

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.

41f.

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

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.	20
Figura 2 – Por questão de visualização, não foram incluídos todos os indicadores utilizados.	21
Figura 3 – Cálculo do Score-Fundamentalista	21
Figura 4 – Variação dos indicadores usado no F-score-max	24
Figura 5 – Pontuação de cada empresa no F-score-max	24
Figura 6 – Agregado das pontuações de cada empresa	25
Figura 7 – Cálculo do score-quantitativo	25
Figura 8 – Exemplo do Score-Fundamentalista aplicando oito múltiplos a oito empresas	34
Figura 9 – Exemplo do Score-Quantitativo para 16 empresas	38
Figura 10 – Retorno mensal do setor bancário com peso ponderado	41

Lista de tabelas

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3	QUANTAMENTAL	13
3.1	Abordagem Fundamentalista	13
3.1.1	Top-Down	14
3.1.2	Bottom-Up	14
3.2	Abordagem Quantitativa	14
3.3	Abordagem Quantamental	15
4	METODOLOGIA	18
4.1	Abordagem de Pesquisa	18
4.1.1	Abordagem Fundamentalista	18
4.1.2	Abordagem Quantitativa	21
4.2	Coleta de Dados	26
4.3	Limitações da Metodologia	26
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	27
5.1	Desempenho em setores individuais	27
5.1.1	Setor bancário	27
5.1.2	Setor de Saúde:	27
5.1.3	Setor de Energia:	27
5.1.4	Setor de Varejo:	27
5.2	Desempenho contra o Ibovespa	27
6	CONCLUSÃO	28
	Referências	29
	APÊNDICES	30
	APÊNDICE A – ANÁLISE DAS FUNÇÕES	31
A.1	zscore2	31
A.2	Analise_Fund	31
A.3	Analise_Quant	34

A.4	Benchmark	38
------------	----------------------------	-----------

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

Nesta seção, exploraremos detalhadamente as abordagens fundamentalista, quantitativa e quantamental. A abordagem quantamental, em particular, combina os princípios dessas duas escolas de pensamento. Cada uma dessas abordagens apresenta características distintas e uma variedade de métodos que os investidores utilizam para avaliar ativos e tomar decisões embasadas.

3.1 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 fundamental 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](#)).

3.1.1 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.

3.1.2 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.

3.2 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.

3.3 Abordagem Quantamental

A análise fundamental 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 fundamentais 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 fundamentais 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 fundamental com a amplitude da análise quantitativa.

As abordagens fundamentais 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 fundamentais 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 fundamental, 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.

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

	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.

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

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

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.

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:

- **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	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 desempenhos nos trimestres anteriores seguindo a regra visto 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

	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

4. Calcular o z-score desses dados para chegar no 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

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.

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 dos Resultados

Neste capítulo, apresentaremos os resultados das análises, divididos em resultados para setores individuais e para o Ibovespa.

5.1 Desempenho em setores individuais

5.1.1 Setor bancário

Apresentaremos os resultados da análise para o setor bancário, incluindo desempenho, tendências e principais indicadores.

5.1.2 Setor de Saúde:

Descreveremos os resultados da análise para o setor da saúde.

5.1.3 Setor de Energia:

Descreveremos os resultados da análise para o setor de energia.

5.1.4 Setor de Varejo:

Descreveremos os resultados da análise para o setor de varejo.

5.2 Desempenho contra o Ibovespa

Analizamos o desempenho da estratégia comparando com o Ibovespa

6 Conclusão

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

Referências

- 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. ISBN 978-3-030-47202-3. 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.
- 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     # 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

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     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]
85

```

```
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

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
8     # Pegando o histórico do preço e do volume dos ativos
9     stock = yf.download(tickers=tickers, start=inicio,
10                        end=final, interval='1mo')[['Adj Close']]
11     volume = yf.download(tickers=tickers, start=inicio,
12                        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
46     # escolhendo os ativos que tiveram volume de negociaç
47     ão
48     array = volume_selection[volume_selection != 0].index
49     .tolist()
50     volume_selection = volume_selection[array]
```



```
48     selected_returns = returns_selection[array]
49
50     # Calculando o retorno do portfólio com peso
51     # ponderado ou igual
52     if weights == 'equal':
53         weight = np.repeat(1/len(array), len(array))
54     elif weights == 'weighted':
55         # cada peso terá valor no máximo de 20%
56         weight = [peso / sum(volume_selection) for peso
57                    in volume_selection]
58         weight = normaliza(weight)
59
60     print(array)
61     print(weight)
62     series = (selected_returns * weight).sum(axis=1)
63     frame = pd.DataFrame(series)
64     df = df.append(frame)
65
66     df.columns = ['Returns']
67     df.index = pd.to_datetime(df.index).to_period('M').
68         to_timestamp()
69     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 10 – Retorno mensal do setor bancário com peso ponderado