

Comparação entre ordenamento utilizando conhecimento empírico e metodologia de apoio a decisão multicritério: uma abordagem híbrida CRITIC-MOORA para ordenamento de máquinas fotográficas profissionais

Pedro Paulo Mendes Tomaz
pedrtomz@gmail.com
UFCG

Daniel Augusto de Moura Pereira
danielmoura13@uol.com.br
UFCG

Marcos dos Santos
marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br
UFF

Alexandre Chaves Araújo
alexandrechaves879@gmail.com
UFCG

Jordan Matheus Barbosa Araújo
jordan_barbosa517@hotmail.com
UFCG

Resumo: A tomada de decisão é uma ação totalmente presente no dia a dia do ser humano e, ainda mais em uma organização produtiva. A assertividade das decisões estão intrinsecamente ligadas a qualidade do produto da atividade laboral. Para tanto, a Pesquisa Operacional fornece base sólida trazendo fundamentação matemática para a tomada de decisão, no qual através do Apoio à Decisão Multicritério (AMD) dispõe metodologias para auxiliar nesse processo. O presente trabalho discorre sobre a iniciativa de difundir a Pesquisa Operacional para contextos que ainda não usufruem dessa ciência, no qual através da abordagem híbrida CRITIC-MOORA, foram comparados os rankings das 10 melhores câmeras fotográficas profissionais do mercado segundo os critérios de preço, ISO, qualidade de imagem, velocidade de captura, peso e quantidade de conexões. Ao final da aplicação pôde-se observar que houve diferenças no ordenamento das alternativas, pelo qual o trabalho se propôs a colocar à prova expertise e a abordagem metodológica de apoio a decisão multicritério.

Palavras Chave: Pesquisa Operacional - CRITIC - MOORA - Tomada de Decisão - Fotografia

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a revista Exame (2022) um adulto toma em média 35 mil pequenas decisões por dia. Dentro de um ambiente laboral isso se expande em números exorbitantes e, logicamente, o fator resultante dessas decisões tem total influência na saúde da organização.

A pesquisa operacional fundamenta uma base sólida para a tomada de decisão assertiva, no qual dentro dessa ciência, os de apoio a tomada de decisão multicritério apresenta uma direção a seguir pelos tomadores de decisão. Independente do contexto, seja para uma grande empresa ou para uma micro empresa, maximizar a assertividade da tomada de decisão é de extrema importância.

Expressando então um contexto de um micro empreendimento no ramo da produção de fotografias, é imprescindível possuir uma máquina que atenda de fato às reais necessidades do fotógrafo. Tendo em vista o valor que uma máquina fotográfica profissional pode possuir, uma decisão errônea pode atarantar o serviço prestado. O mercado atual dispõe de grande quantidade de opções e seus preços podem variar bastante. O site Portal Vida Livre (Portal Vida Livre, 2023) elenca as 10 melhores máquinas fotográficas do mercado segundo os critérios: preço, sensor, ISO, qualidade de vídeo, velocidade máxima de captura, peso e conexões.

Neste estudo, por se tratar de um critério qualitativo, o critério “sensor” não será utilizado na aplicação do método. É natural que o profissional que não possui conhecimentos de Pesquisa Operacional observe tais alternativas e critérios de forma bastante subjetiva, contudo, através de uma abordagem híbrida CRITIC MOORA, o presente trabalho procura comparar o ranking fornecido pelo site com o ranking fornecido por embasamento matemático. Com tal aplicação, tem-se a intenção de contribuir na democratização e difusão dos conhecimentos de Pesquisa Operacional na tomada de decisão, apresentando o emprego desses conhecimentos em uma área que ainda utiliza pouco do mesmo.

Portanto utilizando uma abordagem híbrida incorporando o CRITIC para fornecer os pesos ao MOORA, o presente trabalho tem como objetivo comparar o ordenamento das dez melhores câmeras fotográficas profissionais do mercado segundo o site Portal Vida Livre (Portal Vida Livre, 2023) utilizando de critérios quantitativos e os pesos para tais critérios. Para entendimento do trabalho, serão dispostos tópicos sendo eles: Referencial Teórico, Metodologia e Resultado, além de seus subtópicos.

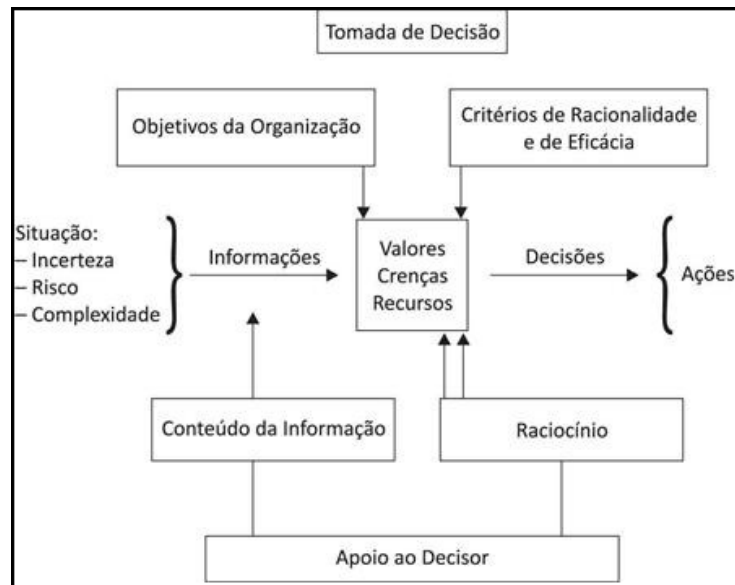
2. REFERENCIAL TEORICO

2.1. TOMADA DE DECISÃO

A tomada de decisão é um processo fundamental em diversas áreas, incluindo negócios, gestão, economia e engenharia. Segundo Gomes e Gomes (2019), a Tomada de Decisão pode ocorrer através de um único indivíduo, o decisor, ou um conjunto de indivíduos, os decisores, com o objetivo de alcançar o melhor resultado para um determinado problema (GOMES e GOMES, 2019). Segundo Saaty (1991), o processo de tomada de decisão pode ser facilitado pelo uso do método Analytic Hierarchy Process (AHP), que permite a análise e priorização de critérios. Antunes (2007) salientam que a análise de decisão visa desenvolver métodos lógicos para melhorar a tomada de decisões pelos indivíduos e pelas organizações, com ênfase no desenvolvimento de modelos para decidir em condições de incerteza e considerando múltiplos

objetivos. Freitas et. al., (1997) ilustram o processo de Tomada de Decisão no contexto das organizações, juntamente com as principais variáveis envolvidas.

Figura 1: Processo de tomada de decisão



Fonte: FREITAS et.al.; (1997)

2.2. PESQUISA OPERACIONAL E APOIO À DECISÃO MULTICRITÉRIO (AMD)

A Pesquisa operacional é um ramo da ciência administrativa que fornece instrumentos para a análise de um problema de decisão. Assim sendo, uma decisão é o resultado de um processo que se desenvolve a partir do instante em que o problema foi detectado, o que se percebe através da percepção de sintomas (LUIS ANTONIO CCOPIA YBARRA, 2007). Tais conhecimentos são amplamente utilizados na logística, produção, finanças, marketing, entre outras.

A Pesquisa Operacional oferece abordagem sistemática para a solução de problemas baseado na análise de dados. Ao aplicar as técnicas é possível otimizar recursos e maximizar a tomada decisão, resultando em benefícios como redução de custos, aumento da produtividade, melhor alocação de recursos e aumento da eficiência operacional. Esses conhecimentos provêm soluções ótimas ou aproximadas, melhorando o desempenho operacional e auxiliando na tomada de decisão.

Dentre os galhos da Pesquisa Operacional encontra-se o Apoio a Tomada de Decisão Multicritério, no qual se concentra em produzir fundamento matemático a fim de minimizar a subjetividade da tomada de decisão. Para lidar com tal problema, métodos de apoio à decisão multicritério (Multicriteria Decision Making methods, ou métodos MCDM) vêm sendo explorados no desenvolvimento de modelos de decisão (CHAI e al., 2013; HO e al., 2010). Por meio da análise de 120 estudos que propõem o uso de métodos MCDM para seleção de fornecedores, Lima Junior, Osiro e Carpinetti (2013) identificaram 34 técnicas que vêm sendo usadas para lidar com este problema.

2.3 MÉTODO CRITIC

O método CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) é bastante relevante na academia no qual assiste na atribuição de pesos aos critérios. Segundo (ŽIŽOVIĆ e al., 2020) método CRITIC é um método de correlação, que usa desvio padrão de valores de critérios classificados de opções por coluna, bem como coeficientes de correlação de todas as colunas emparelhadas para determinar contrastes de critérios.

Com a construção da matriz de decisão é realizada a normalização da mesma através das equações relativas à minimização ou maximização dos critérios.

Equação para critérios a minimizar

$$\xi_{ij} = \frac{\xi_{ij} - \xi_j^{\min}}{\xi_j^{\max} - \xi_j^{\min}}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m;$$

Equação para critérios a maximizar

$$\xi_{ij} = \frac{\xi_j^{\max} - \xi_{ij}}{\xi_j^{\max} - \xi_j^{\min}}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m;$$

Após a normalização todos os elementos da matriz possuem adimensionalidade. E em seguida é calculado o desvio padrão de cada valor da matriz. Então com a matriz normalizada são separados os vetores:

$$\xi_j = (\xi_{1j}, \xi_{2j}, \dots, \xi_{mj})$$

Esses vetores contém os valores das alternativas dadas aos critérios C_j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$). Após a construção dos vetores é construída a matriz $L = [l_{jk}]_{m \times n}$ que contém os coeficientes da correlação linear dos vetores. Então, para calcular as medidas de conflitos entre critérios na relação é utilizada a equação:

$$\varphi_j = \sum_{k=1}^n (1 - l_{jk})$$

A quantidade de dados W_j contidos dentro dos critérios j é determinada pela combinação das medidas σ_j and l_{jk} pela equação:

$$W_j = \sigma_j \cdot \varphi_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - l_{kj})$$

A normalização dos pesos objetivos dos critérios é calculada pela equação:

$$w_j = \frac{W_j}{\sum_{k=1}^m W_k}$$

2.4. MÉTODO MOORA

Por outro lado, o MOORA (Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis) é um método que busca otimizar a tomada de decisão em um ambiente de múltiplos objetivos. Segundo (BRAUERS, Willem Karel e ZAVADSKAS, 2006), MOORA refere-se a um sistema de razão em que cada resposta de uma alternativa em um objetivo é comparado a um denominador, que é representativo para todas as alternativas relativas a esse objetivo.

Otimização multi-objetivo, também conhecida como otimização multicritério ou multi-atributo, é o processo de otimização simultânea de dois ou mais sistemas conflitantes atributos (objetivos) sujeitos a certas restrições (GADAKH e al., 2013). O método MOORA, introduzido pela primeira vez por Brauers (BRAUERS, Willem Karel M e al., 2008), é uma técnica de otimização multi-objetivo que pode ser bem-sucedida aplicada na resolução de vários tipos de decisões complexas.

O método inicia montando a matriz de decisão com as alternativas e critérios, no qual cada elemento é representado por um X_{ij} . Onde o X_{ij} é a resposta da alternativa j ao objeto i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$ são os objetivos e $j = 1, 2, 3, \dots, n$ são as alternativas. Para o denominador, a raiz quadrada de a soma dos quadrados de cada alternativa por objetivo é escolhida (NIJKAMP e VAN DELFT, 1977).

$$Nx_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}}$$

Com X_{ij} = resposta da alternativa j ao objetivo i , $j = 1, 2, \dots, m$, de alternativas, $i = 1, 2, \dots, n$; n o número de objetivos, $N X_{ij}$ = um número adimensional que representa a resposta normalizada de alternativa j ao objetivo i ; essas respostas normalizadas das alternativas para os objetivos pertencem ao intervalo $[0; 1]$ (BRAUERS, Willem Karel e ZAVADSKAS, 2006).

Para otimização, essas respostas são adicionadas em caso de maximização e subtraído em caso de minimização:

$$Ny_j = \sum_{i=1}^{i=g} Nx_{ij} - \sum_{i=g+1}^{i=n} Nx_{ij}$$

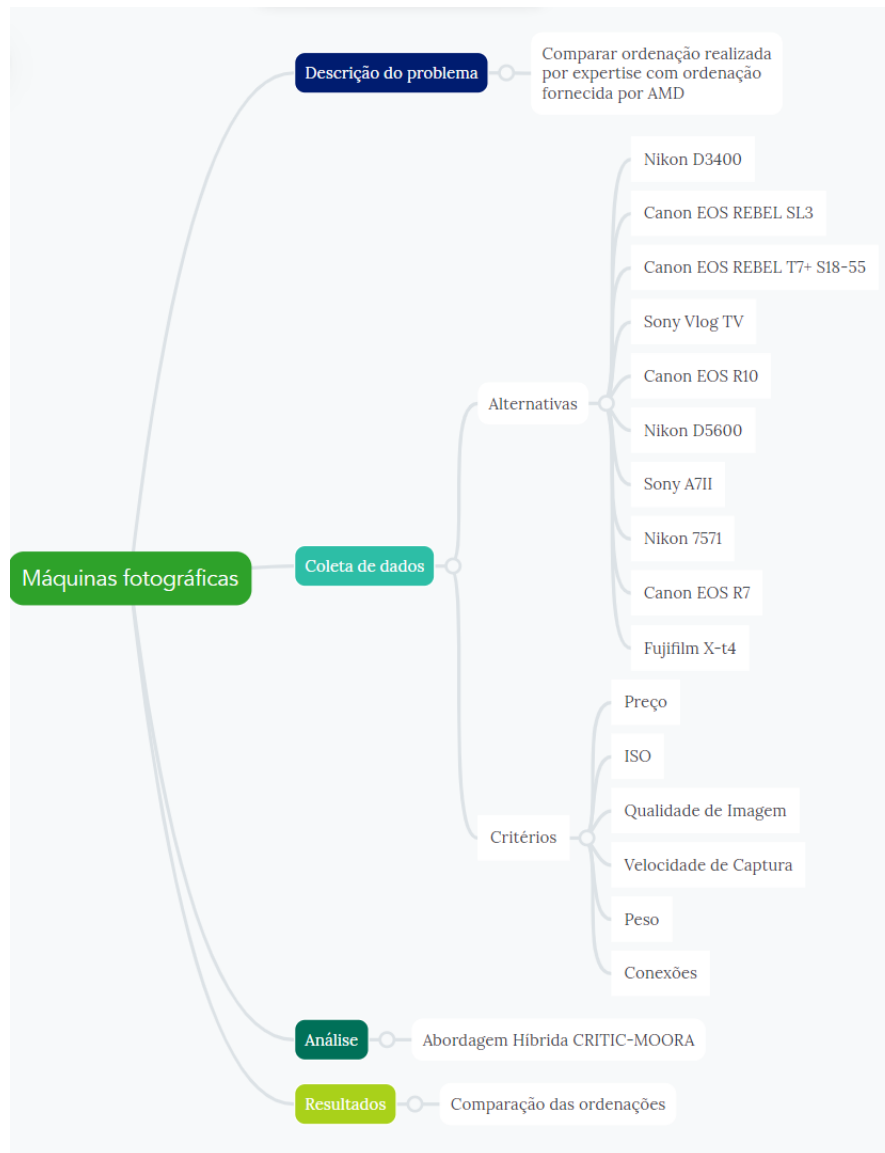
Então $i = 1, 2, \dots, g$ para os objetivos a serem maximizados, $i = g + 1, g + 2, \dots, n$ para os objetivos a serem minimizados, N_{y_j} = a avaliação normalizada da alternativa j com relação a todos os objetivos (BRAUERS, Willem Karel e ZAVADSKAS, 2006).

Nesta fórmula, a linearidade diz respeito a medidas adimensionais no intervalo $[0; 1]$. Então tem-se a ordenação das alternativas.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho se trata de uma pesquisa descritiva quantitativa utilizando a abordagem híbrida CRITIC-MOORA para comparar os ordenamentos entre a abordagem e o fornecido pelo site Portal Vida Livre (2023) para 10 melhores alternativas em máquinas fotográficas profissionais do mercado.

Figura 2 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Autores (2023)

O procedimento metodológico consistiu na identificação do problema, sendo ele, a comparação entre expertise e AMD no ramo de produções de fotografias, coleta de dados trazendo 10 máquinas fotográfica profissionalis e definição dos critérios, então a análise utilizando a abordagem híbrida CRITIC-MOORA e por fim a apresentação dos resultados levantando a comparação proposta. As máquinas fotográficas e os critérios utilizados foram fornecidos pelo site Portal Vida Livre (2023).

5. RESULTADOS

5.1. SELEÇÃO DAS MÁQUINAS FOTOGRAFICAS

Para o desenvolvimento do trabalho e aplicação da abordagem CRITIC-MOORA foram considerados 10 alternativas de máquinas fotográficas profissionais descritas a seguir:

Figura 3: Máquinas fotográficas selecionadas

Imagem A – Nikon D3400



Imagem B – Canon EOS REBEL SL3



Imagem C – Canon EOS REBEL T7+ S18-55



Imagem D – Sony Vlog ZV



Imagem F – Canon EOS R10



Imagem G – Nikon D5600



Imagem H – Sony A7II



Imagem I – Nikon 7571



Imagem J – Canon EOS R7



Imagem K – Fujifilm X-T4



Fonte: Imagens Google (2023)

5.2. APLICAÇÃO DO CRITIC

Os critérios e as alternativas foram fornecidos pelo site. Os dados foram obtidos através das especificações das máquinas fornecidas pelos fabricantes e para apoiar essa decisão foi utilizada uma abordagem híbrida CRITIC-MOORA através da ferramenta do pacote Office MS Excel.

Segundo Alinezhad et. al., (2019), a primeira etapa na aplicação do método é elaborar a matriz de decisão com as alternativas e critérios, conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1: Matriz de decisão

	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MIN	MAX
	Preço	ISO Max	ISO Min	Qualidade de imagem em Pixels	Velocidade de captura	Peso	Conexões
Nikon D3400	BRL 5.899.00	25600	100	1920	5	393	4
Canon EOS REBEL SL3	BRL 5.093.00	25600	100	3840	7	449	3
Canon EOS REBEL T7+ S18-55	BRL 3.439.00	6400	100	1920	15	475	4
Sony Vlog ZV	BRL 4.200.00	6400	125	1920	15	254	4
Canon EOS R10	BRL 10.195.00	32000	100	3840	15	382	1
Nikon D5600	BRL 6.599.00	25600	100	1920	5	420	3
Sony A7II	BRL 12.689.00	25600	50	1920	7.5	388	2
Nikon 7571	BRL 10.689.00	51200	100	1920	11	821	2
Canon EOS R7	BRL 23.201.00	25600	100	3840	30	454	2
Fujifilm X-T4	BRL 17.230.00	102400	100	3840	15	835	3

Fonte: Autores (2023)

Em seguida é aplicada uma normalização utilizando o conceito de max-min para segundo Almeida Lima (2021), fazer com que cada atributo assuma valores padronizados aos demais, tornando cada valor da matriz adimensional.

Tabela 2: Matriz de decisão normalizada

	Preço	ISO Max	ISO Min	Qualidade de imagem em Pixels	Velocidade de Captura	Peso	Conexões
Nikon D3400	0.75518058	0.75	1	0	0	0.117647059	1
Canon EOS REBEL SL3	1	0.75	1	1	0.2	0	0.666666667
Canon EOS REBEL T7+ S18-55	0.887359384	0	0	0	1	1	1
Sony Vlog ZV	0	0	1	0	1	0.42081448	1
Canon EOS R10	0.532267614	1	1	1	1	0.248868778	0
Nikon D5600	-0.369153345	0.75	3	0	0	0.393665158	0.666666667
Sony A7II	-0.073120189	0.75	1	0	0.25	-1.56561086	0.333333333
Nikon 7571	-1.925103612	1.75	1	0	0.6	0.095022624	0.333333333
Canon EOS R7	-1.041296625	0.75	1	1	2.5	-1.628959276	0.333333333
Fujifilm X-T4	1.509029011	3.75	5	1	1	2.149321267	0.666666667

Fonte: Autores (2023)

O próximo passo é calcular a matriz de correlação entre os critérios.

Tabela 3: Matriz de correlação entre critérios

	Preço	ISO Max	ISO Min	Qualidade de imagem em Pixels	Velocidade de Captura	Peso	Conexões
Preço	0.000000	0.445320	1.334664	0.499068	1.513604	1.066316	1.500932
ISO Max	0.445320	0.000000	0.422650	0.422650	1.987878	1.841746	1.577350
ISO Min	1.334664	0.422650	0.000000	0.666667	1.570352	1.917966	1.333333
Qualidade de imagem em Pixels	0.499068	0.422650	0.666667	0.000000	1.443607	1.573729	2.000000
Velocidade de Captura	1.513604	1.987878	1.570352	1.443607	0.000000	0.185140	0.556393
Peso	1.066316	1.841746	1.917966	1.573729	0.185140	0.000000	0.426271
Conexões	1.500932	1.577350	1.333333	2.000000	0.556393	0.426271	0.000000

Fonte: Autores (2023)

Com a matriz de correlação já podemos calcular o fator “c” através da soma multiplicada pelo desvio padrão da linha além e normalizando tais valores temos então, os pesos de cada critério.

Tabela 4: Fator c pesos e rank dos critérios.

c	w	Ranking
2.872420251	14%	6
2.900143217	14%	5
3.622816022	17%	2
3.302860245	16%	3
3.817104206	18%	1
3.133423689	15%	4
1.232379918	6%	7

Fonte: Autores (2023)

5.3. APLICAÇÃO DO MOORA

Agora com os pesos dos critérios definidos é formada a matriz de decisão do MOORA com os pesos dos critérios acima.

Tabela 5: Matriz de decisão do MOORA

Pesos	14%	14%	17%	16%	18%	15%	6%
	MIN	MAX	MIN	MAX	MAX	MIN	MAX
	Preço	ISO Max	ISO Min	Qualidade de imagem em Pixels	Velocidade decaptura	Peso	Conexões
Nikon D3400	BRL 5,899.00	25600	100	1920	5	393	4
Canon EOS REBEL SL3	BRL 5,093.00	25600	100	3840	7	449	3
Canon EOS REBEL T7+ S18-55	BRL 3,439.00	6400	100	1920	15	475	4
Sony Vlog ZV	BRL 4,200.00	6400	125	1920	15	254	4
Canon EOS R10	BRL 10,195.00	32000	100	3840	15	382	1
Nikon D5600	BRL 6,599.00	25600	100	1920	5	420	3
Sony A7II	BRL 12,689.00	25600	50	1920	7.5	388	2
Nikon 7571	BRL 10,689.00	51200	100	1920	11	821	2
Canon EOS R7	BRL 23,201.00	25600	100	3840	30	454	2
Fujifilm X-T4	BRL 17,230.00	102400	100	3840	15	835	3

Fonte: Autores (2023)

A próxima etapa é realizar as operações referente ao método MOORA (BRAUERS, Willem Karel e ZAVADSKAS, 2006).

Tabela 6: Aplicação do MOORA

	Preço	ISO Max	ISO Min	Qualidade de imagem em Pixels	Velocidade decaptura	Peso	Conexões
Nikon D3400	0.003157263	0.003840724	0.007912324	0.004817552	0.002865575	0.005130549	0.003595099
Canon EOS REBEL SL3	0.002725876	0.003840724	0.007912324	0.009635105	0.004011805	0.005861619	0.002696324
Canon EOS REBEL T7+ S18-55	0.001840622	0.000960181	0.007912324	0.004817552	0.008596725	0.006201045	0.003595099
Sony Vlog ZV	0.002247924	0.000960181	0.009890405	0.004817552	0.008596725	0.003315927	0.003595099
Canon EOS R10	0.005456569	0.004800905	0.007912324	0.009635105	0.008596725	0.004986946	0.000898775
Nikon D5600	0.003531917	0.003840724	0.007912324	0.004817552	0.002865575	0.005483029	0.002696324
Sony A7II	0.006791408	0.003840724	0.003956162	0.004817552	0.004298363	0.005065274	0.00179755
Nikon 7571	0.005720968	0.007681448	0.007912324	0.004817552	0.006304265	0.010718016	0.00179755
Canon EOS R7	0.012417641	0.003840724	0.007912324	0.009635105	0.017193451	0.005926893	0.00179755
Fujifilm X-T4	0.009221842	0.015362896	0.007912324	0.009635105	0.008596725	0.010900784	0.002696324

Fonte: Autores (2023)

Após aplicação do MOORA conjugado com os pesos do CRITIC, dentro da linha utiliza-se os máximos valores e temos assim a normalização final da abordagem e o ranking das alternativas. O resultado da modelagem indicou a melhor opção como sendo a câmera Canon EOS R7 seguida pela Fujifilm X-T4 e Nikon 7571 e a pior opção como sendo a Sony A7II, conforme mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Ranking das alternativas e comparação com a ordenação fornecida pelo site Portal Vida Livre

	MAX	Ranking	Ranking (Portal Vida Livre)
Nikon D3400	0.00791	8	1
Canon EOS REBEL SL3	0.00964	5	2
Canon EOS REBEL T7+ S18-55	0.00860	7	3
Sony Vlog ZV	0.00989	4	4
Canon EOS R10	0.00964	5	5
Nikon D5600	0.00791	8	6
Sony A7II	0.00679	10	7
Nikon 7571	0.01072	3	8
Canon EOS R7	0.01719	1	9
Fujifilm X-T4	0.01536	2	10

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo realizar a comparação da ordenação de máquinas fotográficas profissionais, construída pelo site Portal Vida Livre (2023) com a ordenação fornecida pela abordagem de AMD CRITIC-MOORA. Ao realizar a aplicação, o ranking das máquinas foi iniciado pela Canon EOS R7, seguida pela Fujifilm X-T4, Nikon 7571, Sony Vlog Zv, Canon EOS R10, no qual empatou com a Canon EOS REBEL SL3, seguida pela Canon EOS REBEL T7+ S18-55, Nikon D3400 no qual também houve empate com a Nikon D5600 e, por fim, a Sony A7II. Em comparação com o site Portal Vida Livre, (2023) no qual teve seu ranking iniciando pela Nikon D3400, Canon EOS REBEL SL3.

6. REFERÊNCIAS

ALINEZHAD, Alireza e colab. **CRITIC method**. New Methods and Applications in Multiple Attribute Decision Making (MADM), p. 199–203, 2019.

ANTUNES, Carlos Henggeler. **Decisão: perspectivas interdisciplinares**. [S.l.]: Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press, 2007.

As 10 Melhores Câmeras Fotográficas Profissionais de 2023: da Canon, Nikon, Sony e mais! Disponível em: <<https://portalvidalivre.com/articles/1881>>. Acesso em: 15 jun 2023.

BRAUERS, Willem Karel M e colab. **Multi-objective optimization of road design alternatives with an application of the MOORA method**. 2008.

BRAUERS, Willem Karel e ZAVADSKAS, Edmundas Kazimieras. **The MOORA method and its application to privatization in a transition economy**. Control and cybernetics, v. 35, n. 2, p. 445–469, 2006.

CHAI, Junyi e LIU, James N K e NGAI, Eric W T. **Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature**. Expert systems with applications, v. 40, n. 10, p. 3872–3885, 2013.

EXAME. **No Title**. Disponível em: <<https://exame.com/bussola/voce-sabe-tomar-decisoes-responda-agora-sim-ou-nao/>>.

FREITAS, Henrique e colab. **Informação para a decisão**. Porto Alegre: Ortiz, 1997.

GADAKH, V S e SHINDE, Vilas Baburao e KHEMNAR, N S. **Optimization of welding process parameters using MOORA method**. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 69, p. 2031–2039, 2013.

GOMES, LFAM e GOMES, Carlos Francisco Simões. **Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério**. São Paulo: Atlas, 2019.

HO, William e XU, Xiaowei e DEY, Prasanta K. **Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review**. European Journal of operational research, v. 202, n. 1, p. 16–24, 2010.

JUNIOR, Francisco Rodrigues Lima e OSIRO, Lauro e CARPINETTI, Luiz Cesar R. A



fuzzy inference and categorization approach for supplier selection using compensatory and non-compensatory decision rules. Applied Soft Computing, v. 13, n. 10, p. 4133–4147, 2013.

NIJKAMP, Peter e VAN DELFT, Ad. **Multi-criteria analysis and regional decision-making.** [S.l.]: Springer Science & Business Media, 1977. v. 8.

SAATY, Thomas L. **Método de análise hierárquica.** . [S.l.]: São Paulo: McGraw-Hill. , 1991

ŽIŽOVIĆ, Mališa e MILJKOVIĆ, Boža e MARINKOVIĆ, Dragan. **Objective methods for determining criteria weight coefficients: A modification of the CRITIC method.** Decision Making: Applications in Management and Engineering, v. 3, n. 2, p. 149–161, 2020.