



PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO MÉTODO TOPSIS PARA ANÁLISE DE CARTEIRA DE AÇÕES DE SIDERURGIA E METALURGIA NA BOVESPA
TOPSIS METHOD APPLIED FOR A PORTFOLIO SELECTION WITHIN STEEL AND METALLURGY SEGMENT ON BOVESPA STOCK MARKET

Rodrigo de Araujo Torres

Instituto Federal do Espírito Santo. E-mail: (inseridos somente após o aceite).

Cintia Tavares do Carmo

Instituto Federal do Espírito Santo. E-mail: (inseridos somente após o aceite).

Resumo: O objetivo do presente estudo é utilizar um modelo capaz de auxiliar um gestor de fundo de ações a fazer uma pré-seleção na escolha de uma carteira de investimentos, dentro do segmento de Siderurgia e Metalurgia da Bovespa, através da análise de indicadores fundamentalistas, e identificar a produção científica mais relevante nessa área para construção da base teórica. Para definição da base referencial, foi utilizado o *Methodi Ordinatio*. O modelo aplicado para a escolha das ações utiliza o método multicritério de análise TOPSIS, que, a partir dos indicadores fundamentalistas analisados, definiu uma ordem de prioridade dos investimentos. Os indicadores foram: preço sobre lucro, preço sobre valor patrimonial, margem EBITDA, *dividend yield* e liquidez média diária. A partir da aplicação do método foi possível definir a ordenação dos melhores investimentos, logo o modelo teve como retorno uma carteira que utiliza as ações das empresas CSN e Gerdau Metalúrgica.

Palavras-chave: Topsis, Mercado de Ações, Investimentos, Methodi Ordinatio.

Abstract: This study objective it is to build a model capable of helping a stock fund manager to make a pre-selection choosing an investment portfolio, within Steel and Metallurgy segment of Brazilian stock market, Bovespa, using fundamentalist indicators and identify most relevant science production on that field of knowledge. To this end, the TOPSIS multi-criteria analysis method was used, which, based on those fundamentalist indicators, defines an order of priority for investments. The indicators used were price over profit, price over book value, EBITDA margin, dividend yield and average daily liquidity. The model had as results a portfolio of the companies CSN and Gerdau Metalúrgica. To define the referential base, the Methodi Ordinatio was used.

Keywords: Topsis, Stocks Market, Investment, Fundamentalist, Methodi Ordinatio.

1 INTRODUÇÃO

A proposta do presente estudo é a criação de um modelo para auxiliar gestores(as), de fundos de ações, por exemplo, na pré-seleção para escolha de uma carteira de investimentos dentro do segmento de Siderurgia e Metalurgia da Bovespa, mediante a análise de indicadores fundamentalistas, e indicar duas opções de compra.

As indústrias siderúrgica e metalúrgica estão inseridas em um dos setores fundamentais da economia global, visto que fornecem materiais cruciais para áreas da construção, infraestrutura e manufatura. Além disso, com a crescente demanda mundial de matérias primas desse ramo, como por exemplo o aço, o mercado de ações iniciam uma movimentação que envolve diversas organizações. Logo, tal



cenário atrai a atenção de diferentes perfis de investidores interessados em novas oportunidades.

No entanto, o investimento no segmento siderúrgico e metalúrgico é desafiador, pois o desempenho do mercado é influenciado por muitos fatores, bem como as mudanças nas políticas comerciais, flutuações cambiais e condições econômicas globais. Sendo assim, torna-se relevante realizar uma análise cuidadosa dos indicadores financeiros e das perspectivas de longo prazo das indústrias desse ramo antes de qualquer tomada de decisão sobre investimentos.

De acordo com a última pesquisa realizada pela Bolsa de Valores de São Paulo (B3), em setembro de 2021, o Brasil possuía cerca de 3,6 milhões de investidores ativos na bolsa de valores. Essa pesquisa considerou os investidores com pelo menos um registro de compra ou venda de ações nos últimos 12 meses. Com o mesmo critério, nos Estados Unidos, a *Statista Research Department*, em 2021, indicou que existiam cerca de 56 milhões de investidores individuais ativos nas bolsas americanas. Esses dados revelam a dimensão do crescimento do mercado financeiro brasileiro, mas ainda não está equivalente ao apresentado pelo país símbolo da liberdade econômica comparado com o percentual da população.

Neste trabalho, discutiu-se alguns aspectos importantes do mercado de ações e foram destacadas ferramentas que podem ser utilizadas em tomadas de decisões, com foco no setor de Siderurgia e Metalurgia brasileiro. Atualmente, esse setor conta com 9 empresas listadas na Bovespa segundo a B3, tal como, Gerdau, Gerdau Metalúrgica, Usiminas, Panatlântica, Tekno, Ferbasa, CSN, Mangels e Paranapanema. Ademais, essas empresas juntas representam uma liquidez média diária, ou seja, um valor médio de negociações feitas por dia, na faixa de R\$ 900 milhões na Bovespa, segundo dados extraídos do site Status Invest em setembro de 2021.

O problema a ser resolvido é uma nova iniciativa, que visa selecionar duas opções de investimento no mercado citado e para isto utiliza uma técnica de análise multicritério dos indicadores fundamentalistas das empresas citadas. Sendo assim, essa iniciativa é relevante, pois a literatura apresenta diversos indicadores financeiros importantes e o processo de análise de ações é exaustivo, caro e ineficiente. Logo, a proposta de uso do Apoio Multicritério à Decisão (AMD) reduz os custos dessa análise de tal maneira, a tornar os investidores mais eficientes na seleção de seu portfólio de investimentos.



2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Mercado financeiro e a seleção de portfólio

Mercado financeiro é um termo amplo que abrange diversas atividades e instituições que facilitam a troca de recursos financeiros entre investidores e tomadores de empréstimos. Segundo os principais economistas da atualidade, como Eugene Fama, Robert Shiller, entre outros, o mercado financeiro é um dos principais motores da economia global e tem um papel fundamental na alocação eficiente de recursos e na estabilização do sistema econômico.

Amini et al. (2019) definem o mercado financeiro como um sistema complexo e interconectado de instituições e indivíduos que negocia uma ampla variedade de ativos financeiros, como ações, títulos e derivativos. Os autores destacam a importância da transparência, da liquidez e da regulamentação adequada para o bom funcionamento do mercado financeiro.

Para Jensen et al. (2020), o mercado financeiro como um mecanismo que permite aos investidores transformar sua riqueza atual em riqueza futura por meio do investimento em ativos financeiros. Os autores enfatizam que o mercado financeiro é uma ferramenta importante para a acumulação de riqueza ao longo do tempo e para a alocação eficiente de recursos entre diferentes setores da economia.

De forma mais simplificada, o mercado financeiro é um ambiente onde ocorrem transações de ativos financeiros, como ações, títulos de dívida, moedas, commodities e entre outros. E, essas transações são realizadas por investidores que buscam obter lucro por meio da compra e venda desses ativos. Além disso, a tomada de decisão dos investidores pode ser baseada em diferentes modelos e metodologias de análise.

Especificamente no mercado de ações, existe um ambiente de negociação onde os investidores realizam compras e vendas de ações de empresas listadas na bolsa de valores. Com as transações, os investidores podem obter lucro com a valorização das ações ou receber dividendos de acordo com o desempenho financeiro das organizações.

Vale ressaltar sobre a experiência do autor do presente artigo, esse trabalha há oito anos na gestão financeira de companhias, principalmente na gestão de portfólio de investimentos. Logo, destaca-se que a tomada de decisão dos investidores é influenciada por uma variedade de fatores, como informações financeiras, análise técnica, análise fundamentalista, notícias e eventos econômicos e políticos.

A composição de portfólios é uma atividade fundamental dentro do mercado financeiro, e consiste na seleção de diferentes ativos para compor uma carteira de



investimentos. Além disso, a seleção pode considerar diversos critérios, como o risco, o retorno e a diversificação da carteira. Há diversas metodologias e modelos para auxiliar na seleção de ativos para compor um portfólio, como a análise de Markowitz (PĂTĂRI et al. 2017) e outros modelos de otimização de portfólio.

A seleção de portfólio é um desafio para os investidores, pois envolve a escolha dos ativos que maximizam o retorno esperado e minimizam o risco. A literatura de forma mais ampla, apresenta diversas abordagens e métodos para essa tomada de decisão nos investimentos em ações, que inclui os mais variados modelos de múltiplos critérios, como por exemplo, a avaliação do desempenho das empresas para escolher quais ações comprar ou vender.

Conforme Hwang e Yoon (1981), uma abordagem abrangente para a tomada de decisão com múltiplos critérios são discutidas em diversas técnicas de análise multicritério, como a análise hierárquica (AHP), a análise envoltória de dados (DEA) e a análise multicritério de apoio à decisão (MCDA). Essas técnicas são úteis para comparar as organizações em relação a vários critérios, tais como, a rentabilidade, o crescimento, o risco e entre outros.

Como um exemplo de aplicação desses métodos no mercado de ações, temos o modelo proposto por Liu et al. (2012), que utiliza a teoria dos conjuntos *fuzzy* para a seleção de portfólio e o modelo proposto permite que o investidor considere diferentes critérios, tais como, o retorno esperado, o risco e a liquidez dos ativos, e otimize o portfólio de forma a atender às suas preferências.

Pătări et al. (2017) compara diferentes métodos de tomada de decisão para a seleção de portfólio em ações dos EUA. Os autores utilizam vários critérios, incluindo o retorno esperado, o risco e a liquidez, e comparam os resultados obtidos pelos diferentes métodos. Por fim, o modelo proposto por Dash et al. (2019) utiliza o método TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) para a seleção de portfólio, combinado com um algoritmo de busca e o modelo é aplicado na previsão do movimento de preços de índices de ações.

2.2 Modelos de AMD aplicados ao Mercado Financeiro

O método TOPSIS foi proposto por Hwang e Yoon em 1981 com princípio de escolher a alternativa mais próxima possível da solução ideal positiva, ao mesmo tempo que a maior distância da solução ideal negativa (HWANG et al. 1993). A primeira adaptação do TOPSIS com teoria dos conjuntos FUZZY foi desenvolvido por Chen (2000), ficou conhecida como Fuzzy TOPSIS e tinha como objetivo adaptar o método TOPSIS para tomada de decisão em cenários de incerteza (LIMA JUNIOR, 2013).



Segundo Amaro e Lima (2015), em comparação com outras tecnologias existentes, o método Fuzzy TOPSIS apresenta muitas vantagens de uso, sendo uma delas permitir a avaliação irrestrita das alternativas e sem restrições aos seus critérios de avaliação. De acordo com Bilişik et al. (2013), as respostas dadas pelo decisor são dadas em variáveis linguísticas, que posteriormente serão convertidas em números *fuzzy* para que possam ser utilizadas nos cálculos. Esta conversão é realizada com a utilização de uma escala de conversão (AWASTHI et al., 2011).

Os métodos *fuzzy* são uma extensão da lógica booleana tradicional, que permitem a modelagem de incertezas e ambiguidades na tomada de decisão. O modelo proposto por Hatami-Marbini e Kangi (2017) utiliza o método *fuzzy* TOPSIS para a tomada de decisão em grupo, com uma aplicação no mercado de ações da Bolsa de Valores de Teerã.

Outra abordagem que combina métodos *fuzzy* e teoria da decisão é o modelo de conjuntos proposto por Tang et al. (2020). Tal modelo utiliza conjuntos para a representação de incertezas e incerteza de decisão, aplicado na avaliação de investimentos em ações, que considera múltiplos critérios e permite a identificação de oportunidades de investimento.

Muitas pesquisas já desenvolvidas apontam a aplicação do Método TOPSIS no mercado financeiro, e dentre eles tem-se o estudo de Adel Hatami-Marbini e Fatemeh Kangi em 2016, que propõe versões de TOPSIS *fuzzy*, que utilizou uma nova medida de distância, derivada do nível de confiança dos especialistas e classificações de desempenho. O problema do estudo estava relacionado a necessidade de os investidores selecionarem ações subvalorizadas em mercados inexplorados. E, os resultados obtidos mostraram forte semelhança entre classificações gerais dos métodos, mas como toda pesquisa, teve algumas limitações, principalmente para estimar subjetivamente as informações, e os resultados ficaram dependentes da opinião de especialistas e de variáveis linguísticas.

Em 2019, Guolin Tang, Francisco Chiclana e Peide Liu propuseram um método científico e preciso de avaliação e seleção de ações para evitar riscos de investimento e obter retornos elevados. Eles consideraram que a avaliação e seleção de investimentos em ações podem ser consideradas como um problema de decisão de três vias (3WD). Neste estudo foi preciso combinar 2 métodos, *q-ROFSs (quantile-based robust optimal portfolio selection)* com *DTRSs (dynamic threshold range-based subsampling)* para construir um novo modelo 3WD para avaliação de investimentos. O trabalho teve algumas limitações, entre eles que os parâmetros dos métodos são fornecidos por um tomador de decisão com antecedência.



Vale destacar que o estudo de Rajashree Dash, Sidharth Samal, Rasmita Dash e Rasmita Rautray no ano de 2019, aborda sobre a proposta de um conjunto de classificadores de votação ponderada baseado em TOPSIS *Crow Search* para a previsão do movimento do preço do índice de ações. O problema de pesquisa é prever o movimento futuro dos preços dos índices de ações, logo foi realizada a aplicação da Técnica para Ordem de Preferência por Similaridade à Solução Ideal (TOPSIS), sugerida para classificar e selecionar um conjunto de classificadores base. Apesar do desempenho significativo do modelo proposto, ele apresenta uma série de limitações, pois os pesos usados para calcular a matriz de decisão podem afetar a classificação.

O estudo de Yong-Jun Liu, Wei-Guo Zhang e Wei-Jun Xu em 2011 teve como objetivo investigar o problema de otimização de portfólio multiperíodo difuso com a utilização de vários critérios e propõe modelos de otimização de seleção de portfólio *fuzzy* multiperíodo em ciclo aberto ou em ciclo fechado, que consistem em alguns ou todos os critérios, incluindo retorno, custo de transação e assimetria do portfólio, para fornecer aos investidores opções adicionais. Os resultados obtidos deste trabalho foram a elaboração de dois modelos de otimização, apresentados primeiro para o problema básico de seleção de portfólio de vários períodos. Além disso, uma abordagem de programação comprometida com TOPSIS foi projetada originalmente para transformar os modelos propostos em modelos de objetivo único. Depois disso, um algoritmo genético foi desenvolvido para obter soluções ótimas.

Por fim, a pesquisa de Eero Pätäri, Ville Karell, Pasi Luukka e Julian S Yeomans no ano de 2017, comparou a eficácia de quatro métodos de tomada de decisão multicritério na identificação de ações com melhor desempenho futuro em duas amostras abrangentes de ações dos Estados Unidos. O problema de pesquisa é a extensa literatura dos métodos de tomada de decisão multicritério para seleção do portfólio de ações. Logo, os resultados obtidos foram o escalonamento mediano (MS), a Técnica de preferência de pedido por similaridade a uma solução ideal (TOPSIS), o Processo de hierarquia analítica (AHP) e a Análise de Envelopamento de Dados aditiva (*add.DEA*). Como limitações deste trabalho está a abordagem simples de utilização de *backtesting*, podendo, portanto, ser específico para o período da amostra utilizada.

2.3 Método TOPSIS

O método TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) é uma técnica de tomada de decisão multicritério amplamente utilizada para classificar alternativas em relação a um conjunto de critérios. Foi proposto por Hwang e Yoon em 1981 e desde então tem sido aplicado em diversos campos, como: engenharia, economia, gestão e ciências sociais.



O método utiliza a distância euclidiana para determinar a proximidade de cada alternativa em relação a uma solução ideal. O processo de cálculo do TOPSIS pode ser dividido em etapas. Hwang e Yoon (1981) descrevem as etapas da seguinte forma:

2.3.1 Identificação dos critérios

A primeira etapa consiste em identificar e definir os critérios relevantes que serão utilizados para avaliar as alternativas. Esses critérios devem ser claros, mensuráveis e representar as características ou atributos importantes para a tomada de decisão.

2.3.2 Normalização dos critérios

Nesta etapa, os critérios são normalizados para remover as diferenças de escala e trazer todos os critérios para uma mesma escala de valores. Isso é necessário porque os critérios podem ter unidades ou escalas diferentes, o que dificultaria a comparação direta entre eles. O método mais comumente utilizado é a normalização Linear, a partir da fórmula:

$$X_{ij}' = (X_{ij} - \text{Min}(j)) / (\text{Max}(j) - \text{Min}(j))$$

Onde X_{ij} é o valor do critério j na alternativa i , $\text{Min}(j)$ é o valor mínimo do critério j entre todas as alternativas, $\text{Max}(j)$ é o valor máximo do critério j entre todas as alternativas e X_{ij}' é o valor normalizado do critério j na alternativa i após a aplicação da normalização linear.

Essa fórmula calcula a proporção do valor do critério em relação ao intervalo entre o valor mínimo e o valor máximo. Ela transforma os valores em uma escala entre 0 e 1, em que 0 representa o pior desempenho e 1 representa o melhor desempenho.

2.3.3 Construção da matriz de decisão

Após a normalização dos critérios, uma matriz de decisão é construída, onde as linhas representam as alternativas e as colunas representam os critérios. Cada elemento da matriz representa o valor normalizado de uma alternativa em relação a um critério específico.

2.3.4 Determinação dos pesos dos critérios

Nesta etapa, os pesos dos critérios são atribuídos com base na importância relativa de cada critério para a tomada de decisão. Os pesos podem ser determinados por meio de métodos subjetivos, como a opinião de especialistas, ou por métodos objetivos, como a utilização de análise estatística ou preferências declaradas.

2.3.5 Determinação da solução ideal e da solução anti-ideal



A partir da matriz de decisão, são calculadas duas soluções de referência: a solução ideal (SI) e a solução anti-ideal (SA). A solução ideal é aquela em que cada critério é maximizado, enquanto a solução anti-ideal é aquela em que cada critério é minimizado.

2.3.6 Cálculo das distâncias das alternativas para às soluções referência

Nesta etapa, a distância das alternativas em relação à solução ideal e à solução anti-ideal é calculada. A distância pode ser medida utilizando diferentes métodos de distância, como a distância euclidiana ou a distância de Manhattan. A distância euclidiana é a mais utilizada, e é calculada usando as fórmulas:

$$D+(i) = \sqrt{(\sum((A(ij) - S+(j))^2))}$$

$$D-(i) = \sqrt{(\sum((A(ij) - S-(j))^2))}$$

Onde $A(ij)$ representa o valor na célula (i, j) da matriz de decisão ponderada, $S+(j)$ é o valor na coluna j da solução ideal e $S-(j)$ é o valor na coluna j da solução anti-ideal. $D+(i)$ é a distância da alternativa i em relação à solução ideal e $D-(i)$ é a distância em relação à solução anti-ideal.

2.3.7 Cálculo da proximidade relativa

Com base nas distâncias calculadas, a proximidade relativa de cada alternativa em relação à solução ideal e à solução anti-ideal é determinada. Quanto mais próxima a alternativa estiver da solução ideal e mais distante estiver da solução anti-ideal, maior será sua proximidade relativa. Sua fórmula é dada por:

$$C(i) = D-(i) / (D+(i) + D-(i))$$

Quanto mais próximo o valor de $C(i)$ estiver de 1, maior é a proximidade da alternativa em relação à solução ideal. $D+(i)$ é a distância da alternativa i em relação à solução ideal e $D-(i)$ é a distância em relação à solução anti-ideal.

2.3.8 Classificação das alternativas

Por fim, as alternativas são classificadas de acordo com sua proximidade relativa. Quanto maior a proximidade relativa, $C(i)$, melhor será a classificação da alternativa.



Quadro 1 – Artigos com melhores pontuações pelo método InOrdinatio.

Ranking	Artigo	Autor/ Ano	Solução
1	An extension of fuzzy TOPSIS for a group decision making with an application to tehran stock exchange	Adel Hatami-Marbini, Fatemeh Kangi (2016)	Este estudo propõe três versões de TOPSIS fuzzy (Técnica de preferência de pedido por similaridade à solução ideal): TOPSIS convencional (C-TOPSIS), TOPSIS ajustado (A-TOPSIS) e TOPSIS modificado (M-TOPSIS) onde uma nova medida de distância fuzzy, derivada do nível de confiança dos especialistas e classificações de desempenho fuzzy foram incluídas nos métodos propostos.
2	A decision-theoretic rough set model with q-rung orthopair fuzzy information and its application in stock investment evaluation	Guolin Tang, Francisco Chiclana, Peide Liu (2019)	Combinar q-ROFSs com DTRSs e construir um novo modelo 3WD para avaliação de investimento em ações. Mais especificamente, primeiro estendemos q-rung orthopair fuzzy numbers (qROFNs) para DTRSs, o que pode oferecer uma nova ilustração para funções de perda. Então, estabelecemos um romance modelo q-rung orthopair fuzzy DTRS (q-ROFDTRS) e explorar algumas propriedades fundamentais do perdas esperadas. Além disso, propomos dois métodos para lidar com q-ROFNs e obter 3WDs. Estes dois métodos são comparados e suas características e aplicabilidade são analisadas.
3	An integrated TOPSIS crow search based classifier ensemble: In application to stock index price movement prediction	Rajashree Dash, Sidharth Samal, Rasmita Dash, Rasmita Rautray (2019)	A Técnica para Ordem de Preferência por Similaridade à Solução Ideal (TOPSIS), uma das técnicas populares de MCDM, é sugerida para classificar e selecionar um conjunto de classificadores base para o ensemble enquanto os pesos dos classificadores usados no ensemble são ajustados pelo Crow Método de pesquisa. O modelo de ensemble proposto é validado para a previsão do preço do índice de ações sobre os preços históricos dos índices de ações BSE SENSEX, S & P500 e NIFTY 50.
4	Fuzzy multi-period portfolio selection optimization models using multiple criteria	Yong-Jun Liu, Wei-Guo Zhang, Wei-Jun Xu (2011)	Dois modelos de otimização de portfólio possibilísticos usando vários critérios são apresentados primeiro para o problema básico de seleção de portfólio de vários períodos. Então, eles são naturalmente estendidos para modelos de feedback dinâmico com políticas de controle de malha fechada. Uma abordagem de programação comprometida com TOPSIS é projetada originalmente para transformar os modelos propostos em modelos de objetivo único. Depois disso, um algoritmo genético é desenvolvido para obter soluções ótimas. Além disso um exemplo numérico é dado para ilustrar a vantagem dos modelos propostos e a eficiência do algoritmo projetado sobre as abordagens existentes.
5	Comparison of the multicriteria decision-making methods for equity portfolio selection: The U.S. evidence	Eero Pätäri, Ville Karell, Pasi Luukka, Julian S Yeomans (2017)	Este estudo propõe três versões de TOPSIS fuzzy (Técnica de preferência de pedido por similaridade à solução ideal): TOPSIS convencional (C-TOPSIS), TOPSIS ajustado (A-TOPSIS) e TOPSIS modificado (M-TOPSIS) onde uma nova medida de distância fuzzy, derivada do nível de confiança dos especialistas e classificações de desempenho fuzzy foram incluídas nos métodos propostos.

Fonte: Elaborado pelo autor.



3 PROCESSOS METODOLÓGICOS/MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Construção de revisão de literatura

A metodologia Methodi Ordinatio foi criada com o objetivo de classificar os artigos por meio de uma revisão bibliográfica sistematizada, busca elaborar portfólios bibliográficos e fazer o mapeamento dos artigos mais relevantes de uma área específica (DE CAMPOS; PAGANI; RESENDE, 2018).

Trata-se um método constituído por nove etapas que consistem em: intenção da pesquisa; pesquisa preliminar nas bases; definição das palavras-chave, bases de dados e delimitação temporal; pesquisa definitiva nas bases de dados; procedimentos de filtragem; identificação do fator de impacto, ano de publicação e número de citações; aplicação do InOrdinatio; localização dos textos em formato integral; leitura sistemática e análise dos artigos. A sétima etapa consiste em medir a relevância científica dos trabalhos selecionados, representada por um índice de ranking e ordenação dos artigos, baseado em três elementos fundamentais a uma publicação: ano de publicação, fator de impacto e número de citações. (PAGANI; RESENDE; KOVALESKI, 2017).

Sendo assim, neste estudo foi possível identificar referências sobre a aplicação do método TOPSIS na escolha de uma carteira de ações dentro do mercado financeiro. As bases de dados utilizadas foram Science Direct foi a mais relevante com certa margem, seguida por Scopus e SpringerLink. A combinação de palavras chaves que melhor atendeu aos critérios de busca e destacou os artigos relevantes foram as seguintes, “TOPSIS”, “*stock market*” e “*price*”, além de outros critérios apresentados na Tabela 1, conforme pode-se observar no Quadro 2.



Quadro 2 – Base das buscas

ITEM	KEY WORDS AND COMBINATIONS	A	B	C	TOTAL
		SCIENCEDIRECT (JOURNALS)	SCOPUS (JOURNALS)	SPRINGERLINK (JOURNALS)	
1	TOPSIS AND "stock market"	Search results: 52 results found FOR PUB-DATE > 2010 AND SUBJECT AREAS "Computer Science", "Decision Sciences", "Business, Management and Accounting", "Economics, Econometrics and Finance" AND ARTICLES AND TITLE, ABSTRACT OR AUTHOR-SPECIFIED KEYWORDS TOPSIS AND "stock market"	Search results: 24 results found FOR SUBJECT AREAS "Computer Science", "Decision Sciences", "Business, Management and Accounting", "Economics, Econometrics and Finance" AND ARTICLES AND TITLE TOPSIS AND "stock market"	Search results: 9 results found FOR DISCIPLINE "Business and Management" AND ARTICLE AND OPEN ACCESS AND WITH ALL THE WORDS TOPSIS AND "stock market"	85
2	TOPSIS AND "stock market" AND price	Search results: 36 results found FOR PUB-DATE > 2010 AND SUBJECT AREAS "Computer Science", "Decision Sciences", "Business, Management and Accounting", "Economics, Econometrics and Finance" AND ARTICLES AND TITLE, ABSTRACT OR AUTHOR-SPECIFIED KEYWORDS TOPSIS AND "stock market" AND price	Search results: 2 results found FOR ARTICLES AND TITLE TOPSIS AND "stock market" AND price	Search results: 7 results found FOR DISCIPLINE "Business and Management" AND ARTICLE AND OPEN ACCESS AND WITH ALL THE WORDS TOPSIS AND "stock market" AND price	45
TOTAL		88	26	16	130

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em uma análise dos títulos e resumos dos artigos, fez-se uma filtragem que resultou em 14 artigos a serem submetidos ao cálculo das últimas 3 etapas do Methodi Ordinatio.

Em seguida, foram calculados para cada um dos artigos restantes: o fator de impacto do periódico, ano de publicação e número de citações. O fator de impacto foi baseado no Journal Citation Report, JC.



A fórmula foi construída em uma planilha de um *software*, Microsoft Excel e o valor escolhido de α , que varia na faixa de 1 a 10, foi 5. A atualidade do artigo é relevante, mas o mercado de capitais não sofre tantas alterações que justifiquem uma supervalorização dessa atualização.

Logo, foram escolhidos os 5 artigos com melhor pontuação do método, como sinalizado na tabela a seguir.

Tabela 1: Ranking do InOrdinatio

Artigo	Revista	Fator de impacto	Fator de impacto ²	Fonte	Número de citações	Ano	α	Inordinatio
An extension of fuzzy TOPSIS for a group decision making with an application to tehran stock exchange	Applied Soft Computing	6725	6019	JCR	70	2016	5	101,725
A decision-theoretic rough set model with q-rung orthopair fuzzy information and its application in stock investment evaluation	Applied Soft Computing	6725	6019	JCR	20	2019	5	66,725
An integrated TOPSIS crow search based classifier ensemble: In application to stock index price movement prediction	Applied Soft Computing	6725	6019	JCR	17	2019	5	63,725
Fuzzy multi-period portfolio selection optimization models using multiple criteria	Automatica	5944	5506	JCR	57	2011	5	62,944
Comparison of the multicriteria decision-making methods for equity portfolio selection: The U.S. evidence	European Journal of Operational Research	5334	4754	JCR	21	2017	5	56,334

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para construção do modelo, foram definidos os critérios de análise a partir dos objetivos do mesmo (rótulos, descritores e funções de valor).



Nesse contexto, o critério é uma ferramenta que permite mensurar, de forma menos ambígua possível, o desempenho das ações de acordo com um particular eixo de avaliação. O descritor pode ser definido como um conjunto de níveis de impacto que servem como base para descrever as performances plausíveis das ações potenciais. Ainda, uma função de valor pode ser vista como uma ferramenta aceita pelos decisores para auxiliar a articulação de suas preferências.

Como critérios para avaliar as opções de ações disponíveis no setor estudado, foram escolhidos alguns dos principais utilizados por gestores de grandes fundos ao redor do mundo, critérios estes que são amplamente estudados e difundidos, principalmente desde sua introdução em 1949 pelo autor conhecido como o pai do “investimento em valor” e da “análise fundamentalista”, Benjamin Graham, em seu livro “O Investidor Inteligente”.

1. Preço sobre Lucro

O P/L é um indicador que relaciona o preço atual da ação com o lucro por ação. Segundo Graham, o P/L é um dos indicadores mais importantes para avaliar se uma ação está subvalorizada ou sobrevalorizada. Um P/L baixo pode indicar que a ação está barata em relação ao lucro gerado pela empresa. O cálculo é dado por:

$$P/L = \text{Preço atual da Ação} / \text{Lucro por Ação referente aos últimos 12 meses (1)}.$$

A análise segue por caminhos diferentes. Um P/L alto pode apontar para o fato de que o mercado está disposto a pagar mais pelos lucros da empresa, especialmente se tiver expectativas de crescimento.

Mas pode indicar que o lucro está baixo ou mesmo que a Ação está cara. Já, um P/L baixo pode indicar que o mercado está disposto a pagar menos pelos lucros da companhia.

2. Preço sobre Valor Patrimonial

Outro indicador que considera a saúde financeira do negócio é o P/VPA. Esse estabelece a relação entre o preço atual da Ação e o Valor Patrimonial por Ação. Com isso, indica o quanto o mercado está disposto a pagar sobre o patrimônio líquido de uma companhia. A fórmula, como esperado, é a seguinte:

$$P/VP = \text{Preço atual da Ação} / \text{Patrimônio líquido por Ação nos últimos 12 meses}.$$



Um P/VP alto, normalmente, significa que a negociação das Ações ocorre acima do valor patrimonial. Então os investidores estão dispostos a pagar mais pela participação nos resultados desse patrimônio. Porém, também pode significar uma supervalorização ou mesmo um patrimônio baixo ou insuficiente, na comparação.

Já um P/VP baixo indica que o mercado não está disposto a pagar muito, que pode representar um preço de Ação descontado. As organizações com patrimônio líquido negativo serão descartadas do estudo, justamente por este indicador negativo indicar um risco de insolvência do negócio.

3. Margem Ebitda

A margem EBITDA é uma medida da rentabilidade da empresa que indica a porcentagem de lucro bruto antes de juros, impostos, depreciação e amortização (EBITDA) em relação à receita total. Segundo Graham (1949), a margem EBITDA pode ser utilizada para comparar a rentabilidade de empresas do mesmo setor. Conhecer esse indicador é importante para entender qual é a capacidade de geração de lucro, em relação à receita do período. Sua fórmula é dada por:

Margem EBITDA = (EBITDA no período / Receita operacional no período) x 100%.

Naturalmente, sempre será menor que 100%. Porém, quanto mais próxima estiver desse valor, maior é a lucratividade do negócio. Vale ressaltar que é preciso ter cuidado com a sua utilização, porque essa avaliação pode desconsiderar as dívidas e seus impactos sobre as finanças, e a segurança do negócio.

4. Dividend Yield

Ao investir em Ações em longo prazo, você pode lucrar de outro modo além da valorização do preço. O pagamento de dividendos é uma das possibilidades.

Segundo FERREIRA, et al. (2016), os dividendos são os pagamentos que as empresas fazem aos seus acionistas, distribuem uma parte de seus lucros. São considerados como uma forma de retorno para os investidores e podem ser um indicador de estabilidade e crescimento da companhia.

Ademais, o indicador *Dividend Yield* aponta qual o potencial de pagamento, em relação ao investimento que faz para adquirir os papéis. E, permite realizar comparações entre negócios do mesmo setor. A fórmula é dada pela divisão dos proventos pagos por ação nos últimos 12 meses pelo preço da ação. Além disso, o



resultado elevado indica que o negócio ofereceu um pagamento alto para cada ação adquirida.

5. Liquidez Média Diária

Liquidez média diária é o valor financeiro médio da empresa negociada em bolsa. Este indicador permite que avalie em quanto tempo poderá comprar ou vender uma quantidade de ações de uma empresa.

Liquidez Média Diária = Valor Total de Transações em um Período / Total de dias no Período.

O indicador é importante para identificar empresas ilíquidas, cujo investimento nas suas ações é bem dificultado pela falta de procura por transações. Vale ressaltar que neste estudo o seu valor será dado em milhares de reais (R\$ x 1000).

4.1 Avaliação dos Critérios

Os cinco critérios escolhidos são numéricos e de valores contínuos, assim as suas funções de valor como o valor do próprio indicador de seu rótulo podem ser aplicadas em uma análise multicritério de apoio a decisão. Para DY, Margem Ebitda e Liquidez Média Diária busca-se a maximização, e para P/L e P/VP busca-se a minimização.

Para definição dos pesos, os autores fizeram uma entrevista com quatro investidores, que avaliaram a importância de cada critério dentro de suas preferências pessoais. Então, realizou-se a média dessas respostas para chegar ao peso utilizado no modelo.

Para fins de análise de sensibilidade, foram feitas duas dessas rodadas de entrevista para definição dos pesos com os investidores. Na primeira, foi considerado como o cenário base da análise e o critério de Liquidez Média Diária foi retirado.

Sendo assim, definiu apenas um valor mínimo de R\$ 150.000,00, sendo utilizado como caráter de exclusão das opções que estivessem abaixo desse valor. A mesma tabela foi utilizada para o cenário 3, conforme Tabela 2.



Tabela 2: Pesos utilizados nos cenários base e 3.

Entrevistados	Peso dos Critérios			
	cA	cB	cC	cD
Investidor 1	0,40	0,30	0,30	0,00
Investidor 2	0,20	0,25	0,40	0,15
Investidor 3	0,30	0,20	0,30	0,20
Investidor 4	0,40	0,10	0,40	0,10
Média	0,33	0,21	0,35	0,11

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os pesos dos critérios aplicados no cenário 2 levaram em consideração também a Liquidez Média Diária no modelo.

Logo, a tabela foi alterada conforme resultado na Tabela 3.

Tabela 3: Pesos utilizados no cenário 2.

Entrevistados	Peso dos Critérios				
	cA	cB	cC	cD	cE
Investidor 1	0,30	0,20	0,30	0,00	0,20
Investidor 2	0,20	0,20	0,30	0,05	0,25
Investidor 3	0,25	0,20	0,30	0,10	0,15
Investidor 4	0,35	0,10	0,25	0,10	0,20
Média	0,28	0,17	0,29	0,06	0,20

Fonte: Elaborado pelo autor.

A próxima etapa irá demonstrar o desempenho das empresas analisadas em cada um dos critérios a ser avaliado.

4.2 Desempenho das Empresas em Cada Critério

Para alcançar o desempenho de cada uma das organizações avaliadas nos critérios definidos, foram utilizadas as informações de balanço e Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) divulgadas ao mercado.

As informações são públicas, e as empresas devem divulgá-las por meio de sua área de Relação com o Investidor.

Os valores mais atualizados, com data de junho/2021, foram organizados na Tabela 4 em uma Matriz de Desempenho.



Tabela 4: Matriz de Desempenho 1.

Empresa	P/L (Min)	P/VP (Min)	Margem Ebitda (Max)	DY (Max)	Liquidez Média Diária (Max)
CSN	6,24	4,51	34,92	1,40	463.829,20
Ferbasa	33,3	2,38	20,5	2,34	21.101,80
Gerdau	11,48	1,53	16,26	2,67	440.124,44
Gerdau Metalúrgica	9,7	1,21	16,23	3,16	160.416,06
Mangels	3,27	-0,34	16,06	0,00	375,17
Panatlantica	9,67	2,45	15,29	5,62	52,48
Paranapanema	-0,87	-1,03	-6,18	0,00	6.621,71
Tekno	8,11	0,89	15,14	3,47	7,64
Usiminas	12,5	1,65	24,81	0,60	333.998,90
Peso	0,28	0,17	0,29	0,06	0,20

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como já informado, para fins da análise inicial, foram desconsideradas as empresas com valor patrimonial abaixo de zero.

Sendo assim, as empresas, Mangels e Paranapanema são excluídas da nova Matriz de Desempenho a ser empregada no modelo do Cenário Base como apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Matriz de Desempenho 2.

Empresa	P/L (Min)	P/VP (Min)	Margem Ebitda (Max)	DY(Max)	Liquidez Média Diária (Max)
CSN	6,24	4,51	34,92	1,40	463.829,20
Ferbasa	33,3	2,38	20,5	2,34	21.101,80
Gerdau	11,48	1,53	16,26	2,67	440.124,44
Gerdau Metalúrgica	9,7	1,21	16,23	3,16	160.416,06
Panatlantica	9,67	2,45	15,29	5,62	52,48
Tekno	8,11	0,89	15,14	3,47	7,64
Usiminas	12,5	1,65	24,81	0,60	333.998,90
Peso	0,28	0,17	0,29	0,06	0,20

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Cenário Base, é preciso ter uma Liquidez Média Diária acima de R\$ 150.000,00 e não é englobado como critério do modelo, assim as opções Tekno e Panatlantica são excluídas também.

O peso dos critérios altera conforme a entrevista com os investidores na Tabela 6.



Tabela 6: Matriz de Desempenho 3.

Empresa	P/L(Min)	P/VP(Min)	Margem Ebitda (Max)	DY (Max)
CSN	6,24	4,51	34,92	1,40
Ferbasa	33,3	2,38	20,5	2,34
Gerdau	11,48	1,53	16,26	2,67
Gerdau Metalúrgica	9,7	1,21	16,23	3,16
Usiminas	12,5	1,65	24,81	0,60
Peso	0,33	0,21	0,35	0,11

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a elaboração e a análise das matrizes de desempenho e cenários foi necessário a aplicação do Método TOPSIS com a finalidade de auxiliar no apoio a decisão como destacado na próxima seção.

4.3 Discussão da aplicação

Utilizou-se o Método TOPSIS para análise de apoio à decisão, pelo fato de ser uma técnica que avalia o desempenho de múltiplas alternativas, ordenando-as de forma decrescente, por meio da semelhança a uma solução ideal.

Nesse sentido, as alternativas escolhidas devem ter, simultaneamente, a menor distância euclidiana da alternativa ideal e a maior distância de uma solução ideal negativa.

Diante disso, é possível avaliar quais companhias possuem as ações mais indicadas para realizar os investimentos como proposto. Foram criados três cenários, a partir dos conceitos presentes no referencial teórico, para a obtenção da ordenação das empresas com base dos resultados da aplicação do método TOPSIS.

4.3.1 Cenário Base

Tabela 7: Matriz de Decisão Inicial Cenário Base

Empresa	P/L	P/VP	Margem Ebitda	DY
CSN	6,24	4,51	34,92	1,40
Ferbasa	33,3	2,38	20,5	2,34
Gerdau	11,48	1,53	16,26	2,67
Gerdau Metalúrgica	9,7	1,21	16,23	3,16
Usiminas	12,5	1,65	24,81	0,60
Peso	0,33	0,21	0,35	0,11

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após aplicação do passo a passo do método TOPSIS utilizando a normalização linear, chegou-se aos resultados da Tabela 8, com o resultado dado, na sequência, pelas empresas:



CSN > Gerdau Metalúrgica > Usiminas ou Gerdau > Ferbasa

Tabela 8: Coeficientes de proximidade relativa para o cenário base.

Alternativas	E^+	E^-	C_i
CSN	0,050	0,111	0,689
Ferbasa	0,109	0,027	0,199
Gerdau	0,081	0,056	0,409
Gerdau Metalúrgica	0,074	0,073	0,497
Usiminas	0,075	0,052	0,409

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3.2 Cenário 2

Tabela 9: Matriz de Decisão Cenário 2

Empresa	P/L	P/VP	Margem Ebitda	DY	Liquidez Média Diária
CSN	6,24	4,51	34,92	1,40	463829,20
Ferbasa	33,3	2,38	20,5	2,34	21101,80
Gerdau	11,48	1,53	16,26	2,67	440124,44
Gerdau Metalúrgica	9,7	1,21	16,23	3,16	160416,06
Panatlantica	9,67	2,45	15,29	5,62	52,48
Tekno	8,11	0,89	15,14	3,47	7,64
Usiminas	12,5	1,65	24,81	0,60	333998,90
Peso	0,28	0,17	0,29	0,06	0,20

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após aplicação do passo a passo do método TOPSIS utilizando a normalização linear, chegou-se aos resultados da Tabela 10, com o resultado dado, na sequência, pelas empresas:

CSN > Gerdau > Usiminas > Gerdau Metalúrgica > Tekno > Panatlantica > Ferbasa

Tabela 10: Coeficientes de proximidade relativa para o cenário 2.

Alternativas	E^+	E^-	C_i
CSN	0,037	0,093	0,715
Ferbasa	0,093	0,013	0,123
Gerdau	0,051	0,069	0,575
Gerdau Metalúrgica	0,064	0,045	0,413
Panatlantica	0,084	0,035	0,294
Tekno	0,078	0,053	0,405
Usiminas	0,048	0,058	0,547

Fonte: Elaborado pelos autores



4.2.3 Cenário 3

Tabela 11: Matriz de Decisão Cenário 3

Empresa	P/L	P/VP	Margem Ebitda	DY
CSN	6,24	4,51	34,92	1,40
Ferbasa	33,3	2,38	20,5	2,34
Gerdau	11,48	1,53	16,26	2,67
Gerdau Metalúrgica	9,7	1,21	16,23	3,16
Usiminas	12,5	1,65	24,81	0,06
Peso	0,45	0,10	0,40	0,05

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após aplicação do passo a passo do método TOPSIS utilizando a normalização linear, chegou-se aos resultados da Tabela 12, com o resultado dado, na sequência, pelas empresas:

CSN > Gerdau Metalúrgica > Usiminas > Gerdau > Ferbasa

Tabela 12: Coeficientes de proximidade relativa para o cenário 3.

Alternativas	E^+	E^-	C_i
CSN	0,024	0,143	0,856
Ferbasa	0,137	0,020	0,127
Gerdau	0,099	0,057	0,365
Gerdau Metalúrgica	0,090	0,072	0,444
Usiminas	0,090	0,057	0,388

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade tem relevância nas tomadas de decisões, porque promove uma visão acerca da estabilidade da solução quando há variação dos parâmetros envolvidos. Consequentemente, há a possibilidade de identificar os parâmetros críticos e então realizar uma avaliação a partir dos mesmos, para que forneçam uma solução ótima.

Desse modo, observou-se que, no Cenário 2, ao inserir o parâmetro Liquidez Média Diária com decorrente redistribuição dos pesos, houve uma alteração na ordenação da solução final, conforme dados apresentados anteriormente. No cenário 3, entretanto, com o aumento dos pesos dos critérios P/L e Margem Ebitda, e redução de DY e P/VP, a ordem de preferência não sofreu alteração.



No presente estudo, foi proposto o Método de Análise Multicritério TOPSIS para a análise de indicadores fundamentalistas de ações de empresas do setor de Siderurgia e Metalurgia da Bovespa e a seleção de duas opções mais indicadas. A ideia principal foi a aplicação de um método técnico para suportar a decisão de como investir em organizações deste setor, para aumentar as chances de bons resultados. Para tal, selecionou os principais indicadores utilizados por investidores de longo prazo, com a definição de pesos para cada um deles.

É fundamental esclarecer que seria viável o uso de outros critérios de análise para atingir a pré-seleção desses ativos. Os critérios aplicados neste estudo devem estar alinhados com os objetivos e as crenças dos gestores envolvidos na tomada de decisão. Logo, os considerados neste trabalho são um dos principais empregados hoje no mercado por grandes *players*. Porém, não são suficientes para avaliar todos os fatores complexos na valoração de uma organização.

Diante dos fatos apresentados e discutidos neste estudo, recomenda-se a construção dessa carteira com as duas ações mais bem avaliadas pelo método escolhido. Com a aplicação do TOPSIS, chegou-se à ordenação de quais seriam os melhores investimentos dentre as opções apresentadas no Cenário Base, como apresentado o diagrama abaixo:

CSN > Gerdau Metalúrgica > Usiminas ou Gerdau > Ferbasa

5 CONCLUSÕES/ CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no modelo, com a recomendação da montagem de uma carteira com a utilização das ações das empresas, CSN e Gerdau Metalúrgica, tal escolha confirmada pela análise do Cenário 3.

Como destacado anteriormente, são muitos os fatores a serem considerados na escolha de um investimento em ações. E, quando das aplicações de longo prazo, os fundamentos da empresa são certamente relevantes, mas é necessário entender que estas noções também podem se modificar ao decorrer dos anos.

Diante disso, o estudo recomenda a seleção de duas organizações e reforça que o investimento seja realizado de forma cautelosa, além de considerar os fatores externos do mercado, como por exemplo, as expectativas dos próximos anos para o setor siderúrgico; as sinalizações de política econômica, fiscal e cambial do governo e a identificação do surgimento de possíveis crises; o ambiente empresarial do país; as mudanças de legislação no setor; as tendências apresentadas pelo índice Bovespa.



Pode-se frisar que a avaliação dos fundamentos seja refeita periodicidade de pelo menos 6 meses. Apesar dos indicadores demonstrarem uma tendência de como se dará a evolução das empresas, eles são fornecem uma visão estática e devem ser monitorados constantemente. Logo, é possível mitigar as incertezas e proceder um rebalanceamento da carteira quando necessário.

Para trabalhos futuros, os autores recomendam a aplicação do modelo em outras empresas e setores, com intuito de aumentar a sua utilidade presente no cenário real de montagem de carteira de ações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que é quem me deu forças e saúde para chegar até aqui, e depois a minha esposa Laisa e aos meus filhos Felipe e Letícia, que são a razão de tudo que faço. E por fim, deixo um agradecimento especial à professora Cíntia, que foi quem tornou esse trabalho possível e me manteve firme no caminho.

REFERÊNCIAS

HWANG, C. L. & YOON, K. **Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications**. SpringerVerlag: Berlin (Alemanha), 1981.

Tang G, Chiclana F, Liu P. **A decision-theoretic rough set model with q-rung orthopair fuzzy information and its application in stock investment evaluation**. Appl Soft Comput 106212 (2020)

Dash R., Samal S., Dash R., Rautray R. **An integrated TOPSIS crow search based classifier ensemble: In application to stock index price movement prediction** Appl. Soft Comput. J., 85 (2019), 10.1016/j.asoc.2019.105784

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. **Tics na composição da methodi ordinatio: construção de portfólio bibliográfico sobre modelos de transferência de tecnologia**. Ciência da Informação, v. 46, n. 2, 2017. DOI: 10.18225/ci.inf..v47i1.1886 Acesso em: 27 set. 2021.

Pagani, R. N., Kovaleski, J. L., Resende, L. M. M. de; **Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura**. Ciência Da Informação, v.46, n.2, p.161-187, 2018.

Cunha, M. V. da; **Os periódicos em ciência da informação: uma análise bibliométrica**. Ciência Da Informação, v.14 n. 1, 1985.

Hatami-Marbini A., Kangi F. **An extension of fuzzy TOPSIS for a group decision making with an application to Tehran stock Exchange** Appl. Soft Comput., 52 (2017), pp. 1084-1097

Tang G, Chiclana F, Liu P. **A decision-theoretic rough set model with q-rung orthopair fuzzy information and its application in stock investment evaluation**. Appl Soft Comput 106212 (2020)

Dash R., Samal S., Dash R., Rautray R. **An integrated TOPSIS crow search based classifier ensemble: In application to stock index price movement prediction** Appl. Soft Comput. J., 85 (2019), 10.1016/j.asoc.2019.105784

Y.-J. Liu, W.-G. Zhang, W.-J. Xu **Fuzzy multi-period portfolio selection optimization models using multiple criteria** Automatica, 48 (2012), pp. 3042-3053



Pătări et al., 2017 E. Pătări, V. Karell, P. Luukka, J.S. Yeomans **Comparison of the multicriteria decision-making methods for equity portfolio selection: The U.S evidence** European Journal of Operational Research, 265 (2017), pp. 655-672

Markowitz, H. M. **Portfolio selection**. The Journal of Finance, 7(1), 77-91. (1952)

Ferreira, M. A., & Galdi, F. C. **Dividendos: teoria e prática no mercado brasileiro**. Editora Atlas. (2016).

B3. (2021). **Relatório de Acessibilidade**: setembro 2021. <https://arquivos.b3.com.br/pdfs/6a/4d/4b/df8b6a28d09a7c75334c02e221ee9d9f1c47.pdf>

Statista Research Department. (2021). **Number of individuals investing in stocks in the United States from 2000 to 2021 (in millions)**. <https://www.statista.com/statistics/804235/number-of-investors-in-the-us/>

B3. (2022). **Empresas Listadas**. https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/empresas-listadas.htm

Amini, H., Mobasher-Kashani, M., & Rahimian, S. (2019). **A review of financial markets: structure and dynamics**. Journal of Risk and Financial Management, 12(2), 73.

Jensen, M. C., & Asness, C. S. (2020). **The life cycle of money, markets, and saving**. Journal of Financial Economics, 135(2), 417-435.

Status Invest (2021). **Busca Por Indicadores de Ações**. <https://statusinvest.com.br/acoes/busca-avancada>



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CAR - COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**



FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC Nº 18 / 2023 - CAR-CCEP (11.02.19.01.08.03.10)

Nº do Protocolo: 23152.001498/2023-94

Cariacica-ES, 05 de junho de 2023.

RODRIGO DE ARAÚJO TORRES

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO MÉTODO TOPSIS PARA ANÁLISE DE CARTEIRA DE AÇÕES DE
SIDERURGIA E METALURGIA NA BOVESPA**

Trabalho Final de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Engenharia de Produção com Ênfase em Tecnologias da Decisão do Instituto Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Engenharia de Produção com Ênfase em Tecnologias da Decisão.

Aprovado em 08 de Maio de 2023
COMISSÃO EXAMINADORA

D.sc. Cíntia Tavares do Carmo
Instituto Federal Do Espírito Santo

Orientador

D.sc. Rodrigo Loureiro Medeiros
Instituto Federal Do Espírito Santo

D.sc. Tiago José Menezes Gonçalves
Instituto Federal Do Espírito Santo

(Assinado digitalmente em 05/06/2023 18:40)

CINTIA TAVARES DO CARMO
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO
CAR-CCEP (11.02.19.01.08.03.10)
Matrícula: 1277930

(Assinado digitalmente em 05/06/2023 18:42)

RODRIGO LOUREIRO MEDEIROS
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO
CAR-CCEP (11.02.19.01.08.03.10)
Matrícula: 1651974

(Assinado digitalmente em 05/06/2023 18:44)

TIAGO JOSE MENEZES GONCALVES
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO
CAR-CCEP (11.02.19.01.08.03.10)
Matrícula: 2073974

Visualize o documento original em <https://sipac.ifes.edu.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **18**, ano: **2023**, tipo: **FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC**, data de emissão: **05/06/2023** e o código de verificação: **2860e7cd3b**