

Electre i aplicado a problemas de selección de cartera de inversiones

Ana Paula Moccellin*

<https://orcid.org/0000-0002-2169-7834>

Email: anapaula.moccellin@gmail.com

Valdivieso-Bonilla, Alexis Polivio*

<https://orcid.org/0000-0002-3374-2321>

Email: alexis.valdivieso@acad.ufsm.br

Cléber Vinícius de Freitas*

<https://orcid.org/0000-0002-1295-2303>

Email: cleber.freitas@acad.ufsm.br

Elisângela Pinheiro*

<https://orcid.org/0000-0003-4109-0949>

Email: e.pinheiro@unochapeco.edu.br

Ruiz-Padillo, Alejandro*

<https://orcid.org/0000-0001-8313-0916>

Email: alejandro.ruiz-padillo@ufsm.br

Mairesse-Siluk, Julio Cezar*

<https://orcid.org/0000-0001-6755-7186>

Email: jsiluk@ufsm.br

**Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação de Engenharia de
Produção, Santa Maria/RS, Brasil*

Recibido: 15 de noviembre de 2021 / **Aprobado:** 21 de diciembre de 2021 / **Publicado:** 28 de diciembre de 2021

DOI: <https://doi.org/10.24133/sigma.v9i01.2630>

Resumo

Os métodos tradicionais de investimentos geralmente são baseados em análises históricas de dados, estes melhoram a confiabilidade para uma tomada de decisão em investimentos futuros com maior assertividade e com gerenciamento de riscos pelos investidores. Portanto, os métodos de seleção de portfólio são regularmente considerados em aplicações financeiras. Neste sentido, este artigo propõe contribuir com uma nova abordagem na aplicação de métodos de seleção combinatória de portfólios para problemas de investimentos em ações, buscando testar o grau de confiabilidade da aplicação do método SMART juntamente com o método ELECTRE I para este caso, com um refinamento conclusivo através de Programação Linear. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica e aplicada sobre a utilização combinada dos métodos propostos utilizando dados quali-quantitativos do mercado de ações. Foram utilizados dados históricos de cotações de ações de empresas listadas no mercado financeiro brasileiro gerenciado pela B3 (Brasil - Bolsa - Balcão). Resultados experimentais com dados da bolsa de valores do Brasil mostram que a combinação dos métodos SMART, ELECTRE I em conjunto com Programação Linear podem gerar uma previsibilidade de resultados atrativos para investimentos em ações

Palavras-chave: Multicritério na tomada de decisão. ELECTRE I. SMART. Análise financeira. Mercado de ações.

Electre i aplicado a problemas de selección de cartera de inversiones

Resumen

Los métodos tradicionales de inversión generalmente son basados en análisis históricos de datos, estos mejoran la confiabilidad para una toma de decisiones en inversiones futuras con mayor seguridad y con gerenciamento de riesgos por los inversionistas. Por lo tanto, los métodos de selección del portafolio son regularmente considerados en aplicaciones financieras. En este sentido, este artículo propone contribuir con un nuevo enfoque en las aplicaciones de métodos de selección combinatoria de portafolios para problemas de inversiones en acciones, buscando probar el grado de confiabilidad de la aplicación del método SMART junto con el método ELECTRE I, para este caso con un refinamiento conclusivo a través de la Programación Lineal. Fue realizada una investigación bibliográfica y aplicada sobre la utilización combinada de los métodos propuestos utilizando datos cuali-cuantitativos del mercado de acciones. También fueron utilizados datos históricos de cotizaciones de acciones de empresas que están en el mercado financiero Brasileño gerenciado por la B3 (Brasil - Bolsa - Balcón). Los resultados experimentales con los datos de la bolsa de valores de Brasil muestran que la combinación de los métodos SMART, ELECTRE I en conjunto con la Programación Lineal pueden generar visibilidad de resultados atractivos para inversiones en acciones.

Palabras clave: Multicriterio en la toma de decisión. ELECTRE I. SMART. Análisis financiero. Mercado de acciones.

Electre i applied to investment portfolio selection

Abstract

Traditional investment methods are generally based on historical data analysis, which improve the reliability for decision making in future investments with greater assertiveness and risk management by investors. Therefore, portfolio selection methods are regularly considered in financial investments. This way, this paper proposes to contribute with a new approach in the application of combinatorial selection methods of portfolios for share investments problems. Seeking to test application reliability degree of the SMART method together with the

Mocellin, Ana Paula; Valdivieso-Bonilla, Alexis Polivio; De Freitas, Cléber Vinícius; Pinheiro, Elisângela; Ruiz-Padillo, Alejandro; Siluk, Julio Cesar Mairesse

ELECTRE I method, for this case, with a conclusive refinement through Linear Programming. A bibliographic and applied research was carried out on the combined use of the proposed methods using quali-quantitative data from the stock market. Historical stock quote data from companies listed in the Brazilian financial market managed by B3 (Brazil - Bolsa - Balcão) were used. Experimental results with data from the Brazilian stock exchange show that the combination of SMART and ELECTRE I methods together with Linear Programming can generate results predictability for share investments.

Keywords: Multicriteria in decision making. ELECTRE I. SMART. Financial analysis. Stockmarket.

Introdução

A bolsa de valores é um mercado onde se concentram as negociações de ações e títulos que são emitidos por empresas de capital aberto e disponibilizados neste mercado para transações entre agentes. As ações negociadas nada mais são do que pequenas partes de empresas de capital aberto disponibilizadas para que investidores tenham a possibilidade de ingressar parcialmente nos respectivos negócios escolhidos por eles com uma visão e intenção de um retorno financeiro que pode ser a curto, médio ou longo prazo (7 graus, 2017).

O investimento em ações de empresas é considerado extremamente complexo devido a quantidade de inputs que o tomador de decisão possui para que consoante a algumas premissas definidas por ele, que na maioria das vezes são individuais do próprio investidor, direcionam sua atenção para o ambiente desejado, ou seja, para a empresa e respectiva ação a ser incorporada na sua carteira de investimentos.

O foco dos investimentos apresentados neste artigo é em ações que possuem potencial de gerar dividendos acima da média de mercado. Dividendos são uma parcela dos lucros das empresas que são distribuídos entre seus acionistas de acordo com regramento específico desenvolvido pela Comissão de Valores Mobiliários - CVM. Para isso, em um primeiro

momento, foi necessária a identificação dos principais segmentos de atuação das empresas que possuem essa característica desejada através de uma pesquisa em sites de especialistas na área de investimentos em ações que direcionaram para alguns setores específicos.

Historicamente no Brasil as empresas do setor financeiro e de energia elétrica são consideradas “previdenciárias” do ponto de vista de segurança para investimento de médio longo prazo, bem como são recorrentes pagadoras de dividendos acima da média de mercado, sendo assim, as empresas selecionadas para este estudo foram as inseridas nestes dois setores. O ano de 2020 foi bastante atípico devido à Pandemia e algumas das empresas estudadas tiveram comportamentos um pouco diferentes dos registrados historicamente, contudo, não influenciaram em alterações significativas nas decisões de investimento do mercado financeiro como um todo, visto que tradicionalmente as empresas que entraram para a carteira de ações estruturada neste estudo já suportaram outras crises ocorridas no mercado nacional e internacional e permaneceram gerando bons resultados e consequentemente distribuindo auspiciosos dividendos

O método de avaliação definido para estruturação da técnica que será apresentada neste estudo possui a característica híbrida,

ou seja, multicritéria, onde foram utilizados o método SMART para seleção do conjunto de critérios fundamentalistas de onde foram extraídos os dados para análise das ações dos setores supracitados para composição da carteira de investimentos, o método ELECTRE I para definição do melhor agrupamento de ações para formação desta carteira de acordo com os critérios definidos pelo método SMART, e por último, a Programação Linear (PL) foi aplicada através da ferramenta SOLVER do EXCEL para o dimensionamento e fracionamento dos recursos financeiros a serem aplicados em cada ação de acordo com o histórico de cotações de cada uma delas. Além disso, foram utilizados os desvios padrões dos dados históricos de cada ação para utilização na Programação Linear com a intenção de limitar o risco admissível pelo investidor durante seu processo decisório.

Referencial teórico

O sistema financeiro é parte integrante da sociedade econômica moderna. Ele é definido como um conjunto de instituições e instrumentos financeiros que possibilitam a transferência de recursos entre poupadores e tomadores de dinheiro e cria condições para que títulos e valores mobiliários tenham liquidez no mercado (Fundação Getúlio Vargas, [s. d.]). O mercado financeiro ainda é conhecido como um sistema complexo, que é diretamente afetado por fatores econômicos, políticos, geopolíticos e psicológicos (Nakano; Takahashi, 2019). No Brasil, o Sistema Financeiro Nacional (SFN) é formado por um conjunto de entidades e instituições que promovem a intermediação financeira, é por meio deste sistema que pessoas, empresas e o próprio governo fazem a maior

parte de seus ativos circular (Banco Central do Brasil, [s. d.]).

Uma das formas mais conhecidas de investimentos que pertencem ao mercado financeiro é no mercado de ações. O investimento em ações é constituído por aplicações financeiras em renda variável e onde não é possível determinar previamente o prazo ou ganho definido para os valores investidos (Comissão de valores mobiliários, 2004). Por isso, selecionar um portfólio com ações em que o investidor irá aplicar seus recursos e realizara gestão de sua carteira são os maiores problemas enfrentados pelos investidores do mercado financeiro (Xidonas; Mavrotas; Psarras, 2009); (Banihashemi; Navidi, 2017)

O mercado acionário Brasileiro é um dos mais importantes da América Latina e dos mercados emergentes (Barbi; Prata, 2019). Atualmente estão listadas na Bolsa Brasileira (B3) 435 ações (B3, 2021).

A seleção de carteiras busca construir carteiras que maximizem o retorno esperado com base em um nível de risco pré-determinado (Chanvarasuth; Boongasame; Boonjing, 2019), visto que risco e retorno são variáveis conflitantes, as quais os investidores devem estar atentos. Decidir quais as ações que farão parte de uma carteira de investimentos, ou até mesmo buscar formas de otimização do portfólio de investimentos pode ser guiado por métodos de tomada de decisão que ajudarão o tomador de decisão a comparar as alternativas e optar pelas que lhe tragam maior retorno financeiro (Mendonça et al., 2020).

Os problemas de seleção de carteiras envolvem a construção de um portfólio de

ações que maximize os benefícios do investidor conforme seu perfil. Esse processo é constituído por duas fases principais. Na primeira fase do processo, o decisor (DM), investidor privado ou institucional, precisa avaliar e selecionar ações que estão disponíveis como oportunidades de investimento. Devido ao grande volume de ações negociadas no mercado, esta etapa é extremamente necessária a fim de separar um número limitado de opções de investimento que se mostrem atrativas. Na segunda fase do processo, o DM deve decidir sobre o montante de capital que deve ser investido em cada uma das ações escolhidas, construindo assim uma carteira com as ações selecionadas (Xidonas; Mavrotas; Psarras, 2009).

Segundo Xidonas, Mavrotas e Psarras (2009), as metodologias de tomada de decisão de múltiplos critérios são adequadas para estudar diversos problemas do mercado financeiro, como a diversidade de fatores que afetam as decisões financeiras e o complexo ambiente financeiro, empresarial e econômico.

Para realizar a análise de ações de determinado negócio é preciso avaliar diversos índices relacionados à saúde financeira da empresa. Com isso, o investidor será capaz de tomar decisões de investimentos e antever o futuro financeiro de uma empresa (Chanvarasuth; Boongasame; Boonjing, 2019). Esse processo é conhecido por análise fundamentalista, que é o estudo das condições de um setor ou de uma empresa para determinar o valor de uma ação. Ele determina como está a saúde financeira de uma empresa com base em suas demonstrações contábeis (Capitalizo, 2019)

Após a realização da busca bibliográfica nos periódicos da CAPES, evidencia-se que poucos trabalhos com as palavras-chave que nortearam esse estudo “Investimento no mercado de ações”; “Seleção”; “Mercado Financeiro” ou “Bolsa de Valores”; “Método ELECTRE I” e “SMART”. têm sido publicados nos últimos 10 anos. As palavras-chave ELECTRE I “AND” SMART; ELECTRE I “AND” Investment in stock market e ELECTRE I “AND” Stock Exchange em publicações no portal capes dos últimos 10 anos não foi encontrada nenhuma publicação a utilizar essas técnicas em conjunto. Já para as palavras-chave ELECTRE “AND” FINANCIAL MARKET foi encontrada uma publicação que aplicou um método híbrido de BPM-ELECTRE TRI para analisar o posicionamento de uma companhia de seguros no mercado de ações Iraniano (Mahdiraji, Hafeez e Haijagha, 2020).

Metodologia da pesquisa

este estudo trata sobre a utilização combinada do método SMART e método ELECTRE I para a seleção de critérios e escolha do melhor conjunto de investimentos no mercado de ações. Para atingir os objetivos propostos neste estudo, o mesmo foi estruturado seguindo etapas sequenciais. Primeiramente foi definido o enquadramento metodológico mais apropriado para essa pesquisa conforme abordado por (Lakatos e Marconi, 2017; Gil, 2016 & Nascimento e Souza, 2015). Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa explicativa, pois se pretende explorar o objeto deste estudo, identificar as variáveis que participam das fases de investimentos e as relações de dependência existentes entre elas. Caracteriza-se de natureza conceitual aplicada e experimental, pois é

realizada uma aplicação experimental com base em conceitos sobre a aplicação do SMART e ELECTRE I e quanto à lógica enquadra-se como pesquisa dedutiva, pois parte de uma observação a fim de fornecer uma base segura de informações para sua exploração e construção de conhecimento científico. É de abordagem qualitativa, com dados específicos do mercado financeiro. É uma pesquisa do tipo aplicada, pois objetiva investigar se o método proposto neste estudo traz certa confiabilidade na decisão em selecionar um conjunto de ações mais atrativas aos investidores conforme seus perfis. Quanto aos procedimentos metodológicos trata-se de uma pesquisa experimental, de levantamento e bibliográfica baseada em artigos científicos considerando o período de publicação de 2010 a 2020. A busca pelos artigos delimitou-se às bases de dados com acesso disponibilizado nas plataformas Science Direct, Scopus, Portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Na construção da pesquisa bibliográfica foram selecionadas palavras-chave conforme a relevância da temática explorada no estudo. As palavras-chave que estruturam a pesquisa são: “Investimento no mercado de ações”; “Seleção”; “Mercado Financeiro” ou “Bolsa de Valores”; “Método ELECTRE I” e “SMART”.

Métodos utilizados no estudo

Os métodos multicritérios de apoio à decisão buscam proporcionar ao decisor uma avaliação das alternativas apresentadas para a resolução de um problema de decisão (Siqueira e Filho, 2011). Decidir qual o método ou métodos que vão ser utilizados, depende das características do problema, preferência do decisor

e do tipo de resultado que se deseja (Leitee Freitas, de, 2012). Neste sentido, os métodos escolhidos para este estudo foram: SMART, ELECTRE I e Software Microsoft Excel extensão solver para análises através de Programação Linear (PL), visto que o estudo se pauta de uma problemática $P\alpha$, ou seja, tem como objetivo auxiliar na escolha da melhor ação, orientando a investigação no sentido de encontrar um subconjunto de ações tão pequeno quanto possível, neste caso, seleção de um conjunto de ações que se sobreclassificam as demais. Foi considerada também no estudo uma preferência estrita como a Forte (P) em relação ao conjunto de dois elementos onde analise-se a preferência de um em relação a outro (aPb, onde a é preferível a b).

SMART (*Simple Multi Attribute Rating Technique*)

Inicialmente é descrito sobre método de atribuição simples SMART (Simple Multi Attribute Rating Technique). O SMART foi criado em 1977 por Ward Edwards, é um modelo abrangente de tomadores de decisão que auxilia na escolha entre várias alternativas. É um método de decisão multicritério que possui critérios onde cada um destes possui pesos distribuídos de forma ponderada que permite avaliar cada alternativa para obter a melhor escolha. O valor da ponderação usa uma escala de 0 a 1, facilitando o cálculo e a comparação dos valores em cada alternativa (Edwards, 1977; Siregar et.al, 2017; Nunung et. al, 2018). É um método flexível e que vem sendo amplamente utilizado devido a sua simplicidade em responder às necessidades dos tomadores de decisão e de como analisar as respostas, sendo assim, de análise transparente (MALIKI et.al, 2019).

O modelo de função multilinear usado pela SMART é descrito conforme equação 01

$$Maximize \sum_{j=1}^k w_j * u_{ij} \quad (01)$$

Onde: W_j é o valor ponderado do critério para j de k critérios; U_{ij} é um valor de utilidade alternativo i no critério j . A seleção de decisão é identificar qual das “ n ” alternativas tem o maior valor prático, e assim fazer um ranqueamento de relevância (Siregar, et.al, 2017; Slamet et.al, 2019).

Conforme apresentado por Siregar et al (2017), a aplicabilidade do SMART acompanha algumas etapas, conforme segue: 1 - identificar os decisores; 2 – identificar os percursos alternativos da ação; 3 - Identificar os atributos que são relevantes para o problema de decisão; 4 - designar valores para cada atributo para medir o desempenho das alternativas nesse atributo; 5 - determinar um peso para cada atributo (Isso reflete o quão importante o atributo é para o tomador de decisão); 6 - para cada alternativa, dar uma média ponderada; 7 – fazer uma decisão provisória; 8 - realizar análise de sensibilidade para verificar a robustez frente a alterações nos dados fornecidos pelo tomador de decisão. Ao finalizar a sequência das etapas é possível construir a tabela de informações e com a definição dos pesos, como direcionador a aplicação de um maior peso para os critérios que tendem a geração de dividendos consistentes em um período de médio e longo prazo, conforme pode ser visto no Quadro 01 que apresenta um exemplo com informações reais específicas deste estudo.

Tabela 1

Método SMART para Ranqueamento dos Critérios

CRITÉRIO	RANKING	NOTA	PESO
Dividendo	1	10	27,78%
Dividend Yield	2	9	25,00%
Payout	3	7	19,44%
VPA	4	6	16,67%
LPA	5	4	11,11%
Total		36	100,00%

Fonte: Elaborado pelos autores

A escala utilizada para inserção dos pesos dos critérios teve uma pontuação de 1 a 10, sendo 1 para um critério menos importante e 10 para um critério mais importante dentro do conjunto de critérios previamente definidos.

ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité)

Na sequência apresenta-se o método ELECTRE I, esse método não dispõe de uma ponderação de critérios, estes são arbitrados pelo decisor, portanto, faz-se necessário o uso combinatório com a técnica de atribuição simples SMART.

ELECTRE é uma família de métodos de análise de decisão multicritério que se originou na Europa em meados da década de 1960, desenvolvido por Bernard Roy. A sigla ELECTRE significa: Elimination et choice Translating Reality (eliminação e escolha que traduz a realidade), foi aplicado pela primeira vez em 1965 para escolher a (as) melhor (es) ação (ões) de um determinado conjunto de ações, e posteriormente sendo aplicado a três problemas ELECTRE I aplicado a problemas de seleção de Carteira de Investimentos principais: escolha, classificação e ordenação (Roy, 1968; Saracoglu, 2015; Gonvindan et. al, 2018).

A aplicação ELECTRE I tem duas partes principais: primeiro, a construção de uma ou várias relações de superação, que visa comparar de forma abrangente cada par de ações; em segundo lugar, um procedimento de exploração que desenvolve as recomendações obtidas na primeira fase (Saracoglu, 2015). Geralmente, os métodos Electre são utilizados para descartar algumas alternativas do problema, que são inaceitáveis. O método Electre pode ser utilizado mesmo quando alguns critérios são de natureza qualitativa ou em escalas diferentes, além disso admite a incomparabilidade entre as alternativas (Gonvindan et. al, 2018). Os métodos da família ELECTRE admitem a construção de uma modelagem mais flexível para os problemas de decisão, pois não impõem ao decisor uma estrutura hierárquica dos critérios existentes (Ayala e Frank, 2013; (Pereira, 2017)

Após a definição das alternativas (A) e critérios(G) inicia-se a aplicação do método ELECTRE I onde serão realizadas as relações de superação entre os critérios, calculando-se os valores de concordância e discordância (SIQUEIRA e ALMEIDA FILHO, 2011).

- $C(a,b)$: índice de concordância com a afirmação de aSb, é obtido pela soma de todos os pesos dos critérios i quando a alternativa a supera b, para os critérios em que a tem a maior parte dos pesos a seu favor. Obtido pelas equações 02.

$$C(a,b) = \frac{\sum_{j: a \geq b} w_j}{\sum_j w_j} \quad (02)$$

$D(a,b)$: índice de discordância com a afirmação aSb, representa a desvantagem da alternativa a em relação à alternativa b, para

critérios em que b é vencedor. Calculado pela equação 02.

$$d_{ik} = \frac{\begin{cases} 0 & \text{se } a_{ij} \geq a_{kj}, \forall j \\ \text{Máximo positivo}(a_{ki} - a_{ij}) \end{cases}}{\delta} \quad (03)$$

Onde: a_i = alternativa i ; g_j = critério j ; $g_j(a_i)$ = desempenho da alternativa i em relação ao critério j ; w_j = peso do critério j ; $c_{kl}(a_l, a_k)$ = grau de concordância entre as alternativas l e k ; $s_{lk}(s_l, s_k)$ = grau de discordância entre as alternativas l e k ; $s_{lk}(a_l, a_k)$ = grau de dominância(credibilidade) de uma alternativa. $E = \text{máx}\{\text{maior avaliação } j - \text{menor avaliação } j\}$.

Ambos os índices são normalizados e analisados em uma escala de valor de 0 a 1. Onde: p = Valor de corte para a concordância, normalmente $0.5 \leq p \leq 1$; q = Valor de corte para a discordância, normalmente $0 \leq q \leq 0.5$. A relação de superação é válida se e somente as duas regras forem satisfeitas simultaneamente (Siqueira e Almeida Filho, 2011) (Liu e Wan,2019).

De posse das informações é preciso construir a matriz de performance, matriz de concordância, matriz de discordância, teste de sobreclassificação, matriz de dominância, e por fim, grafo de sobreclassificação, conforme ilustrado nas Figuras 01 e 02.

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
a_1	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$	$g_3(a_1)$	$g_4(a_1)$	$g_5(a_1)$
a_2	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$	$g_3(a_2)$	$g_4(a_2)$	$g_5(a_2)$
a_3	$g_1(a_3)$	$g_2(a_3)$	$g_3(a_3)$	$g_4(a_3)$	$g_5(a_3)$
a_4	$g_1(a_4)$	$g_2(a_4)$	$g_3(a_4)$	$g_4(a_4)$	$g_5(a_4)$
a_5	$g_1(a_5)$	$g_2(a_5)$	$g_3(a_5)$	$g_4(a_5)$	$g_5(a_5)$

Pesos w_1 w_2 w_3 w_4 w_5
Matriz de performance

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
a_1	-	c_{12}	c_{13}	c_{14}	c_{15}
a_2	c_{21}	-	c_{23}	c_{24}	c_{25}
a_3	c_{31}	c_{32}	-	c_{34}	c_{35}
a_4	c_{41}	c_{42}	c_{43}	-	c_{45}
a_5	c_{51}	c_{52}	c_{53}	c_{54}	-

Matriz de concordância

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
a_1	-	d_{12}	d_{13}	d_{14}	d_{15}
a_2	d_{21}	-	d_{23}	d_{24}	d_{25}
a_3	d_{31}	d_{32}	-	d_{34}	d_{35}
a_4	d_{41}	d_{42}	d_{43}	-	d_{45}
a_5	d_{51}	d_{52}	d_{53}	d_{54}	-

Matriz de discordância

Figura 1 Exemplo de construção de matriz de performance, concordância e discordância.

Fonte: Elaborada pelos autores

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
a_1	-	s_{12}	s_{13}	s_{14}	s_{15}
a_2	s_{21}	-	s_{23}	s_{24}	s_{25}
a_3	s_{31}	s_{32}	-	s_{34}	s_{35}
a_4	s_{41}	s_{42}	s_{43}	-	s_{45}
a_5	s_{51}	s_{52}	s_{53}	s_{54}	-

	Alejandro	Beatriz	Camila	Douglas	Eliana
Alejandro	-	0	0	1	0
Beatriz	0	-	1	1	0
Camila	0	0	-	0	0
Douglas	0	0	0	-	0
Eliana	0	0	1	1	-



Matriz de dominância de acordo com a sobreclassificação com base em p e q

Gráfico

Figura 2 Exemplo de matriz de sobreclassificação e grafo.

Fonte: Elaborada pelos autores

Microsoft Excel (SOLVER)

O uso de softwares específicos ou do Excel, auxilia fortemente nos cálculos matemáticos (etapa de resolução) e apresenta os resultados de forma rápida o que possibilita um tempo maior para o processo de análise, atividade está fundamental para um gestor (Rodrigues, 2014). Portanto, a PO é aplicada para problemas referentes à orientação e coordenação das operações de uma organização (Hillier e Lieberman, 2013). O objetivo principal da PO é municiar os tomadores de decisões nas organizações com informações que sejam relevantes à tomada de decisão, tornando-a mais prática e eficiente, desta forma, contribuindo com a proposta deste estudo (Rodrigues, 2014).

Markowitz desenvolveu um modelo matemático de otimização de carteiras que busca escolher, entre um conjunto de investimentos financeiros, a melhor combinação que maximize o retorno esperado da carteira, minimizando seu risco. Sharpe propôs um modelo simplificado de otimização de carteiras a fim de facilitar o cálculo da matriz de covariância de Markowitz por meio da variância do retorno dos ativos, buscando determinar a composição ótima da carteira que trará o maior retorno possível com o menor risco (Belfiore; Fávero, 2013). Embasada nestas duas teorias desenvolveu-se a modelagem matemática apresentada neste estudo.

Coleta de dados e estruturação do modelo

A economia de um país é dividida em

setores, subsetores e segmentos de mercado, os quais promovem resultados financeiros que são afetados por variáveis que fogem do controle delas, tais como câmbio, juros, inflação variações nos preços das matérias primas, políticas econômicas, regulações dos seus setores, dentre outras (Ávila, 2019). Para realizar o decisor precisa definir um conjunto de indicadores que serão avaliados antes de decidir em quais empresas ele irá investir. Existem duas maneiras de fazer análise de uma ação, através da análise técnica e da análise fundamentalista. A primeira é baseada em interpretações gráficas e estatísticas buscando traçar tendências sobre as oscilações dos preços das ações (Capitalizo, 2019) Já a análise fundamentalista busca avaliar os fundamentos da empresa a partir de seus resultados e do ambiente macroeconômico onde a empresa está inserida (Capitalizo, 2019)

O objetivo deste estudo é selecionar um conjunto de ações que proporcionem retornos substanciais a longo prazo para o investidor. Para isso buscou-se selecionar um conjunto de ações com características de retorno a longo prazo, e aplicou-se uma análise fundamentalista, primeiramente.

Atualmente, estão listadas na Bolsa Brasileira (B3) 435 ações, divididas em 11 setores, 45 subsetores e 86 segmentos de atuação (B3, 2021). Como o estudo busca ações com retorno no longo prazo, foi realizada uma pesquisa junto às instituições que analisam os setores da bolsa para encontrar quais os setores considerados maiores pagadores de dividendos e de juros sobre capital. Os setores mais promissores para este tipo de investimento são o setor elétrico, financeiro e petrolífero (Capital Research, 2020). Isso

acontece porque esses setores são mais estáveis e sólidos, movimentam um grande volume financeiro e apresentam liquidez constante. Para este estudo, foram considerados os setores elétrico e financeiro, sendo que o segmento de securitização está inserido no setor financeiro. O setor petrolífero não foi considerado devido a sensibilidade que ele apresenta em relação às crises políticas e econômicas, o que poderia impactar significativamente no resultado do estudo. Baseado nessa informação, foi realizado o levantamento de todas as empresas listadas nos setores elétrico e financeiro, e chegou-se a um total de 133 ações.

Com base nas informações da B3 (2021), GuiaInvest (2021) e Fundamentus (2021), considerando a perenidade de um negócio, a consolidação de uma empresa no mercado e as práticas de geração de proventos das organizações como pontos principais de atenção analisados para a elaboração deste estudo, considerou-se como indicadores fundamentalistas para o diagnóstico e na escolha de quais ações participaram das simulações para estruturação da carteira de investimentos e seus critérios, empresas com números consistentes no retorno de dividendos e com liquidez elevada para balanceamento da carteira em momentos oportunos no futuro. As premissas consideradas para definir este conjunto de ações foram:

-Segmento de energia: P/L (< 8), P/VP (< 2), DIVIDEND YIELD (> 6%), ROE (> 15%), LIQUIDEZ/2 meses (> 30 MM);

-Segmento financeiro: P/L (< 15), P/VP (< 2), DIVIDEND YIELD (> 4%), ROE (> 12%), LIQUIDEZ/2 meses (> 18 MM)

-Segmento de securitização P/L(< 15), P/VP (< 2), DIVIDEND YIELD (> 6%), ROE(> 12%), LIQUIDEZ -2 meses (> 18 MM).

Baseado nestas premissas delimitadas aos parâmetros justificados para a formação de carteira de investimentos, chegou-se a um conjunto com 7 ações que são: no setor de energia elétrica a TAEE11 (ransmissora Aliança de Energia Elétrica S.A.), a CESP6 (Companhia Energética de São Paulo) e a TRPL4 (CTEEP - CIA Transm. Energia Elétrica Paulista), para

o setor financeiro o BBAS3 (Banco do Brasil S.A), a ITSA4 (ITAÚSA - Investimentos Itaú S.A e o ITUB3 (ITAÚ Unibanco Holding S.A) do segmento financeiro e por fim o BBSE3 (BB Seguridade Participações S.A) representando o segmento de securitização. Conforme Moreira (2021) os papéis BBSE3, TRPL4 e TAEE11 são as ações mais recomendadas de fevereiro de acordo com a previsão de Dividend Yield destas.

O histórico utilizado buscou a base de cotações das ações entre as datas de 01/01/2015 e 01/01/2020.

Tabela 2

Ilustração do Quadro de Cotações

Data	TAEE11	CESP6	TRPL4	BBAS3	ITSA4	ITUB3	BBSE3
05-jan-15	-0,4%	1,9%	0,1%	-2,1%	0,3%	-1,1%	3,0%
06-jan-15	0,2%	-0,3%	-0,6%	1,4%	0,8%	1,0%	4,2%
07-jan-15	0,2%	3,4%	2,9%	4,4%	3,8%	2,3%	-1,6%

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a delimitação do conjunto de ações, que neste estudo será tratado como alternativas, buscou-se delimitar um conjunto de indicadores que foram utilizados para avaliar cada uma das alternativas. Os indicadores utilizados, dependem da análise que o investidor deseja fazer e do propósito que ele tem ao realizar investimentos no mercado de ações. Os indicadores utilizados estão baseados na análise fundamentalista de base quantitativa, a qual já foi descrita neste estudo. Esse tipo de análise tem a vantagem de ser objetiva e não oferecer muito espaço para avaliações subjetivas por parte do analista. (Massaro, 2020).

Ao fazer uma análise fundamentalista, o decisor precisa combinar os indicadores para ter uma análise mais segura. No entanto, muitos indicadores são redundantes e adicionar vários

indicadores em uma análise vai torná-la muito complexa (Massaro, 2020). Este estudo baseou-se em cinco indicadores que melhor se relacionam ao objetivo deste estudo que é selecionar um conjunto de ações que proporcionem retornos a longo prazo para o investidor.

Os indicadores selecionados, que neste estudo receberam o nome de critérios são os seguintes: Dividendo, que é a parcela do lucro da empresa distribuída aos acionistas; Dividendo Yield, que mostra a remuneração da ação em relação a sua própria cotação; Payout, se refere à porcentagem do lucro líquido distribuído aos acionistas na forma de dividendos ou juros sobre capital próprio; Valor Patrimonial por Ação (VPA), que representa a divisão do patrimônio líquido da empresa pelo seu número total de ações, e por último, Lucro por Ação (LPA), que

representa a divisão do lucro líquido pelo número total de ações da empresa (Bradesco). A seguir segue a descrição do problema proposto neste estudo:

- Alternativas: (TAEE11, CESP6, TRPL4, BBAS3, ITSA4, ITUB3, BBSE3)
- Critérios: Dividendo, Dividend Yield, Payout, VPA, LPA
- Notas: As notas para cada critério foram arbitradas com um grau de importância de 1 a 10
- Critérios: As notas de cada critério foram atribuídas entre 0 e 100%
- Peso (%): Para cada Critério foram atribuídos pesos através do método SMART, que resultaram nos seguintes percentuais (27,78%; 25%; 19,44%; 16,67% e 11,11%). As arbitragens foram determinadas de acordo com o maior impacto previsível que o critério considera no retorno dos proventos das ações selecionadas para formação do portfólio, conforme o grau de rentabilidade de um que se sobressai em relação aos demais indicadores.
- Limiares de concordância e discordância (1ª rodada): ($p=1$ $q=0$)
- Limiares de concordância e discordância (2ª rodada): ($0.5 \leq p \leq 1$; $0 \leq q \leq 0.1$) Uma análise de sensibilidade na concordância e discordância no método Electre I foi realizada para validar as arbitrariedades dos pesos conforme apresentado nos limiares de concordância e discordância na 1ª e 2ª rodada. Na 1ª rodada foram mantidas a concordância em 1 e a discordância em 0, contudo, se o decisor desejar realizar um ajuste de sensibilidade no modelo poderá chegar a novos resultados, onde os conjuntos serão formados por diferentes agrupamentos de alternativas. Para uma 2ª rodada, foi realizado um novo ajuste de sensibilidade mantendo-se a concordância entre 0,5

e 1 e a discordância entre 0,1 e 0, a fim de refinar o modelo e identificar novos padrões de conjuntos de ações que gerassem retornos financeiros mais significativos através da valorização dos papéis (alternativas) que formaram um novo conjunto para o núcleo.

A função objetivo do modelo de Programação Linear tem seguinte descrição: Maximizar $Z = [\text{Retorno Médio Ação 1} \times \% \text{ Part. Ação 1}] + [\text{Retorno Médio Ação 2} \times \% \text{ Part. Ação 2}] + \dots + [\text{Retorno Médio Ação "n"} \times \% \text{ Part. Ação "n"}]$

As restrições são:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = 1$$

$$X_1 < 30\%$$

$$X_2 < 30\%$$

$$X_3 < 30\%$$

$$X_4 < 30\%$$

$$X_5 < 30\%$$

$$X_6 < 30\%$$

$$\text{Retorno Médio} * X_1 + \text{Retorno Médio} * X_2 + \text{Retorno Médio} * X_3 + \text{Retorno Médio} * X_4 + \text{Retorno Médio} * X_5 + \text{Retorno Médio} * X_6 \leq 0$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \geq 0.$$

Foram consideradas duas carteiras, denominadas no método ELECTRE I como conjuntos, onde as ações foram relacionadas e comparadas entre si de acordo com o potencial de geração de proventos que cada uma possui, bem como com a previsão de retorno em relação ao crescimento de mercado para cada ação, através de suas respectivas valorizações.

Resultados e discussões

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos neste estudo. Vale ressaltar que

a modelagem realizada está fundamentada em dados históricos que não presumem um mesmo resultado futuro semelhante ao ocorrido no passado, porém, possibilita a geração de cenários análogos aos já ocorridos que poderão prever um retorno interessante em dividendos, bem como a própria valorização das ações.

Primeiramente, foi definido pelo método SMART o percentual dos pesos para a aplicação dos critérios conforme resultados já descritos na seção 3.2 coletas de dados estruturação do modelo deste artigo.

Na sequência foi aplicado o método ELECTRE I, o algoritmo foi estruturado na

plataforma JAVA, está disponível em github.com/Valdecy conforme Pereira; Costa e Nepomuceno (2019), onde todos os dados para a estruturação da etapa de modelagem foram lançados e vinculados aos dados fundamentalistas das ações escolhidas através da sequência de passos necessários para a aplicação do ELECTRE I, assim, as alternativas () são as seguintes: $a_1 = \text{TAE11}$; $a_2 = \text{CESP6}$; $a_3 = \text{TRPL4}$; $a_4 = \text{BBAS3}$; $a_5 = \text{ITSA4}$; $a_6 = \text{ITUB3}$ e $a_7 = \text{BBSE3}$. Observa-se que para a primeira rodada utilizando os limites de $p=1$; $q=0$ (Vide Figura 03), o resultado do conjunto das ações do núcleo e das ações dominadas foram os seguintes:

Matriz de Sobreclassificação							
	TAE11	CESP6	TRPL4	BBAS3	ITSA4	ITUB3	BBSE3
TAE11	-	0	0	0	0	1	0
CESP6	0	-	0	0	0	0	0
TRPL4	0	0	-	0	0	0	0
BBAS3	0	0	0	-	0	0	0
ITSA4	0	0	0	0	-	0	0
ITUB3	0	0	0	0	0	-	0
BBSE3	0	0	0	0	0	0	-

Kernel	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_7
Dominated	a_6					

Figura 3 Matriz de sobreclassificação das ações e seus conjuntos do núcleo (Kernel) e das dominadas. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Após a definição do conjunto de ações através do método ELECTRE I foi realizada a otimização de Carteiras com aplicação da PL através do SOLVER. Para esta etapa do estudo foram definidas as seguintes premissas:

- Capital hipotético a investir: R\$ 50.000,00
 - Risco mensal admissível pelo investidor: 1,8%
 - Máxima participação de cada ação na carteira: 30%
- As seguintes restrições foram definidas na modelagem:
1. Aplicação de 100% do capital disponível

para investimento

2. Porcentagem máxima desejada a ser aplicada em cada ação
3. Limitação do risco da carteira de acordo com os dados históricos
4. Variáveis de decisão devem atender a condição de não negatividade

O início da solução proposta neste modelo é com base no retorno médio e no desvio-padrão dos retornos diários de cada ativo que compõem a carteira de investimentos.

Apesar das ações BBSE3 e CESP6 terem

sido selecionadas pelo método ELECTRE I, estes dois papéis não atenderam as premissas definidas para a modelagem do SOLVER, e desta forma, não foram selecionadas para aplicação de capital. Percebe-se que na modelagem ilustrada na figura 04 o resultado esperado atingiu 2,22% a.m. previsto para retorno do investimento, com um ajuste no método ELECTRE I de $[p=1; q=0]$.

Ações	Participação %	R\$	Qtde
TAE11	29,32%	R\$ 14.658,55	545
CESP6	0,00%	R\$ -	0
TRPL4	30,00%	R\$ 15.000,00	558
BBA53	10,68%	R\$ 5.341,45	161
ITSA4	30,00%	R\$ 15.000,00	465
BBSE3	0,00%	R\$ -	0
Total	100,00%	R\$ 50.000	1172
Retorno Médio Diário			0,073%
Retorno Médio Mensal			2,22%
Retorno Médio Anual			30,12%

Figura 4 Quadro com Retornos Esperados dos Investimentos Carteira 1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com intuito de fazer uma análise de sensibilidade foram alterados os limiares de concordância e discordância para $(0.5 \leq p \leq 1; 0 \leq q \leq 0.1)$. As premissas continuaram sendo capital hipotético a investir: R\$ 50.000,00, risco mensal admissível pelo investidor: 1,8% e máxima participação de cada ação na carteira: 30%, e se mantiveram as mesmas restrições. Após isso obteve-se o seguinte resultado:

Kernel	a_1	a_2	a_3	a_4
Dominated	a_5	a_6	a_7	

Figura 5 Conjuntos do núcleo (Kernel) e das dominadas

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a análise de sensibilidade, houve uma mudança no conjunto de ações pertencentes

ao núcleo. As ações ITSA4 e BBSE3 que na análise anterior pertenciam ao Kernel do problema, agora passaram a integrar o conjunto das dominadas juntamente com a ITUB3 que permaneceu neste conjunto. A carteira ilustrada na figura 06 atingiu 1,78% de retorno médio mensal, com um ajuste no método ELECTRE I de $(0.5 \leq p \leq 1; 0 \leq q \leq 0.1)$ o qual modificou o conjunto de ações que permaneceram no núcleo, ademais, esta segunda carteira não conseguiu atender todas as restrições previamente definidas e inseridas no modelo de programação linear, mantendo a aplicação de apenas 95,55% do capital total, enquanto que na primeira carteira foi possível alocar 100% do capital disponível para investimento.

Ações	Participação %	R\$	Qtde
TAE11	30,00%	R\$ 15.000	465
CESP6	30,00%	R\$ 15.000	522
TRPL4	30,00%	R\$ 15.000	558
BBA53	5,55%	R\$ 2.774	84
Total	95,55%	R\$ 47.774	1629
Retorno Médio Diário			0,059%
Retorno Médio Mensal			1,78%
Retorno Médio Anual			23,58%

Figura 6 Ações Escolhidas após Ajuste de Sensibilidade

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conclusões

Procurou-se com este trabalho analisar o comportamento e desempenho de métodos de tomada de decisão SMART e ELECTRE I na carteira de investimentos, aplicados ao problema de otimização de portfólio financeiro.

Neste estudo, os métodos SMART e ELECTRE I foram utilizados em conjunto com a Programação Linear, determinando que juntos formam uma função dinâmica, prática e confiável para os investidores. Deste modo, se confirma que

a aplicação experimental realizada neste estudo com os dados da bolsa de valores do Brasil tem o potencial de gerar um retorno de 2,22 % a.m., com a aplicação dos parâmetros no método ELECTRE I com concordância de $p=1$ e discordância $q=0$, aplicando-se 100 % do capital disponível para investimento, ratificando a possibilidade de alcançar resultados atrativos.

Observou-se que o investidor deve realizar uma análise fundamentalista que presume investimentos assertivos, neste caso, o SMART e o ELECTRE I comprovam ser ferramentas que cumprem esse objetivo, por isso é importante administrar a estrutura de capital, pois permite encontrar a melhor combinação capaz de gerar maximização de retorno para os investidores, considerando e avaliando criteriosamente o risco do negócio, que consiste na variabilidade de seus resultados operacionais e é influenciada pela variabilidade dos volumes de vendas, preços e custos ao longo do ciclo econômico.

Os resultados obtidos com a aplicação de métodos híbrido ELECTRE I e SMART, demonstrou-se satisfatório para o problema de seleção de um conjunto de uma carteira de investimentos. Tem-se como sugestão a ampliação deste estudo utilizando um método de ponderação indireta como por exemplo o Delphi buscando junto a especialistas suporte para realizar o ranqueamento das alternativas através da atribuição de notas para posterior aplicação do método SMART.

Referências

Ayala, N. F.; Frank, A. G. Métodos de análise multicritério: uma revisão das forças e fraquezas XIII SEPROSUL – Semana de la Ingeniería de Producción Sudamericana.

Anais...Gramado : jun. 2013.

Banco Central Do Brasil. Sistema Financeiro Nacional (SFN). [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/sfn>. Acesso em: 4 fev. 2021.

Banihashemi, Shokoofeh; Navidi, Sarah. Portfolio performance evaluation in Mean- CVaR framework: A comparison with non-parametric methods value at risk in Mean-VaR analysis. *Operations Research Perspectives*, [s. l.], v. 4, p. 21–28, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.orp.2017.02.001>

Barbi, A. Q.; Prativiera, G. A. Nonlinear dependencies on Brazilian equity network from mutual information minimum spanning trees. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, [s. l.], v. 523, p. 876–885, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.147>

Belfiore, Patrícia; Fávero, Luiz Paulo. Pesquisa Operacional: para cursos de engenharia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 541 p.

B3 (São Paulo) (org.). Bolsa de Valores do Brasil. 2017. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/b3/institucional/quem-somos/. Acesso em: 17 jan. 2021.

B3. Empresas Listadas | B3. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/renda-variavel/empresas-listadas.htm. Acesso em: 27 jan. 2021.

Bradesco Corretora. Apostila de Análise Fundamentalista. [s.l.: s.n.]. Disponível em: https://www.bradesco.com.br/BradescoCorretora/static_files/portal/files/gdc/Apostila_GuiaAnaliseFundamentalista.pdf. Acesso em: 27 jan. 2021.

Capital Research. Maiores pagadoras de dividendos: setores e rankings. Disponível

- em: <<https://www.capitalresearch.com.br/blog/investimentos/maiores-pagadoras-de-dividendos/>>. Acesso em: 27 jan. 2021.
- Capitalizo. Análise Fundamentalista E-Book[s.l:s.n.]. Disponível em: <<https://capitalizo.com.br/wp-content/uploads/2019/10/ebook-analise-fundamentalista-capitalizo-1.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2021.
- Chanvarasuth, P.; Boongasame, L.; Boonjing, v. An Electre III Based CBR Approach to Combinatorial Portfolio Selection. *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, v. 48, n. 3, p. 386–409, 24 jun. 2019.
- Comissão De Valores Mobiliários. negociações On Line . [S. l.: s. n.], 2004. Disponível em: <https://www.investidor.gov.br/publicacao/Cadernos/CVM-Caderno-5.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2021.
- Corso, R. M.; Kassai, J. R.; Lima, G. A. S. F. De. Distribuição de dividendose de juros sobre o capital próprio versus retorno dAS AÇÕES[s.d.] Disponível em: <<https://congressosp.fipecafi.org/anais/artigos102010/141.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2021
- Edwards, Ward. (1977). How to use multiattribute utility measurement for social decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 7(5), 326–340.
- Eduardo Martins Voglino (São Paulo) (org.). Análise Fundamentalista de Ações.2021. Disponível em: <https://site.guiainvest.com.br/>. Acesso em: 25 jan. 2021.
- Finança de ZVI Bodie e Robert Merton, editorial Pearson, Capítulo 2 (Sistema Financeiro) páginas 21-56.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Introdução aos Mercados e Instrumentos Financeiros. [S.l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/?SFNCOMP>. Acesso em: 31 jan. 2021.
- Ross, Stephen A., Westerfield, Randolph W., Jordan, Bradford D.,
- Lamb, Roberto. Fundamentos de Gestão Financeira Ed.McGraw-Hill Companies, Inc.,New York, New York 10020. 2013 pg. 806. Metas e funções de gestão financeira , páginas:5-20.
- Fundamentos. Fundamentos de Empresas: Ações de Empresas. Ações de Empresas. 2021. Disponível em: <https://fundamentus.com.br/>. Acesso em: 25 jan. 2021.
- Gil, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2016.
- Govindan, Kannan., Kadzinski, Milosz., Ehling, Ronja., MIEBS, Grzegors. Selection of a sustainable third-party reverse logistics provider based on the robustness analysis of an outranking graph kernel conducted with ELECTRE I and SMAA. 2018. DOI: 10.1016/j.omega.2018.05.007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/325849263_Selection_of_a_sustainable_third-party_reverse_logistics_provider_based_on_the_robustness_analysis_of_an_outranking_graph_kernel_conducted_with_ELECTRE_I_and_SMAA>.
- Hillier, F. S.; Lieberman, G. J. Introdução à Pesquisa Operacional. 9ª Ed., Rio de Janeiro– RJ, Editora McGrawHill, 2013.
- Lakatos, Eva Maria, Marconi, Marina de Andrade. Metodologia científica, – 7. ed. – São Paulo: Atlas, 2017.
- Leite, I. M. S.; Freitas, F. F. T. DE. Análise Comparativa dos Métodos de Apoio Multicritério a Decisão : AHP , Electre E Promethee. Xxxii Encontro Nacional De EngenhariaDe Producao, p. 11, 2012.
- Liu, X.; Wan, S. Ping. A method to calculate the ranges of criteria weights in ELECTRE I

- and II methods. *Computers and Industrial Engineering*, v. 137, p. 106067, 1 nov. 2019.
- Massaro, A. Indicadores fundamentalistas – como são classificados | André Massaro. Disponível em: <<https://www.andremassaro.com.br/indicadores-fundamentalistas/>>. Acesso em: 30 jan. 2021.
- Mahdiraji, Hannan Amoozad., Hafeez, Khalid., Hajiagha, Seyyed Hossein Razavi. Business process transformation in financial market: A hybrid BPM-ELECTRE TRI for redesigning a securities company in the Iranian stock market. *Wile*, v. 27, p. 211 - 224, 2020. DOI: 10.1002/kpm.1632.
- Mendonça, Gustavo H.M. et al. Multi-attribute decision making applied to financial portfolio optimization problem. *Expert Systems with Applications*, [s. l.], v. 158, p. 113527, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113527>
- Moreira, Felipe. Eu quero investir. Tape de Cotações por TradingView. Disponível em:< <https://www.euqueroinvestir.com/dividend-yield-bbse3-trpl4-tae11-vale3-aco-es-mais-recomendadas-fevereiro/>>. Acesso em Fevereiro de 2021.
- Nakano, Masafumi; Takahashi, Akihiko; Takahashi, Soichiro. State-space approach to adaptive fuzzy modeling for financial investment. *Applied Soft Computing Journal*, [s. l.], v. 82, p. 105590, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105590>
- Nascimento, Francisco Paulo do; Sousa, Flávio Luís Leite. *Metodologia da pesquisa científica: teoria e prática*. Brasília: Thesaurus, 2015.
- Pereira, Valdecir da Silva,. Santos, Marcos. Sistema de Apoio à Decisão “JS-ELECTRE” desenvolvido em JavaScript: uma plataforma on-line com grafos dinâmicos. XIX Simpósio de Pesquisa Operacional e Logística da Marinha. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2019.
- Reis, T. Payout: Descubra o que é este importante índice para o investidor. Disponível em: <<https://www.suno.com.br/artigos/payout/>>. Acesso em: 30 jan. 2021.
- Risawandi., Rahim, Robbi,. Study of the Simple Multi-Attribute Rating Technique For Decision Support. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*. Vol. 2, pg. 491-494, 2016. Ethiopia. ISSN: 2249-4596.
- Rodrigues, Luís Henrique,. Ahlert, fabiano,. Lacerda, Daniel Pacheco,. Camargo, luís Felipe Riehs,. Lima Pedro Nascimento. *Pesquisa Operacional - Programação Linear passo a passo: do entendimento do problema à interpretação da solução*. São Leopoldo, RS. Ed. Unisinos, 2014. p. 162.
- Roy, Bernard (1968). “Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE)”. *La Revue d’Informatique et de Recherche Opérationnelle (RIRO)* (8): 57–75
- Saracoglu, Burak Omer. An Experimental Research Study on the Solution of a Private Small Hydropower Plant Investments Selection Problem by ELECTRE III/IV, Shannon’s Entropy, and Saaty’s Subjective Criteria Weighting. *Hindawi Publishing Corporation*. Vol. 2015, pg. 1-20, 2015. Disponível em< <https://doi.org/10.1155/2015/548460>>.
- Siregar, Dodi., Arisandi, Diki., Usman, Ari., Irwan, Dedy., Rahim, Robbi. Research of Simple Multi-Attribute Rating Technique for Decision Support. *Journal of Physics: Conf. Série* Vol. 930, pg. 1-6, 2017. Indonésia. Doi :10.1088/1742-6596/930/1/012015. Disponível em:<<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/930/1/012015>>.

6596/930/1/012015/pdf>.

Siqueira, Gustavo Borges Alencar., Almeida Filho, Adiel Teixeira. Aplicação do Método Electre I para Seleção de Ideias de Inovação. XLII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Ubatuba, 2011.

Siqueira, G. B. A.; Filho, A. T. A. Aplicação do Método Electre I para Seleção de Ideias de Inovação XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Anais...Ubatuba: 2011

Slamet, C., Maliki, F. M., Syaripudin, U., Amin, A. S., Ramdhani, M. A. Thesis topic recommendation using simple multi attribute rating technique. Journal of Physics: Conference Series. 1402 (2019) 066105 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1402/6/066105. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1402/6/066105/pdf>>.

7GRAUS (Portugal). Bolsa de Valores e Ações de Empresas. [2017]. Disponível em: <https://www.dicionariofinanceiro.com/bolsa-de-valores/>. Acesso em: 17 jan. 2021.

Xidonas, Panagiotis; Mavrotas, George; PSARRAS, John. A multicriteria methodology for equity selection using financial analysis. Computers and Operations Research, [s. l.], v. 36, n. 12, p. 3187–3203, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2009.02.009>

Zupic, T. Čater. Bibliometric methods in management and organization. Organizational Research Methods, Vol. 18, p. 429–472, 2015.