apresentaram desempenho superior ao benchmark do setor varejista, com destaque para a estratégia com reajuste da carteira anual. As carteiras correspondentes a cada estratégia estão disponíveis no notebook hospedado no repositório oficial do projeto.

#### 4.1.4 Setor elétrico:

Para a análise do setor elétrico, foram selecionados 25 ações para constituir um benchmark representativo do setor. Posteriormente, uma carteira foi formulada, composta pelas 10 ações mais bem pontuadas pela estratégia quantamental. Os desempenhos resultantes foram os seguintes:

Key Performance Metrics								
Metric	Benchmark Annual Ponderado	Benchmark Annual Equal	Benchmark Quarter Ponderado	Benchmark Quarter Equal	Estrategia Annual Ponderado	Estrategia Annual Equal	Estrategia Quarter Ponderado	Estrategia Quarter Equal
Risk-Free Rate	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Time in Market	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Cumulative Return	457.25%	441.09%	598.42%	452.92%	290.02%	327.48%	396.7%	398.93%
CAGR %	10.46%	10.27%	11.91%	10.41%	8.2%	8.78%	9.73%	9.75%
Sharpe	3.38	4.65	3.67	4.73	3.53	3.84	4.04	4.3
Prob. Sharpe Ratio	99.47%	99.97%	99.76%	99.97%	99.66%	99.83%	99.94%	99.98%

Figura 17 – Retorno da estratégia no setor elétrico - tabela

Strategy Visualization

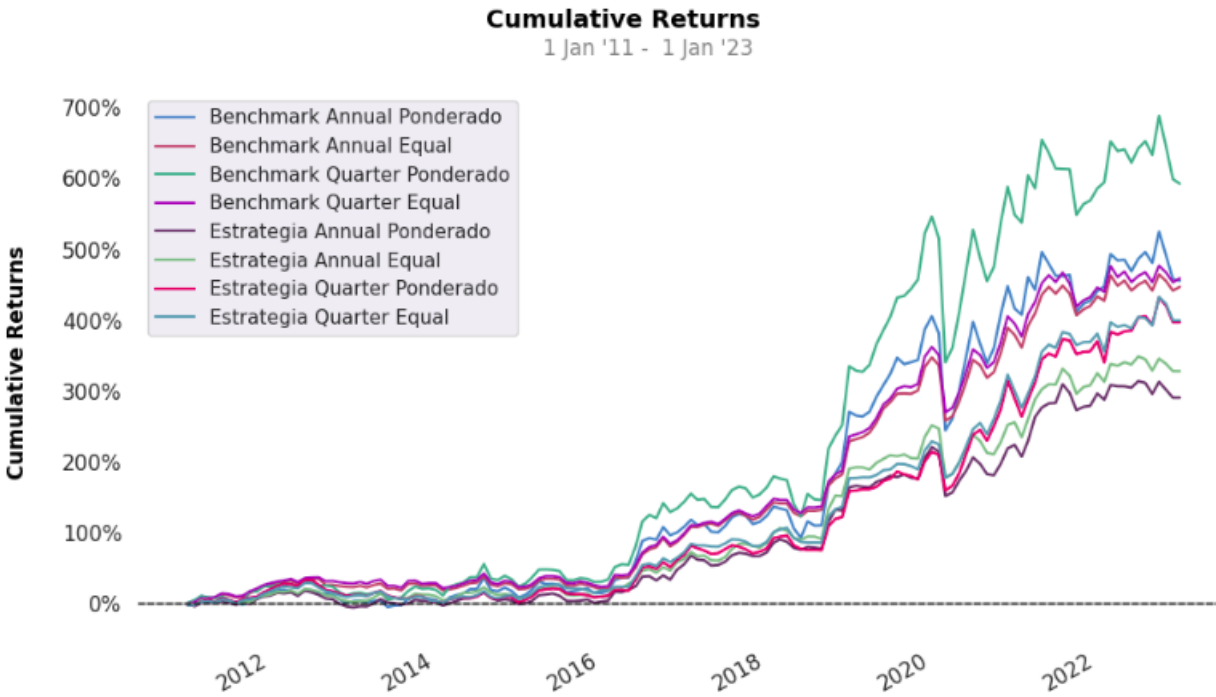


Figura 18 – Retorno da estratégia no setor elétrico - gráfico

Por conta dos resultados menos satisfatórios foi necessário o uso da função *otimizador* novamente para aprimorar a estratégia nesse cenário. Os resultados obtidos com essas novas métricas fundamentalistas utilizadas foram os seguintes:

Key Performance Metrics

Metric	Benchmark Annual Ponderado	Benchmark Quarter Ponderado	Estrategia Annual Equal	Estrategia Quarter Equal
Risk-Free Rate	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Time in Market	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Cumulative Return	457.25%	598.42%	570.97%	501.71%
CAGR %	10.46%	11.91%	11.65%	10.95%
Sharpe	3.38	3.67	4.75	4.61
Prob. Sharpe Ratio	99.47%	99.76%	99.99%	99.99%

Figura 19 – Retorno da estratégia no setor elétrico com métricas otimizadas - tabela

## Strategy Visualization

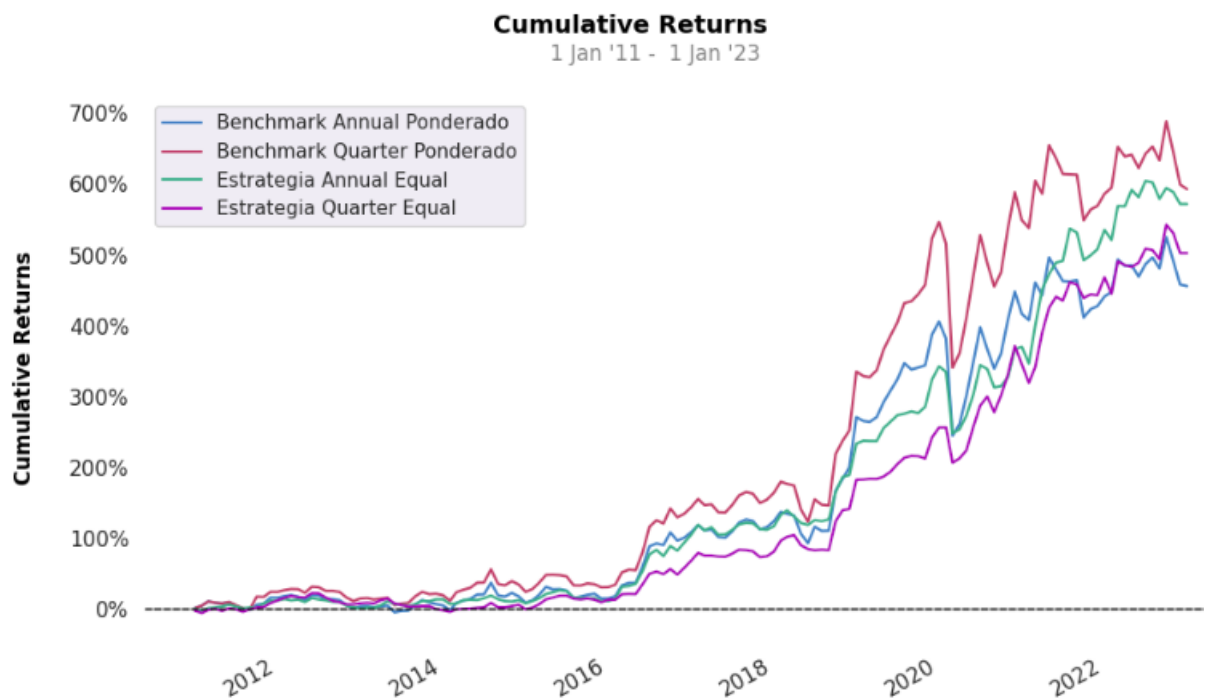


Figura 20 – Retorno da estratégia no setor elétrico com métricas otimizadas - gráfico

Observa-se que as novas estratégias, com reajuste anual e trimestral e pesos iguais na composição da carteira, apresentaram desempenho bastante próximo do maior retorno encontrado no benchmark do setor elétrico. As carteiras correspondentes a cada estratégia estão disponíveis no notebook hospedado no repositório oficial do projeto.

É notável que a implementação da função otimizadora evidenciou melhorias significativas nas estratégias analisadas. Inicialmente, as estratégias nos setores bancário e de saúde demonstraram um desempenho superior em comparação com seus benchmarks correspondentes, dispensando a utilização da função otimizadora. Por outro lado, as estratégias nos setores varejista e elétrico exibiram desempenho inferior em relação aos benchmarks setoriais. Ao incorporar a função otimizadora, observou-se um notável aprimoramento nessas estratégias, permitindo que a estratégia no setor varejista superasse seu benchmark, enquanto a estratégia no setor elétrico alcançou um desempenho próximo ao benchmark.

## 4.2 Desempenho contra o NASDAQ

Nesta seção, replicaremos a estratégia proposta por (AHUJA, 2021) nas 14 principais ações do NASDAQ, classificadas por capitalização de mercado, durante o período de 2017 a 2020. Os resultados obtidos são apresentados a seguir:

## Strategy Visualization

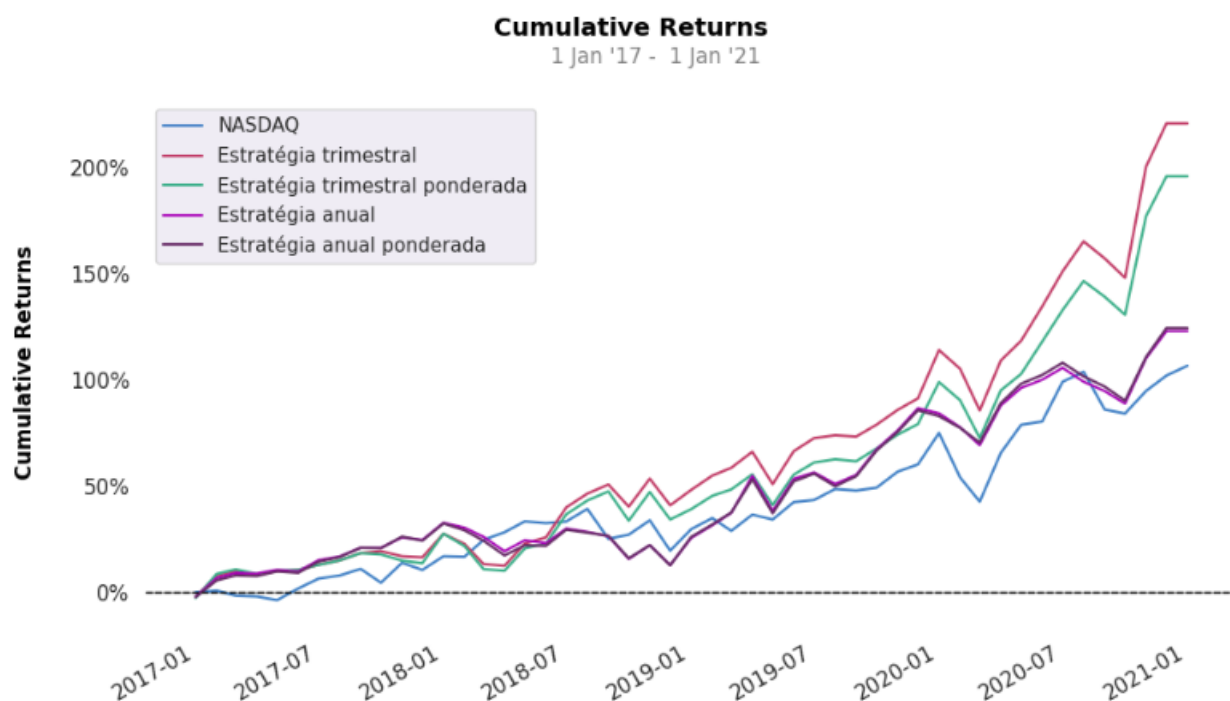


Figura 21 – Estratégia x NASDAQ - gráfico

## Key Performance Metrics

Metric	NASDAQ	Estratégia trimestral	Estratégia trimestral ponderada	Estratégia anual	Estratégia anual ponderada
Risk-Free Rate	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Time in Market	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Cumulative Return	102.01%	228.0%	203.81%	127.41%	129.34%
CAGR %	13.5%	23.86%	22.16%	15.95%	16.13%
Sharpe	4.63	6.98	6.34	5.56	5.67
Prob. Sharpe Ratio	97.02%	99.92%	99.76%	99.2%	99.25%

Figura 22 – Estratégia x NASDAQ - tabela

Conforme evidenciado na pesquisa de (AHUJA, 2021), a estratégia demonstrou um desempenho superior em comparação com o índice, destacando-se particularmente a abordagem com reajuste trimestral, uma melhoria implementada durante o estudo. As carteiras relacionadas a cada estratégia estão disponíveis no notebook, acessível no repositório oficial do projeto.

### 4.3 Desempenho contra o Ibovespa

Nesta seção, a análise se concentra na comparação entre o desempenho da estratégia e o índice Ibovespa durante o período de janeiro de 2011 a dezembro de 2022. Para essa avaliação, foram escolhidas 42 ações que compunham o índice Ibovespa em 2011, com reajustes feitos anualmente e trimestralmente. Os resultados obtidos são os seguintes:

Strategy Visualization



Figura 23 – Estratégia x Ibovespa - gráfico

Key Performance Metrics

Metric	Ibovespa	Estratégia trimestral	Estratégia trimestral ponderada	Estratégia anual	Estratégia anual ponderada
Risk-Free Rate	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Time in Market	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Cumulative Return	65.27%	271.07%	270.49%	97.33%	94.31%
CAGR %	2.97%	7.95%	7.94%	4.04%	3.95%
Sharpe	1.39	2.12	2.13	1.56	1.54
Prob. Sharpe Ratio	84.59%	96.28%	96.3%	87.95%	87.64%

Figura 24 – Estratégia x Ibovespa - tabela

Nessa análise, destaca-se que a aplicação de reajustes trimestrais na estratégia revelou resultados mais favoráveis em comparação com a opção de reajustes anuais. Verifica-se que a estratégia com reajuste trimestral obteve um retorno significativamente superior ao Ibovespa. Ademais, as carteiras correspondentes a cada estratégia encontram-se disponíveis no notebook hospedado no repositório oficial do projeto.

## 5 Conclusão

Ao longo desta pesquisa, os resultados consistentes obtidos em diversos cenários corroboram a robustez da estratégia quantamental adotada. Em uma síntese dos principais indicadores de desempenho, observa-se um retorno acumulado notável em todas as carteiras setoriais analisadas.

Destacando de forma resumida os resultados tem-se a carteira focada no setor bancário apresentando um retorno acumulado de 919.17%, superando significativamente o benchmark desse setor que atingiu 471.74%. No setor de saúde, a estratégia demonstrou sua eficácia com um retorno acumulado de 797.16%, enquanto o benchmark atingiu 266.96%. No cenário varejista, a estratégia alcançou um retorno acumulado de 195.62%, superando o benchmark de 132.62%. Já a carteira voltada para o setor elétrico registrou um retorno de 570.97%, chegando próximo ao benchmark de 598.42%. A carteira composto por ações da Nasdaq obteve um retorno de 228.0% no período de 2017 a 2020, superando o índice que registrou 102.01% no mesmo período. Além disso, a carteira composta por ações do Ibovespa, utilizando como base o ano de 2011, obteve um retorno de 271.07% durante o período abrangente de 2011 a 2022, superando o índice que registrou 65.27% no mesmo período.

Melhorias na estratégia podem ser consideradas, dado que a adição de mais variáveis à análise fundamentalista, combinada por meio da função otimizadora desenvolvida, resultou em melhorias significativas nos resultados. Como sugestão para aprimoramentos futuros, seria relevante estender essa abordagem à análise quantitativa, investigando se a inclusão ou exclusão de outros indicadores pode potencializar ainda mais o desempenho da estratégia. Adicionalmente, uma perspectiva promissora para aprimorar a estratégia seria a investigação do impacto do ajuste da quantidade de ações em cada cenário. Explorar como a variação no número de ações influencia o retorno da estratégia pode proporcionar insights valiosos. Além disso, uma outra via de melhoria consistiria na análise do retorno da estratégia ajustado ao risco. O objetivo dessa análise seria avaliar a eficácia da estratégia não apenas em termos de retorno absoluto, mas também considerando a volatilidade e outros fatores de risco. Ao incorporar essa perspectiva, poderíamos obter insights mais abrangentes sobre a robustez e a sustentabilidade da estratégia, proporcionando uma visão mais completa para os tomadores de decisão e investidores interessados.

Em conclusão, os resultados positivos desta pesquisa não apenas validam a eficácia da estratégia quantamental, mas também apontam para um horizonte de melhorias contínuas e refinamentos que podem fortalecer ainda mais a aplicabilidade prática dessa abordagem no cenário dinâmico do mercado financeiro.

# Referências

AHUJA, Ankit. **Quantamental Trading Strategy: Fundamental Analysis and Quantitative Analysis**. 2021. Disponível em:

<<https://blog.quantinsti.com/quantamental-trading-strategy/>>.

BELL, Steve. **Quantitative finance for dummies**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2016.

CHEN, Peter; ZHANG, Guochang. How do accounting variables explain stock price movements? Theory and evidence. **Journal of Accounting and Economics**, v. 43, n. 2, p. 219–244, 2007. ISSN 0165-4101. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2007.01.001>. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165410107000171>>.

GRAHAM, Benjamin. **The Intelligent Investor**. Fourth Revised Edition. [S.l.]: Harpercollins Publisher, 1973.

LEV, Baruch; THIAGARAJAN, S. Ramu. Fundamental Information Analysis. **Journal of Accounting Research**, [Accounting Research Center, Booth School of Business, University of Chicago, Wiley], v. 31, n. 2, p. 190–215, 1993. ISSN 00218456, 1475679X. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2491270>>. Acesso em: 21 out. 2023.

MA, Lingjie. Quantamental Investment. In: **QUANTITATIVE Investing: From Theory to Industry**. Cham: Springer International Publishing, 2020. P. 405–451. DOI:

[10.1007/978-3-030-47202-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-47202-3_9). Disponível em:

<[https://doi.org/10.1007/978-3-030-47202-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-47202-3_9)>.

MALTA, Tanira Lessa; DE CAMARGOS, Marcos Antônio. Variáveis da análise fundamentalista e dinâmica e o retorno acionário de empresas brasileiras entre 2007 e 2014. **REGE - Revista de Gestão**, v. 23, n. 1, p. 52–62, 2016. ISSN 1809-2276. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.rege.2015.09.001>. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1809227616300066>>.



# **Apêndices**

# APÊNDICE A – Análise das funções

Agora apresentaremos uma explicação detalhada e uma análise do funcionamento das principais funções que foram desenvolvidas.

## A.1 zscore2

Abaixo descreveremos a função *zscore2* que é fundamental para o cálculo do score fundamentalista e quantitativo

```

1 # Função que usa o z-score para calcular o score de uma
   empresa
2 def zscore2(data_frame, headline='Z-Score'):
3     index = data_frame.index
4
5     # Calculando o z-score usando scipy
6     z = scipy.stats.zscore(data_frame.astype(float))
7     table = pd.DataFrame(z, index=index)
8
9     # Calculando a média dos z-score para o algoritmo de
       pontuação
10    mean = table.mean(axis=1)
11    table2 = pd.DataFrame(mean, index=index)
12
13    # Fazendo o algoritmo de pontuação
14    condition1 = np.where(table2 == 0, 1, table2)
15    condition2 = np.where(condition1 > 0, 1 + condition1,
        1/(1 - condition1))
16    final = pd.DataFrame(condition2, index=index)
17    final.columns = [headline]
18    return final

```

## A.2 Analise\_Fund

```

1 def Analise_Fund(tickers, ratio, year, period = 'annual'):
2
3     # Para analisar os indicadores financeiros a partir de um
       ano específico,

```

```
4     # é necessário ampliar a janela de busca para o ano
      anterior, permitindo uma análise mais completa
5     year = [int(x) for x in year]
6     year_usado = year.copy()
7     year_usado.insert(0, year[0] - 1)
8
9     # pegando os dados financeiros usando a função
      key_metrics
10    Full_table = pd.DataFrame()
11    rank = pd.DataFrame()
12    for steps in range(len(tickers)):
13        p = str(tickers[steps])
14        data = fa.key_metrics(
15            ticker=p, api_key=key, period = period)
16
17        # pegando apenas os indicadores escolhidos
18        table = data.T[ratio]
19        table.index = pd.to_datetime(table.index)
20        table['Company'] = p
21        Full_table = Full_table.append(table)
22
23    Full_table = Full_table[Full_table.index.year.isin(
24        year_usado)].sort_index()
25
26    # Identificando as datas em que os ajustes da carteira
27    serão realizados
28    if period != 'annual':
29        data_to_retrieve = []
30        for mes in ['-01-01', '-04-01', '-07-01', '-10-01']:
31            for idx in year:
32                data_to_retrieve.append(str(idx) + mes)
33    else:
34        data_to_retrieve = [str(idx) + '-01-01' for idx in
35            year]
36
37    data_to_retrieve = sorted(data_to_retrieve)
38
39    # Em caso de ter algum indicador sem informação em um
40    respectivo trimestre analisado
```

```

37     # pegaremos a última informação desse indicador
38     new_Full_table = pd.DataFrame()
39     for data in data_to_retrieve:
40         relevant_data = Full_table.loc[(Full_table.index <=
41             data) & (Full_table['Company'].isin(tickers))]
42         relevant_data = relevant_data.groupby('Company').last
43             ().reset_index()
44
45         relevant_data = relevant_data[(relevant_data != 0).
46             all(1)]
47         relevant_data.index = [data]*len(relevant_data.index)
48         new_Full_table = new_Full_table.append(relevant_data)
49
50
51     Company = []
52     index = []
53     idx = sorted(set(new_Full_table.index))
54
55     for steps in range(len(idx)):
56         table = new_Full_table.loc[idx[steps]]
57         company = list(table['Company'])
58         # Guardando e retirando o nome das empresas para
59             realizar as operações nos dados
60         table = table.drop('Company',axis=1)
61         # Calculando o Score Fundamentalista
62         table = 1/table
63         bv = zscore2(table)
64         Company += company
65         rank = rank.append(bv)
66         index += len(company)*[idx[steps]]
67
68     rank.columns = ['Score-Fundamentalista']
69     rank.index = index
70     # Adicionando o nome da empresa
71     rank['Company'] = Company
72
73     return rank

```

Dessa forma, podemos calcular o Score-Fundamentalista das empresas, fornecendo como argumentos o ano da análise desejada, os indicadores financeiros a serem utilizados e, opcionalmente, um argumento que indica se a análise é trimestral ou anual. Aqui está um

exemplo de como essa função pode ser utilizada:

```

1 tickers_br = ["RPAD3.SA", "BMGB4.SA", "ABCB4.SA", "BBAS3.SA",
2               "BPAC3.SA", "BRSR3.SA", "BPAN4.SA", "BSLI3.SA"]
3
4 year_br = ['2017', '2018', '2019', '2020', '2021', '2022']
5
6 ratio = ['peRatio', 'priceToSalesRatio', 'pbRatio', 'evToSales',
7          'debtToEquity', 'evToFreeCashFlow', 'debtToAssets', 'netDebtToEBITDA']
8
9 Analise_Fund(tickers_br, ratio, year_br, 'quarter')

```

	Company	Score-Fundamentalista
2017-01-01	ABCB4.SA	0.900541
2017-01-01	BBAS3.SA	0.911551
2017-01-01	BPAN4.SA	1.413166
2017-01-01	BRSR3.SA	0.469261
2017-01-01	BSLI3.SA	1.319671
...	...	...
2022-10-01	BMGB4.SA	1.384957
2022-10-01	BPAC3.SA	0.710421
2022-10-01	BPAN4.SA	0.931721
2022-10-01	BRSR3.SA	1.068379
2022-10-01	BSLI3.SA	0.678124

Figura 25 – Exemplo do Score-Fundamentalista aplicando oito múltiplos a oito empresas

### A.3 Analise\_Quant

```

1 def Analise_Quant(tickers, f_score_ratio_min, f_score_ratio_max,
2                   g_score_ratio_max, year, period = 'annual'):
3
4     percent_fscore_max = pd.DataFrame()
5     percent_fscore_min = pd.DataFrame()
6     percent_gscore_max = pd.DataFrame()
7
8     year_usado = year.copy()
9     year_usado.insert(0, str(int(year[0]) - 1))
10
11     for steps in range(len(tickers)):
12         # Pegando os dados usados para o Fscore-Max
13         p = str(tickers[steps])
14         data3 = fa.key_metrics(
15             ticker=p, api_key=key, period=period)
16         tranpose = data3.T[f_score_ratio_max].fillna(0)
17         reverse = tranpose.loc[::-1]
18         change = reverse.pct_change()

```

```
18     change = change.assign(Company=p)
19     percent_fscore_max = percent_fscore_max.append(change
20     )
21
22     # Pegando os dados usados para o Fscore-Min
23     data4 = fa.key_metrics(
24         ticker=p, api_key=key, period=period)
25     tranpose1 = data4.T[f_score_ratio_min].fillna(0)
26     reverse1 = tranpose1.loc[::-1]
27     change1 = reverse1.pct_change()
28     change1 = change1.assign(Company=p)
29     percent_fscore_min = percent_fscore_min.append(
30         change1)
31
32     # Pegando os dados usados para o Gscore-Max
33     data5 = fa.key_metrics(
34         ticker=p, api_key=key, period=period)
35     tranpose2 = data5.T[g_score_ratio_max].fillna(0)
36     reverse2 = tranpose2.loc[::-1]
37     change2 = reverse2.pct_change()
38     change2 = change2.assign(Company=p)
39     percent_gscore_max = percent_gscore_max.append(
40         change2)
41
42     # Condição para quantificar o desempenho do Fscore-Max
43     condition = np.where(percent_fscore_max.iloc[:, :-1] > 0,
44         1, -1)
45     condition = pd.DataFrame(condition)
46     condition.index = percent_fscore_max.index
47     condition.columns = percent_fscore_max.columns[:-1]
48
49     sum_score = condition.sum(axis=1)
50     sum_score = pd.DataFrame(sum_score)
51     sum_score = pd.concat([sum_score, percent_fscore_max['
```

Company']], axis=1)

```
sum_score.columns = ['F-Score-Max', 'Company']

# Condição para quantificar o desempenho do Fscore-Min
condition2 = np.where(percent_fscore_min.iloc[:, :-1] <
```

```

    0, 1, -1)
52 condition2 = pd.DataFrame(condition2)
53 condition2.index = percent_fscore_min.index
54 condition2.columns = percent_fscore_min.columns[:-1]
55
56 sum_score2 = condition2.sum(axis=1)
57 sum_score2 = pd.DataFrame(sum_score2)
58 sum_score2 = pd.concat([sum_score2, percent_fscore_min['
    Company']], axis=1)
59 sum_score2.columns = ['F-Score-Min', 'Company']
60
61 # Condição para quantificar o desempenho do Gscore-Max
62 condition3 = np.where(percent_gscore_max.iloc[:, :-1] >
    0, 1, -1)
63 condition3 = pd.DataFrame(condition3)
64 condition3.index = percent_gscore_max.index
65 condition3.columns = percent_gscore_max.columns[:-1]
66 sum_score3 = condition3.sum(axis=1)
67 sum_score3 = pd.DataFrame(sum_score3)
68 sum_score3 = pd.concat([sum_score3, percent_gscore_max['
    Company']], axis=1)
69 sum_score3.columns = ['G-Score-Max', 'Company']
70
71 # Agrupando os resultados
72 Final_yr_wise = pd.concat([sum_score['F-Score-Max'],
    sum_score2['F-Score-Min'], sum_score3['G-Score-Max'],
    sum_score['Company']], axis=1)
73 Final_yr_wise.index = pd.to_datetime(Final_yr_wise.index)
74 Final_yr_wise = Final_yr_wise.sort_index()
75
76 # Identificando as datas em que os ajustes da carteira
    serão realizados
77 if period != 'annual':
78     data_to_retrieve = []
79     for mes in ['-01-01', '-04-01', '-07-01', '-10-01']:
80         for idx in year:
81             data_to_retrieve.append(str(idx) + mes)
82 else:
83     data_to_retrieve = [str(idx) + '-01-01' for idx in

```

```
        year]

84
85     # Em caso de ter algum indicador sem informação em um
        respectivo trimestre analisado
86     # pegaremos a última informação desse indicador
87     data_to_retrieve = sorted(data_to_retrieve)
88     new_Final_yr_wise = pd.DataFrame()
89     for data in data_to_retrieve:
90         relevant_data = Final_yr_wise.loc[(Final_yr_wise.
            index <= data) & (Final_yr_wise['Company'].isin(
                tickers))]
91         relevant_data = relevant_data.groupby('Company').last
            ().reset_index()
92         relevant_data.index = [data]*len(relevant_data.index)
93         new_Final_yr_wise = new_Final_yr_wise.append(
            relevant_data)
94
95     new_Final_yr_wise = new_Final_yr_wise.loc[
        meses_referencia]
96
97     vc = pd.DataFrame()
98     Company = []
99     idx = sorted(set(new_Final_yr_wise.index))
100    for steps in range(len(idx)):
101        table = new_Final_yr_wise.loc[idx[steps]]
102        company = list(table['Company'])
103        # Guardando e retirando o nome das empresas para
            realizar as operações nos dados
104        table = table.drop('Company',axis=1)
105        table = 1/table
106        # Calculando o Score Quantitativo
107        bv = zscore2(table)
108        Company += company
109        vc = vc.append(bv)
110
111    vc.columns = ['Score-Quantitativo']
112    vc['Company'] = Company
113
114    return vc
```



Dessa forma, podemos calcular o Score-Quantitativo das empresas, fornecendo como argumentos o ano da análise desejada, os indicadores financeiros a serem utilizados para a análise dos *f-score* e *g-score* e, opcionalmente, um argumento que indica se a análise é trimestral ou anual. Aqui está um exemplo de como essa função pode ser utilizada:

```

1 tickers = [
2     "VALE3.SA", "PETR4.SA", "ITUB4.SA", "PETR3.SA", "BBDC4.SA", "B3SA3.SA",
3     "ELET3.SA", "BBAS3.SA", "ABEV3.SA", "RENT3.SA", "ITSA4.SA", "WEGE3.SA"]
4
5 year = ['2017', '2018', '2019', '2020', '2021', '2022']
6
7 f_score_ratio_max = ['roe', 'returnOnTangibleAssets',
8                     'researchAndDevelopmentToRevenue', 'currentRatio']
9
10 f_score_ratio_min = ['averagePayables',
11                    'daysOfInventoryOnHand', 'interestDebtPerShare']
12
13 g_score_ratio_max = ['netIncomePerShare', 'freeCashFlowPerShare',
14                    'shareholdersEquityPerShare', 'cashPerShare', 'bookValuePerShare', 'incomeQuality']
15
16 Analise_Quant(tickers,f_score_ratio_min,f_score_ratio_max,g_score_ratio_max,year,'annual')

```

	Score-Quantitativo	Company
2017-01-01	1.231780	ABEV3.SA
2017-01-01	0.767299	B3SA3.SA
2017-01-01	1.167204	BBAS3.SA
2017-01-01	0.563777	BBDC4.SA
2017-01-01	1.231780	ELET3.SA
...	...	...
2022-01-01	2.237311	PETR3.SA
2022-01-01	2.237311	PETR4.SA
2022-01-01	0.433125	RENT3.SA
2022-01-01	1.231780	VALE3.SA
2022-01-01	0.767299	WEGE3.SA

Figura 26 – Exemplo do Score-Quantitativo para 16 empresas

## A.4 Benchmark

Desenvolvemos uma função capaz de calcular o desempenho de um índice criado para representar um setor específico do mercado financeiro, como, por exemplo, o setor de saúde ou o setor elétrico. Essa função nos permite calcular o retorno de um índice setorial de duas maneiras distintas: com base na ponderação pelo volume de negociação dos ativos que o compõem ou de maneira igualitária. Dessa forma, podemos avaliar e comparar a eficácia das estratégias aplicadas em um contexto setorial específico.

```

1 # Criando benchmark para setores individuais
2 def Benchmark(tickers,year,period = 'annual',weights ='equal'
3 ):
4
5     inicio = str(int(year[0]) - 1) + '-11-30'
6     final = str(int(year[-1])) + '-12-31'

```

```
7     # Pegando o histórico do preço e do volume dos ativos
8     stock = yf.download(tickers=tickers, start=inicio,
9                          end=final, interval='1mo')[['Adj Close']]
10    volume = yf.download(tickers=tickers, start=inicio,
11                         end=final, interval='1mo')[['Volume']]
12    stock.index = pd.to_datetime(stock.index)
13    stock.columns = tickers
14    volume.index = pd.to_datetime(volume.index)
15    volume.columns = tickers
16    returns = stock.pct_change()
17
18    # datas que serão feitas o ajuste da carteira
19    if period != 'annual':
20        index = []
21        for idx in year:
22            for mes in ['-01-01', '-04-01', '-07-01', '-10-01']:
23                index.append(str(idx) + mes)
24    else:
25        index = [idx + '-01-01' for idx in year]
26    index = pd.to_datetime(sorted(index))
27
28    # calculando o retorno com peso ponderado ou não
29    df = pd.DataFrame()
30    print(weights)
31    for steps in range(0, len(index)):
32        step = index[steps]
33        print(step)
34        if step != index[-1]:
35            step1 = index[steps + 1]
36            returns_selection = returns.loc[step:step1]
37            returns_selection = returns_selection.drop(step1)
38        else:
39            returns_selection = returns.loc[step:]
40
41    # pegando o volume dos últimos 3 meses
42    volume_selection = volume.loc[step - timedelta(days
43                                  =3*31):step].fillna(0)
44    volume_selection = volume_selection.mean()
```

```
45     # escolhendo os ativos que tiveram volume de negociaç
        ão
46     array = volume_selection[volume_selection != 0].index
        .tolist()
47     volume_selection = volume_selection[array]
48     selected_returns = returns_selection[array]
49
50     # Calculando o retorno do portfólio com peso
        ponderado ou igual
51     if weights == 'equal':
52         weight = np.repeat(1/len(array), len(array))
53     elif weights == 'weighted':
54         # cada peso terá valor no máximo de 20%
55         weight = [peso / sum(volume_selection) for peso
                    in volume_selection]
56         weight = normaliza(weight)
57
58     print(array)
59     print(weight)
60     series = (selected_returns * weight).sum(axis=1)
61     frame = pd.DataFrame(series)
62     df = df.append(frame)
63
64     df.columns = ['Returns']
65     df.index = pd.to_datetime(df.index).to_period('M').
        to_timestamp()
66     return df
```

A função *normaliza(weight)* tem como propósito ajustar os pesos dos ativos da carteira, garantindo que nenhum ativo tenha um peso superior a 20%. Por sua simplicidade, não farei uma descrição detalhada desta função. Aqui está um exemplo de como essa função pode ser utilizada:

```

1 # Retorno do setor bancário
2 tickers_bancos = ["RPAD3.SA", "BMGB4.SA", "ABCB4.SA", "BRIV3.SA", "BAZA3.SA",
3                  "BBDC3.SA", "BBAS3.SA", "BPAC3.SA", "BGIP3.SA", "BRSR3.SA",
4                  "BMIN3.SA", "BMEB3.SA", "BNBR3.SA", "BPAN4.SA", "SANB4.SA",
5                  "BSLI3.SA", "ITUB3.SA"]
6
7 year_bancos = ['2017', '2018', '2019', '2020', '2021', '2022']
8
9 Benchmark(tickers_bancos, year_bancos, period = 'annual', weights = 'weighted')

```

[\*\*\*\*\*100%\*\*\*\*\*] 17 of 17 completed  
 [\*\*\*\*\*100%\*\*\*\*\*] 17 of 17 completed

Returns	
Date	
2017-01-01	0.167829
2017-02-01	0.109294
2017-03-01	-0.025897
2017-04-01	-0.010322
2017-05-01	-0.056020
...	...
2022-08-01	0.102689
2022-09-01	0.025312
2022-10-01	0.015529
2022-11-01	-0.074402
2022-12-01	-0.043776

Figura 27 – Retorno mensal do setor bancário com peso ponderado