

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

**SÁVIO VINÍCIUS COSTA DO AMARAL**

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

Rio de Janeiro  
2023

**SÁVIO VINÍCIUS COSTA DO AMARAL**

**ESTRATÉGIA QUANTAMENTAL NA 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 na Seleção de Ações da Bolsa de Valores Brasileira: /  
Sávio Vinícius Costa do Amaral. – 2023.  
32f.

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 na Seleção de Ações da Bolsa de Valores Brasileira

**SÁVIO VINÍCIUS COSTA DO AMARAL**

**ESTRATÉGIA QUANTAMENTAL NA 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

Lembre de agradecer a quem te apoiou, como, por exemplo, orientador, família, agência de fomento, professores conselheiros.

*“Colocar uma frase.”*

*Autor da frase*

# Resumo

Segundo a o resumo deve ressaltar o objetivo, o método, os resultados e as conclusões do documento. A ordem e a extensão destes itens dependem do tipo de resumo (informativo ou indicativo) e do tratamento que cada item recebe no documento original. O resumo deve ser precedido da referência do documento, com exceção do resumo inserido no próprio documento. (...) As palavras-chave devem figurar logo abaixo do resumo, antecidas da expressão Palavras-chave:, separadas entre si por ponto e finalizadas também por ponto. Deve ser redigido na terceira pessoa do singular e quanto a sua extensão, o resumo deve ter de 150 a 500 palavras.

Palavras-chave: latex. abntex. editoração de texto.

# Abstract

É a tradução do resumo para o inglês (Abstract), com a finalidade de facilitar a divulgação do trabalho em nível internacional.

Keywords: latex. abntex. editoração de texto.

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Por questão de visualização, não foram incluídos todos os indicadores utilizados. . . . .	16
Figura 2 – Por questão de visualização, não foram incluídos todos os indicadores utilizados. . . . .	16
Figura 3 – Cálculo do Score-Fundamentalista . . . . .	17
Figura 4 – Variação dos indicadores usado no F-score-max . . . . .	19
Figura 5 – Pontuação de cada empresa no F-score-max . . . . .	20
Figura 6 – Agregado das pontuações de cada empresa . . . . .	20
Figura 7 – Cálculo do score-quantitativo . . . . .	21
Figura 8 – Exemplo do Score-Fundamentalista aplicando oito múltiplos a oito empresas . . . . .	25
Figura 9 – Exemplo do Score-Quantitativo para 16 empresas . . . . .	29



# **Lista de tabelas**

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO . . . . .</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO . . . . .</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>QUANTAMENTAL . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>Abordagem de Pesquisa . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Abordagem Fundamentalista . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Abordagem Quantitativa . . . . .</b>	<b>16</b>
<b>4.2</b>	<b>Coleta de Dados . . . . .</b>	<b>21</b>
<b>4.3</b>	<b>Limitações da Metodologia . . . . .</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DAS FUNÇÕES CRIADAS . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>5.1</b>	<b>zscore2 . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>5.2</b>	<b>Analise_Fund . . . . .</b>	<b>22</b>
<b>5.3</b>	<b>Analise_Quant . . . . .</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>BACKTEST DA ESTRATÉGIA . . . . .</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS . . . . .</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>32</b>

# 1 Introdução

Fornecer uma visão global da pesquisa realizada.

## 2 Referencial Teórico

- **Introdução ao Referencial Teórico:** Começar explicando a importância da seção, indicando seu propósito e como ela se relaciona com o problema de pesquisa do TCC.
- **Revisão da literatura:** Apresentar uma revisão crítica das pesquisas e trabalhos acadêmicos relevantes relacionados.
- **Lacunas na pesquisa:** Identificar as lacunas na pesquisa existente que o TCC pretende preencher. Mostre por que seu estudo é relevante e como ele contribuirá para o conhecimento existente.
- **Hipóteses ou questões de pesquisa:** Com base na revisão da literatura, formular hipóteses de pesquisa ou questões de pesquisa que serão abordadas no TCC.
- **Conclusão do Referencial Teórico:** Resuma as principais descobertas e teorias discutidas na seção de Referencial Teórico e explique como elas se relacionam com o TCC.

## 3 Quantamental

- **Abordagem Fundamentalista:** Descreva o conceito de abordagem fundamentalista.
- **Abordagem Quantitativa:** Defina o conceito de abordagem quantitativa.
- **Introdução ao Quantamental:** Explique o significado da abordagem quantamental.

## 4 Metodologia

Neste capítulo, apresentamos os métodos e procedimentos utilizados em nossa pesquisa, abordando a estratégia de pesquisa, a coleta e análise de dados, bem como as ferramentas e instrumentos empregados.

### 4.1 Abordagem de Pesquisa

A abordagem de pesquisa será dividida em duas partes distintas: uma dedicada à abordagem fundamentalista e outra à abordagem quantitativa, cada uma delas será explicada detalhadamente.

#### 4.1.1 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.

Em nossa pesquisa, utilizamos 12 indicadores fundamentalistas/múltiplos que desempenham um papel essencial na avaliação da saúde financeira de uma empresa em comparação com outras do mesmo setor. Esses indicadores incluem:

- **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:

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

- **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:

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

- **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:

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

- **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:

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

- **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:

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

- **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:

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

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

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

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

- **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:

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

- **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, usaremos o inverso dos indicadores financeiros mencionados anteriormente.

Com o inverso desses números a etapa inicial consiste em calcular o Z-score, uma medida que avalia a posição de uma amostra considerando tanto a média quanto a dispersão, medida pelo desvio padrão. A lógica por trás do Z-score é normalizar os índices e remover qualquer viés para cada um dos indicadores financeiros. Após o cálculo do Z-score para cada empresa, aplicaremos o algoritmo de pontuação baseado 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  $1 + \bar{Z}$ , em que  $\bar{Z}$  é a média dos Z-score
- Se o  $\bar{Z}$  é menor que 0, então o Score-Fundamentalista será  $1/(1 - \bar{Z})$ , em que  $\bar{Z}$  é a média dos Z-score
- Se o  $\bar{Z}$  é igual a 0, então o Score-Fundamentalista será 1, em que  $\bar{Z}$  é a média dos Z-score

Ou seja, teremos os seguintes passos para calcular o Score-Fundamentalista de cada empresa :

1. Carregar os dados de todos os indicadores financeiros de cada empresa
2. Calcular o z-score do inverso dessas amostras
3. Calcular o algoritmo de pontuação

Dessa forma, atribuímos uma pontuação a cada empresa analisada, sendo que uma pontuação mais elevada significa que a empresa está mais desvalorizada em comparação com suas concorrentes ou pares de mercado.



	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 – Por questão de visualização, não foram incluídos todos os indicadores utilizados.

	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 – Por questão de visualização, não foram incluídos todos os indicadores utilizados.

### 4.1.2 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 significa que, ao analisar dados numéricos e métricas financeiras específicas ao longo do tempo, podemos identificar tendências, variações e mudanças significativas no desempenho financeiro da empresa.

Como base para a nossa 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 nossa abordagem.

#### F-score e G-score

Os indicadores F-score e G-score desempenham um papel fundamental na avaliação da solidez financeira de uma empresa e em sua capacidade de desempenho futuro. Vamos nomear esses indicadores da seguinte forma:

	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

- F-score-max : Este conjunto de indicadores compreende métricas que se espera que aumentem de trimestre para trimestre 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 se concentra em métricas que se espera que aumentem novamente, 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 determinar o score quantitativo de cada empresa iremos pontuar as empresas da seguinte forma :

- 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, então -1 foi dado como penalidade.
- Se a pontuação do F-score-min foi inferior a 0, então +1 foi dado naquele local. E onde pontuação foi superior a 0, então -1 foi dado como penalidade. Este método é usado porque o escore F-score-min precisa ser reduzido trimestre a trimestre
- Agora que já temos as pontuações de cada empresa com base no seu desempenhos nos trimestres anteriores iremos pegar o z-score desses dados para chegar no score-quantitativo.

Assim teremos os seguintes passos para calcular o Score-Quantitativo de cada empresa :

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

	roe	returnOnTangibleAssets	researchAndDevelopmentToRevenue	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 desempenhos nos trimestres anteriores seguindo a regra visto anteriormente
3. Pegar o agregado do F-score-min , F-score-max e G-score-max para cada empresa
4. Calcular o z-score desses dados para chegar no score-quantitativo

	roe	returnOnTangibleAssets	researchAndDevelopmentToRevenue	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

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

Figura 6 – Agregado das pontuações de cada empresa

Isso nos fornece uma pontuação que avalia o desempenho da empresa em relação aos seus pares e também aos trimestres anteriores. As empresas com as pontuações mais elevadas são aquelas que apresentaram um desempenho superior nos últimos trimestres e estão relativamente subvalorizadas em comparação com seus concorrentes. Portanto, podemos selecionar, por exemplo, as seis melhores empresas, de acordo com nossas necessidades, e investir nelas. Temos a garantia de que essas seis principais empresas têm uma base sólida do ponto de vista fundamental, em comparação com seus concorrentes, e demonstraram um desempenho consistente nos últimos trimestres. Esse método pode ser aplicado a todo o setor para identificar as empresas líderes em seus respectivos segmentos.

	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

## 4.2 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.

## 4.3 Limitações da Metodologia

Reconhecemos eventuais limitações em nossa metodologia e explicamos como essas limitações podem afetar a interpretação dos resultados.

## 5 Análise das funções criadas

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

### 5.1 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
```

### 5.2 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
      serão realizados
27    if period != 'annual':
28        data_to_retrieve = []
29        for mes in ['-01-01', '-04-01', '-07-01', '-10-01']:
30            for idx in year:
31                data_to_retrieve.append(str(idx) + mes)
32    else:
33        data_to_retrieve = [str(idx) + '-01-01' for idx in
34            year]
35
36    data_to_retrieve = sorted(data_to_retrieve)
37
38    # Em caso de ter algum indicador sem informação em um
      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     # Guardando e retirando o nome das empresas para realizar
51     # as operações nos dados
52     company = new_Full_table['Company']
53     company = company.reset_index(drop = True)
54     new_Full_table = new_Full_table.drop('Company',axis=1)
55     new_Full_table = new_Full_table.dropna()
56
57     # Calculando o Score Fundamentalista
58     table = new_Full_table.copy()
59     table = 1/table
60     score = zscore2(table)
61     score = score.reset_index(drop = True)
62     score.columns = ['Score-Fundamentalista']
63
64     # Adicionando o nome da empresa
65     score.insert(0, 'Company', company)
66
67     rank = score
68     rank.index = new_Full_table.index
69     rank = rank.loc[data_to_retrieve].sort_index()
70
71     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 8 – Exemplo do Score-Fundamentalista aplicando oito múltiplos a oito empresas

### 5.3 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     result = pd.DataFrame()
8
9     year_usado = year.copy()
10    year_usado.insert(0, str(int(year[0])-1))
11
12    for steps in range(len(tickers)):
13        # Pegando os dados usados para o Fscore-Max
14        p = str(tickers[steps])
15        data3 = fa.key_metrics(
16            ticker=p, api_key=key, period=period)
17        transpose = data3.T[f_score_ratio_max].fillna(0)
18        reverse = transpose.loc[::-1]
19        change = reverse.pct_change()
20        change = change.assign(Company=p)
21        percent_fscore_max = percent_fscore_max.append(change

```

```

    )
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(
        change1)
30
31     # Pegando os dados usados para o Gscore-Max
32     data5 = fa.key_metrics(
33         ticker=p, api_key=key, period=period)
34     tranpose2 = data5.T[g_score_ratio_max].fillna(0)
35     reverse2 = tranpose2.loc[::-1]
36     change2 = reverse2.pct_change()
37     change2 = change2.assign(Company=p)
38     percent_gscore_max = percent_gscore_max.append(
        change2)
39
40     # Condição para quantificar o desempenho do Fscore-Max
41     condition = np.where(percent_fscore_max.iloc[:, :-1] > 0,
        1, -1)
42     condition = pd.DataFrame(condition)
43     condition.index = percent_fscore_max.index
44     condition.columns = percent_fscore_max.columns[:-1]
45
46     sum_score = condition.sum(axis=1)
47     sum_score = pd.DataFrame(sum_score)
48     sum_score = pd.concat([sum_score, percent_fscore_max['
        Company']], axis=1)
49     sum_score.columns = ['F-Score-Max', 'Company']
50
51     # Condição para quantificar o desempenho do Fscore-Min
52     condition2 = np.where(percent_fscore_min.iloc[:, :-1] <
        0, 1, -1)
53     condition2 = pd.DataFrame(condition2)

```

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

```
86     # Em caso de ter algum indicador sem informação em um
      # respectivo trimestre analisado
87     # pegaremos a última informação desse indicador
88     data_to_retrieve = sorted(data_to_retrieve)
89     new_Final_yr_wise = pd.DataFrame()
90     for data in data_to_retrieve:
91         relevant_data = Final_yr_wise.loc[(Final_yr_wise.
          index <= data) & (Final_yr_wise['Company'].isin(
          tickers))]
92         relevant_data = relevant_data.groupby('Company').last
          ().reset_index()
93         relevant_data.index = [data]*len(relevant_data.index)
94         new_Final_yr_wise = new_Final_yr_wise.append(
          relevant_data)
95
96     # Guardando e retirando o nome das empresas para realizar
      # as operações nos dados
97     new_Final_yr_wise = new_Final_yr_wise.loc[
      data_to_retrieve]
98     company = pd.DataFrame(new_Final_yr_wise['Company'])
99
100    # Calculando o Score Quantitativo
101    new_Final_yr_wise = new_Final_yr_wise.drop('Company',axis
      =1)
102    result = zscore2(new_Final_yr_wise[new_Final_yr_wise.
      columns[:-1]], headline='Score-Quantitativo')
103    result['Company'] = company
104
105    return result
```

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 9 – Exemplo do Score-Quantitativo para 16 empresas

## 6 Backtest da estratégia

Já descrevemos o funcionamento da estratégia que envolve a seleção de empresas com fundamentos sólidos e desempenho positivo ao longo do último trimestre. Agora, aplicaremos essa estratégia de forma contínua, avaliando o desempenho das empresas ano a ano ou trimestre a trimestre. Ou seja, tomaremos posições nas melhores empresas ao longo do ano ou trimestre, e posteriormente, repetiremos o processo de seleção das empresas no início de cada novo ano ou trimestre. Além disso, realizaremos uma análise com dois métodos de ponderação: um com pesos iguais e outro com pesos ponderados com base no score acumulado das duas abordagens.

## 7 Análise dos Resultados

Neste capítulo, apresentamos os resultados da análise, divididos em resultados para setores individuais e para o índice Ibovespa.

- **Setor Financeiro:** Apresentamos os resultados da análise para o setor financeiro, incluindo desempenho, tendências e principais indicadores.
- **Setor de Saúde:** Descrevemos os resultados da análise para o setor da saúde.
- **Setor de Energia:** Analisamos o desempenho e as características no setor de energia.
- **Outros Setores:** Fornecemos uma visão geral dos resultados para outros setores individuais, incluindo ,..., e varejo.
- **Desempenho contra o Ibovespa:** Analisamos o desempenho da estratégia comparando com o Ibovespa



## 8 Conclusão

Parte final do trabalho, apresenta as conclusões correspondentes aos objetivos ou hipóteses.

"