57º SBPO
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL
Gramado • RS
DE 5 A 9 DE OUTUBRO DE 2025

SELEÇÃO DE SISTEMA DE SEGURANÇA CIBERNÉTICA: UMA ABORDAGEM A PARTIR DO MÉTODO HÍBRIDO MPSI-MARA

Yasmin Nunes Alves
Universidade Federal Fluminense
R. Passo da Pátria, 156 - Boa Viagem, Niterói - RJ, 24210-240
ynalves@id.uff.br

Anna Caroline de Azevedo Barcelos Moratelli
Universidade Federal Fluminense
R. Passo da Pátria, 156 - Boa Viagem, Niterói - RJ, 24210-240
carolineanna@id.uff.br

Francisco de Assis Aguiar Alves
Universidade Federal Fluminense
Av Aluízio da Silva Gomes, 50, Cidade Universitária de Macaé, Macaé, RJ, 27930-560
franciscoalves@id.uff.br

Marcos dos Santos
Universidade Federal Fluminense/ Instituto Militar de Engenharia
R. Passo da Pátria, 156 - Boa Viagem, Niterói - RJ, 24210-240
marcosdossantos@ime.eb.br

Thiago Fernandes Lima
Escola Naval
Av. Alm. Silvio de Noronha, s/n - Centro, Rio de Janeiro - RJ, 20021-010
tflsixsigma@gmail.com

RESUMO

Este estudo descreve a aplicação do método MPSI-MARA na seleção de sistema de segurança cibernética a ser utilizado em uma empresa brasileira de tecnologia em expansão. A pesquisa utilizou uma abordagem multicritério para suportar o processo decisório de seleção do sistema de segurança a ser implementado na empresa, levando em consideração sete critérios analisados: taxa de detecção de ameaças, taxa de falsos positivos, tempo de implementação, custos de implementação e de manutenção, capacidade de equipamentos e impacto na latência. Os resultados gerados pela utilização do método MPSI-MARA possibilitaram o apoio a uma escolha mais eficiente e estratégica para o decisor, oferecendo uma solução sólida para apoiar as decisões em ambientes de segurança digital. Em resumo, a utilização do método ajudou a reduzir custos operacionais e a melhorar a eficácia na defesa contra ameaças, demonstrando ser uma abordagem eficiente para selecionar equipamentos de ciberdefesa nas organizações.

PALAVRAS-CHAVE. Multicritério. MPSI-MARA. Cibersegurança.

2. ADM – Métodos Multicritério para Ajuda de Tomada de Decisão
D&SP – PO em Defesa e Segurança

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br

ABSTRACT

This study describes the application of the MPSI-MARA method in selecting cybersecurity system to be used by expanding Brazilian technology company concerned with the security of its operational data. The research employed a multicriteria analysis approach to support the decision-making process for selecting the security system to be implemented within the company, considering seven criteria: threat detection rate, false positive rate, software implementation time, implementation and maintenance costs, equipment capacity, and latency impact. The results generated by using the MPSI-MARA method enabled a more efficient and strategic choice, providing a solid solution to support decisions in digital security environments. In summary, the use of the method helped reduce operational costs and improved threat defense effectiveness, demonstrating itself as an efficient approach for selecting cybersecurity equipment in organizations.

KEYWORDS. Multicriteria. MPSI-MARA. Cybersecurity.

2. ADM - Multicriteria Methods to Aid Decision-Making
21. POI - PO in Industry

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br

1. Introdução

Em um contexto global de crescente digitalização, as empresas utilizam cada vez mais automação em suas operações e integram a *Internet of Things*. No entanto, as ameaças cibernéticas se tornam cada vez mais evidentes, sendo necessário a mudança da proteção dos equipamentos, englobando não apenas a segurança física dos equipamentos, mas a segurança cibernética, conforme destacado por [Mishra e Gochait, 2023].

A segurança cibernética afeta profundamente o funcionamento confiável, não apenas de empresas, mas de agências governamentais e das forças armadas, visto que os impactos prejudicam a capacidade de gerenciamento e inovação das organizações. [Ruiz *et al.,* 2023], se tratando não apenas de segurança de dados, mas de segurança pública.

No Brasil, o cenário de crimes cibernéticos é desafiador, sendo o país que sofre mais ataques da América Latina, sofrendo com ameaças externas e internas, motivadas por aspectos econômicos, políticos, entre outros [Ksheri e DeFranco, 2020], o que se dá devido a uma falta de infraestrutura e segurança cibernética sólida, tornando as organizações brasileiras preocupadas com a cibersegurança e aumentando o investimento em sistemas de segurança dos dados.

O artigo propõe a aplicação do método híbrido MPSI-MARA como ferramenta de apoio à decisão na seleção de sistemas de segurança cibernética. Com base em múltiplos critérios, o método proporciona um processo decisório mais estruturado, sendo aplicado em um estudo de caso em uma empresa de tecnologia. A pesquisa destaca os benefícios dessa abordagem para a gestão de microempresas, contribuindo para a adoção de soluções mais adequadas às demandas do mercado. O artigo inclui a contextualização do problema, revisão teórica, metodologia, resultados e conclusões.

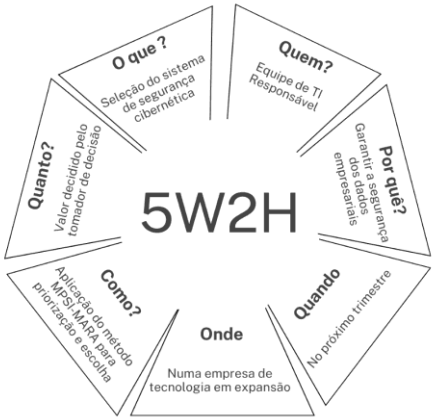
2. Descrição do Problema

O processo de tomada de decisão, mesmo sendo intrínseco ao cotidiano, nem sempre é trivial. Problemas de gestão, onde a tomada de decisão impacta diretamente nos resultados das organizações precisa de um suporte metodológico que oriente o processo de escolha, desta forma, são utilizadas as técnicas multicritérios. [Belahcène et al., 2023]

O problema de seleção de sistema de cibersegurança é explorado por uma empresa brasileira de tecnologia, onde, num cenário de expansão empresarial e mesma visa adquirir um sistema de segurança cibernética que proteja os dados empresariais e operacionais. O processo decisório é executado pela equipe de tecnologia da informação responsável pela aquisição do sistema.

A ferramenta 5W2H, é considera uma ferramenta básica de qualidade que auxilia no mapeamento de atividade. Para cada letra há uma palavra, advinda do inglês, a ser elucidada. *What, Who, Where, When, Why, How, How Much*. [Junior e Gonçalves, 2019], Figura 1.

Figura 1: 5W2H



Fonte: Autores [2025]

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br

Em complemento ao 5W2H foi utilizada a ferramenta CATWOE, que ajuda a identificar aspectos relevantes de situação complexas, vide as orientações de [Suria e Mudgal, 2013], de forma a elucidar novos detalhes sobre a questão, discorrendo sobre os clientes, atores, transformações, visão de mundo, proprietários e meio ambientes do problema de seleção de sistema de segurança cibernética.

Figura 2: CATWOE



Fonte: Autores [2025]

O CATWOE esclarece que a aplicação do problema é realizada pela visão cliente, levando em consideração critérios relevantes para que ele adquira o sistema de segurança selecionado. Com o problema devidamente analisado é possível realizar a estruturação do problema e construção da matriz de decisão para aplicação do método MPSI-MARA.

3. Fundamentação Teórica

A segurança cibernética está diretamente associada a segurança da informação, visando a aplicação de práticas que protegem não apenas redes, mas computadores, programas e dados contra-ataques e danos, principalmente quando se trata de acesso não autorizado, para roubo de informação. [Alhajjar e Lee, 2022]. Nesse contexto, definir adequadamente a implementação dos sistemas de segurança de dados, tem impacto direto nos resultados empresariais, protegendo as informações empresariais e protegendo dados relevantes.

Dessa forma, o processo de tomada de decisão, precisar ser estruturado e assertivo. Para isso, as técnicas multicritério de apoio a decisão surgem na engenharia de sistemas como métodos que suportem os critérios de avaliação, com base nas preferências das partes interessadas, avaliando alternativas e soluções que demandam diversos critérios no processo de escolha, por meio de uma perspectiva que modela a subjetividade do tomador de decisão. [Shukla, Auriol, e Hipel,2016] [Zou, Duan e Deng, 2019]

Nesse contexto, diversos trabalhos discorrem sobre a utilização de métodos multicritérios de maneira a enfrentar desafios relacionados aos sistemas cibernéticos, como o trabalho desenvolvido por [Ganin *et al.,* 2020] que propõe uma estrutura de decisão multicritérios para gestão e avaliação de segurança cibernética, [Moreira, *et al,* 2021] que avalia controles de segurança cibernética por meio da metodologia multicritério, [Macek, Magdalenic e Redep, 2020] desenovlem ainda, uma revisão sistemática de literatura sobre a aplicação dos métodos decisão multicritérios na segurança da informação, destacando a crescente da temática.

A vasta aplicação da temática ainda pode ser observada em artigos como o desenvolvido por [Alenezi *et al*., 2020] criam prioridades para controles de segurança para computadores domésticos, [Gupta Gourisetti, *et al*., 2019] priorizam controles de segurança para redes de computação em nuvem, ambos trabalhos utilizando ferramentas multicritérios, o que demonstra a aplicação de tais abordagens em diversas áreas de segurança cibernética.

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br

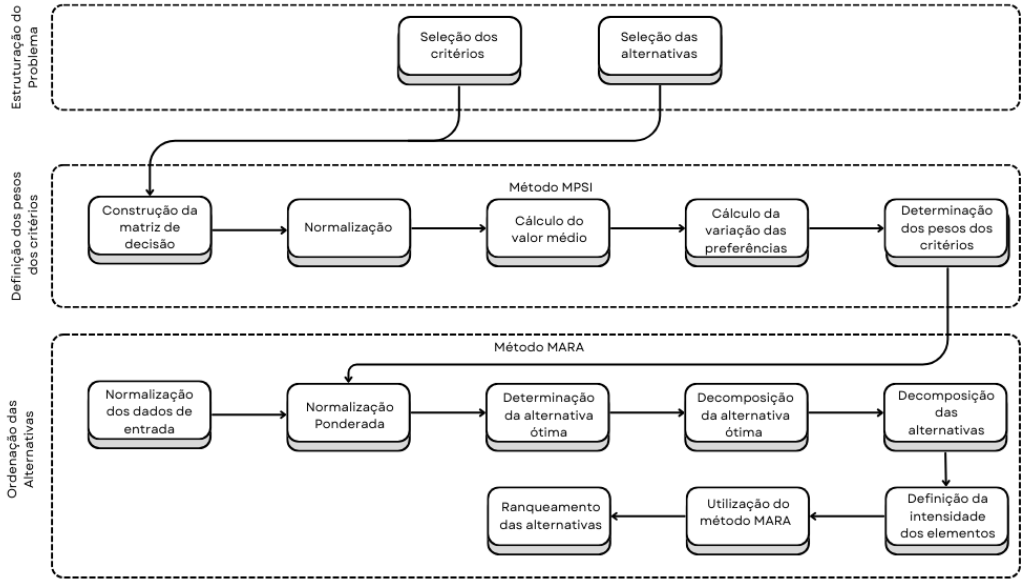
Sendo assim, o trabalho em questão, trata o problema de seleção de sistema de cibersegurança, uma temática em voga, por meio da utilização do método MPSI-MARA, considerado moderno, simples e eficiente, conforme [Gligoric et al, 2022], para tratamento de problemas de ranqueamento de alternativas.

3.1 Método MPSI-MARA

O método MPSI-MARA se trata de um método de apoio decisão multicritério de abordagem híbrida, desenvolvido e proposto por [Gligoric et al, 2022], sendo um método moderno. Em sua abordagem o método une as técnicas MPSI *(Modified Preference Selection Index) e MARA (Magnitude of the Area for the Ranking of Alternatives*)

A aplicação do método pode ser estruturada em três grandes etapas: a estruturação do problema, etapa preparatória para qualquer método de auxílio multicritério à decisão; definição dos pesos dos critérios, executada pelo método MPSI; e a ordenação das alternativas, feita via utilização do método MARA. A Figura 3 apresenta a estruturação da aplicação do método.

Figura 3: Estruturação do método Híbrido MPSI-MARA



Fonte: Autores [2025]

Para compreensão da axiomática e entendimento do método híbrido, os métodos MPSI e MARA serão discutidos, na sequência.

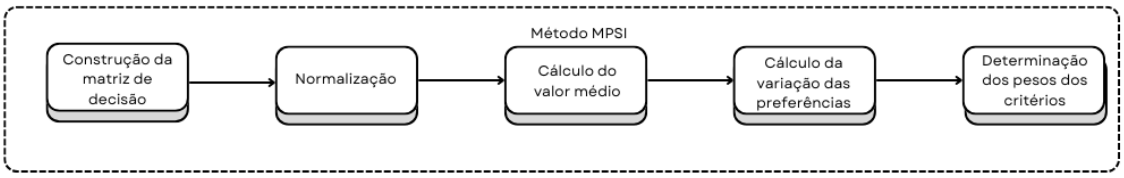
3.2 Método MPSI

O método MPSI (*Modified Preference Selection Index)* foi desenvolvido por [Gligoric et al., 2022], executando modificação no método PSI (*Preference Selection Index)* proposto por [Maniya e Bhatt, 2010], onde a análise é baseada na utilização da distância euclidiana para expressar a variação do valor de preferência dos critérios.

Vale ressaltar que, conforme ressaltados pelos autores do artigo seminal [Gligoric *et al.,* 2022], o método foi desenvolvido como uma ferramenta ágil e flexível para a determinação de pesos dos critérios, podendo ser aplicada nos diversos problemas multicritérios de suporte a decisão. O método MPSI é constituído por cinco etapas, como apresentado na Figura 5, e no recorte visto na Figura 4, sendo detalhadas por. [Gligoric *et al.,* 2022].

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br

Figura 4: Etapas do Método MPSI



Fonte: Autores [2024]

Na primeira etapa é realizada a construção da matriz de decisão, conforme a matriz apresentada na Equação 1.

$$(A/C) = [x_{ij}]_{mxn} = \begin{bmatrix} A/C & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ A_1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ A_2 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Onde $A1,\ldots,Am$, indicam as alternativas; $C1,\ldots,Cn$, indicam critérios; x_{ij} indica o elemento x associado a alternativa i e ao critério j; m quantidade de alternativas; e n quantidade de critérios.

Na sequência, a segunda etapa trata da normalização da matriz de decisão, sendo utilizadas fórmulas distintas para critérios monotônicos de lucro e de custo. A normalização é uma etapa fundamental do processo, pois torna os dados adimensionais e pertencentes ao intervalo [0,1].

A Equação 2 é utilizada para critérios de maximização, enquanto a Equação 3 é necessária para a normalização de critérios monotônicos de custo, ou seja, minimização.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{max_{ij}} \quad (2) \qquad r_{ij} = \frac{min_{ij}}{x_{ij}} \quad (3)$$

A matriz normalizada deve apresentar estrutura similar a matriz de decisão inicial, onde os valores de x_{ij} são substituídos pelos r_{ij} obtidos através da normalização, que devem ser $0 < r_{ij} < 1$.

Na terceira etapa a Equação 4 é utilizada para determinar o calcular o valor médio (v_j) dos valores normalizados para cada um dos critérios. O cálculo é determinado, para cada um dos critérios, pelo somatório dos valores normalizados das m alternativas e dividido por m. Essa aplicação resulta em n valores de v_j, ou seja, um valor médio para cada critério

$$v_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} R_{IJ} \quad (4)$$

O cálculo da variação de preferência p_j é realizado na quarta etapa, onde o peso atribuído a cada um dos critérios é representado pelo somatório da diferença quadrática entre o valor normalizado de cada uma das alternativas pelo valor médio obtido na etapa anterior. A Equação 5 apresenta a axiomática matemática do cálculo.

$$p_j = \sum_{i=1}^{m} (r_{ij} - v_j)^2 \quad (5)$$

Por fim, na quinta e última etapa, os pesos dos critérios w_j são determinados utilizando a Equação 6. São encontrados valores entre 0 e 1 para cada um dos critérios, ressaltando que o somatório dos pesos deve ser igual a 1.

$$w_j = \frac{p_j}{\sum_{j=1}^{n} p_j} \quad (6)$$

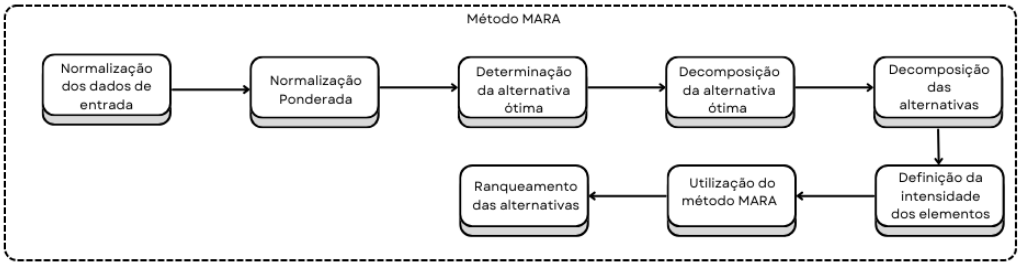
DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br

Como destacado anteriormente, o método MPSI foi desenvolvido para determinação de pesos dos critérios, podendo ser associado a diversos outros métodos multicritérios de ordenação ou seleção para abordagens híbridas. Um exemplo de uma outra abordagem é apresentado por [Torres, Gomes e Santos, 2024] que associam o MPSI ao método SPOTIS para seleção de sistemas de veículos aéreos não tripulados. Nesse trabalho, a ordenação das alternativas foi executada utilizando o método MARA.

3.3 Método MARA

O método MARA, proposto por [Gligoric *et al,* 2022] objetiva o ranqueamento de alternativas baseado na magnitude de área. Para isso, o método é estruturado em oito etapas, conforme descritas pelo artigo seminal, que são apresentadas na Figura 6.

Figura 6: Etapas do Método MARA



Fonte: Autores [2025]

É importante ressaltar, que para a aplicação do método o problema deve estar estruturado e os pesos dos critérios devem ter sido definidos, assim como a matriz de decisão deve estar construída.

Na primeira etapa, os dados da matriz de decisão são normalizados, para isso, a axiomática matemática da segunda etapa do método MPSI é utilizada.

É importante ressaltar que, para abordagens híbridas MPSI-MARA essa etapa não precisa ser repetida, indo para etapa subsequente, no entanto, para abordagens onde a determinação dos pesos dos critérios não é definida pelo MPSI, a etapa deve ser executada, como apresentado anteriormente, com a aplicação das Equações 1 a 3.

Isto posto, é realizada, na terceira etapa do método MARA, a normalização ponderada da matriz normalizada, por meio do produto do peso do critério w_j, vide Equação 7:

$$g_{ij} = w_j r_{ij}, \forall i \in [1,2,\dots,m], \forall j \in [1,2,\dots,m] \qquad (7)$$

Dessa forma é construída a matriz G que apresenta os resultados da normalização ponderada, seguindo o mesmo padrão da matriz anterior.

|A determinação da alternativa ótima, consiste na obtenção do valo máximo de g_{ij} para cada j, conforme a Equação 8.

$$s_j = max\,(g_{ij} | \, 1 \leq j \leq n\,), \forall i \in [\,1\,,\,2\,,\,\dots\,,\,m\,] \qquad (8)$$

Resultando no conjunto de alternativas (S), com n elementos, que é resultado da união de dois subconjuntos, relacionados aos critérios de maximização(S_{max}) e minimização $(S_{\min})$.

Dessa forma, tendo k a quantidade de critérios de lucro e l o total de critérios de custo, a alternativa ótima será determinado pela Equação 9, executando assim, a quarta etapa do método.

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_k\} \cup \{s_1, s_2, \dots, s_l\};\ k + l = j \qquad (9)$$

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br

A etapa 5, decomposição de cada alternativa, é executada de forma semelhante a decomposição da alternativa ótima, sendo definida pelas Equações 10 e 11.

$$T^i = T_i^{max} \cup T_i^{min}, \forall i \in [1, 2, \dots, m] \quad (10)$$

$$T_i = \{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{ik}\} \cup \{t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{il}\}, \forall i \in [1, 2, \dots, m] \quad (11)$$

No sexto passo se calcula a intensidade dos elementos. Para cada alternativa ótima, a intensidade pode ser calculada através do somatório dos valores de S, onde S_k é o somatório de S_1 a S_k e S_l o somatório de S_1 à S_l. A intensidade de cada alternativa é calculada de maneira análoga.

A etapa 7 consiste na aplicação do Método Magnitude da Área para Classificação de Alternativas (MARA), que estrutura a partir da criação de duas principais funções lineares. A primeira função considera a alternativa ótima e a cria por meio de dois pontos (0, S_k) e (1, S_l), estes são apresentados na Equação 12.

$$f^{opt}(S_k, S_l) = \frac{(S_l - S_k)}{(1-0)}(x - S_k) + S_k = (S_l - S_k)x + S_k \quad (12)$$

A 2ª função é estruturada vide a Equação (13):

$$f^i(T_{ik}, T_{il}) = \frac{(T_{il} - T_{ik})}{(1-0)}(x - T_{ik}) + T_{ik} = (T_{il} - T_{ik})x + T_{ik} \quad (13)$$

São calculadas as áreas sob cada uma das retas, utilizando a integral de cada uma das funções, como apresentado nas Equações 14 e 15.

$$F^{opt} = \int_0^1 f^{opt}(S_k, S_l)dx = \int_0^1 \big((S_l - S_k)x + S_k\big)dx = \frac{S_l - S_k}{2} + S_k \quad (14)$$

$$F^i = \int_0^1 f^i(T_{ik}, T_{il})dx = \int_0^1 \big((T_{il} - T_{ik})x + T_{ik}\big)dx = \frac{T_{il} - T_{ik}}{2} + T_{ik} \quad (15)$$

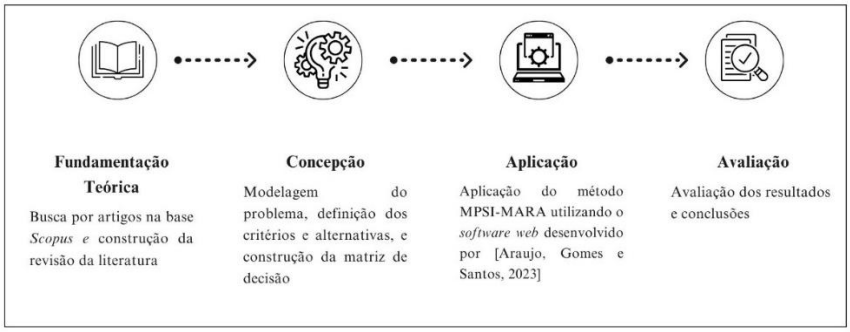
Isto posto, a determinação da magnitude da área de cada uma das alternativas é expressa pela diferença as áreas previamente calculadas, ou seja, $M_i = F^{opt} - F^i$.

A última etapa do método define a ordenação das alternativas de forma crescente, ou seja, quanto menor for o valor obtido para M_i, melhor classificada será a alternativa.

4. Metodologia

[Soares, 2022] classifica um artigo científico quando o tipo de estudo e a abordagem, dessa forma, esse artigo, com natureza prática é definido, como orientando pelo autor, como um artigo exploratório aplicado e de abordagem mista. A execução do trabalho foi baseada em quatro etapas principais, a fundamentação teórica, a concepção, aplicação e avaliação, conforme Figura 7.

Figura 7: Etapas de elaboração da pesquisa



Fonte: Autores [2025]

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br

A fundamentação teórica do artigo foi desenvolvida a partir de uma busca na base *Scopus*, visando estruturar o referencial e identificar aplicações de métodos multicritérios em sistemas de cibersegurança, com ênfase no MPSI-MARA. A pesquisa contou com o apoio da equipe de TI da empresa, que colaborou na definição dos critérios, alternativas e na coleta de dados para a matriz de decisão. A aplicação do método foi realizada por meio do *software web PSI and MPSI-MARA For Decision Making (v1),* o que possibilitou uma execução eficiente e o registro completo dos cálculos. Na etapa final, a adequação do método ao problema e a validação dos resultados foram avaliadas em conjunto com o responsável pela decisão.

5. Aplicação do Método

A segurança cibernética é uma área essencial que abrange práticas, tecnologias e processos destinados a proteger redes, sistemas, programas e dados contra-ataques, acessos não autorizados e danos. Assim, a escolha de um sistema de segurança cibernética eficaz deve considerar múltiplos critérios, incluindo custo, desempenho, escalabilidade e compatibilidade tecnológica. [Alhajjar e Lee, 2022].

Uma empresa brasileira de tecnologia em expansão, diante do cenário preocupante de ataques cibernéticos, verifica a necessidade de implementar um sistema de cibersegurança, visando a proteção dos dados gerencias e operacionais, devendo decidir entre as alternativas propostas qual a solução a ser implementada na empresa, estando a equipe de TI responsável pela avaliação e aquisição do sistema de segurança cibernética.

O mapa mental, apresentado na Figura 8, foi desenvolvido de forma a estruturar o problema de forma visual, tornando possível a análise dos dados do problema, conforme salientado de forma por [De Ries *et al.,* 2021].

Figura 8: Mapa mental



Fonte: Autores [2025]

Mediante a estruturação do problema, os dados foram coletados para que a matriz de decisão fosse construída. Para isso, forma consideradas as seguintes alternativas:

1. Firewall de Próxima Geração (NGFW);
2. Sistema de Detecção e Prevenção de Intrusões (IDPS);
3. Solução de Segurança *Endpoints* (EDR);
4. Sistema de Prevenção de Perda de Dados (DLP);
5. Plataforma de Resposta a incidentes de Cibersegurança (SOAR).

Ressalta-se que existes diversas empresas solucionadoras e fornecedoras dos sistemas, ais quais foram utilizados os dados e informações para soluções do modelo, conforme preferência

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br

do tomador de decisão, sendo apresentados no trabalho, as nomenclaturas genéricas para os sistemas.

Para os critérios, foram definidos sete aspectos primordiais para a análise e processo de decisório, sendo esses:

- **Taxa de detecção de ameaças**: mede a capacidade dos sistemas de identificar possíveis ameaças. Uma alta taxa de detecção é imprescindível para garantir a proteção eficaz dos dados, sendo um critério monotônico de lucro. Para a seleção das alternativas, foram preferidas, pelo tomador de decisão, apenas sistemas como taxa de detecção de ameaças acima de 80%.
- **Falsos positivos**: é a taxa de erros dos sistemas, ou seja, quando é identificada pelo sistema, de forma equivocada, uma atividade suspeita. Esse critério avalia a precisão do sistema. Uma alta quantidade de alarmes falsos pode gerar danos a operações causadas por paradas operacionais desnecessárias, dessa forma, quanto menor o percentual de falsos positivos, mais interessante se torna o sistema, sendo caracterizado como um critério monotônico de custo. No caso analisado, foram priorizados apenas sistemas com taxa de falsos positivos menor que 2%;
- **Tempo de Implementação**: diz respeito ao tempo necessário, solicitado pelo fornecedor do sistema, para implementação dele. Uma implementação rápida é necessária para estabelecer, o quanto antes, a segurança dos dados, sendo esse um critério a ser minimizado;
- **Custo de Implementação:** é o investimento inicial a ser aportado pela empresa para aquisição do sistema, quanto menor o aporte inicial, mais interessante é para o tomador de decisão;
- **Custo de Manutenção**: é o valor anual das despesas necessárias para manutenção do sistema atualizado, o que pode incluir manutenções, atualizações, suporte técnico, entre outras soluções ofertadas pelo fornecedor do sistema, esse critério visa ser reduzido;
- **Impacto na latência**: é a medida de desempenho das redes, aplicativos e dispositivos suportados pelo sistema de segurança. Quanto maior a latência, maior o tempo de reposta, ou seja, maior da demora nas respostas dos sistemas. Uma alta latência pode causar lentidão, impactando negativamente a experiencia do usuário, sendo esse um critério monotônico de custo, ou seja, quanto menor o impacto na latência menos o desempenho das redes e dispositivos é afetado;
- **Capacidade:** avalia a escalabilidade do sistema, ou seja, a quantidade de dispositivos e usuários que o sistema pode proteger. Em organizações em crescimento, são adequados sistemas com maior capacidade, sendo esse um critério a ser maximizado.

Dessa forma, a matriz de decisão foi construída, sendo apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Matriz de decisão

Alternativas	Taxa de Detecção de Ameaças (%)	Falsos Positivos (%)	Tempo de Implementação (dias)	Custo Implementação ($)	Custo de Manutenção Anual ($)	Impacto na Latência (ms)	Capacidade (un)
NGFW	98	0,1	30	150.000,00	30.000,00	2	1000
IDPS	90	1,0	20	50.000,00	10.000,00	5	500
EDR	95	0,3	10	72.000,00	18.000,00	1	500
DLP	80	1,5	25	100.000,00	15.000,00	4	500
SOAR	85	0,5	40	250.000,00	50.000,00	3	1000

Fonte: Autores [2025]

A aplicação do método foi executada utilizando *software web PSI and MPSI-MARA For Decision Making (v1)*, desenvolvido por [Araujo, Gomes e Santos, 2023], os dados foram inseridos no site com a utilização da tabela excel exemplo, fornecida pelo desenvolvedor. Todo o desenvolvimento matemático foi desenvolvido pelo aplicativo, detalhando as etapas de aplicações dos métodos e os resultados obtidos. Toda a axiomática matemática foi executada na aplicação do método MPSI, vide item 3.2, objetivando a definição dos pesos para cada um dos critérios. A matriz normalizada pelo MPSI e os pesos são apresentados na Tabela 2.

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br

Tabela 2 - Matriz de decisão normalizada pelo MPSI

Alternativas	Taxa de Detecção de Ameaças	Falsos Positivos	Tempo de Implementação	Custo Implementação	Custo de Manutenção Anual	Impacto na Latência	Capacidade
NGFW	1,0000	1,0000	0,3333	0,3333	0,3333	0,5000	1,0000
IDPS	0,9184	0,1000	0,5000	1,0000	1,0000	0,2000	0,5000
EDR	0,9694	0,3333	1,0000	0,6944	0,5556	1,0000	0,5000
DLP	0,8163	0,0667	0,4000	0,5000	0,6667	0,2500	0,5000
SOAR	0,8673	0,2000	0,2500	0,2000	0,2000	0,3333	1,0000
Peso	0,0090	0,2387	0,1423	0,1605	0,1566	0,1710	0,1219

Fonte: Autores [2025]

Com os pesos determinados, todas as etapas do método MARA foram executadas, gerando a função ótima e as funções das alternativas, que foram integralizadas para a definição da integral definida da alternativa ótima, obtendo resultado de 0,5000, e das alternativas, esses valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 3 – Integrais definidas

Alternativas	Integral
NGFW	0,3041
IDPS	0,2578
EDR	0,3305
DLP	0,1843
SOAR	0,1667

Fonte: Autores [2025]

Dessa forma, esses resultados são utilizados para o cálculo da pontuação final das alternativas, determinado pela diferença entre o valor obtido para a integral definida de cada uma das alternativas e a integral da função ótima. Os resultados são apresentados e analisados no tópico de discussão dos resultados.

6. Discussão dos Resultados

Seguindo a abordagem Híbrida MPSI-MARA a ordenação das alternativas é obtida pela ordenação crescente dos resultados para magnitude da área de cada uma das alternativas. Tais valores são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Ordenação das alternativas

Alternativas	Magnitude de área	Ordenação
NGFW	0,1959	2
IDPS	0,2422	3
EDR	0,1695	1
DLP	0,3157	4
SOAR	0,3333	5

Fonte: Autores [2025]

Analisando a ordenação, verificou-se que a solução de segurança *Endpoint* obteve a melhor classificação. Analisando a matriz de decisão, essa alternativa tem apresenta o menor

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br

impacto na latência e tempo de implementação, impactando de forma positiva a experiencia do usuário. A alternativas ainda obtém uma taxa de detecção de ameaças de 95% e falsos positivos de 0,3%, valores excelentes e conformidade com a necessidade da empresa. Além disso, o custo de implementação é o segundo menor, e obtém um valor mediano para a custo de manutenção, adequado a realidade financeira da organização.

7. Considerações Finais

O A aplicação do método híbrido MPSI-MARA revelou-se altamente relevante para o processo decisório na seleção de um sistema de segurança cibernética. Ele proporcionou à equipe de TI responsável pela aquisição uma orientação estruturada e fundamentada, considerando os critérios e alternativas estabelecidos. Como resultado, foi possível identificar uma solução alinhada aos objetivos estratégicos e à realidade operacional e financeira da empresa.

Conclui-se que o uso de métodos multicritérios, como o MPSI-MARA, representam uma ferramenta científica e robusta para suportar decisões estratégicas, especialmente em cenários complexos que envolvem múltiplos critérios de avaliação. Sua capacidade de adaptação a novos requisitos e a integração com tecnologias avançadas reforçam seu potencial de aplicação em diferentes contextos empresariais, alinhando o processo de decisão com as necessidades do tomador de decisão.

Referências

Anaokar, G.S., Khambete, A.K., Christian, R.A., 2018. Evaluation of a Performance Index for Alenezi, M., Agrawal, A., Kumar, R., & Khan, R. A. (2020). Evaluating performance of web application security through a fuzzy based hybrid multi-criteria decision-making approach: Design tactics perspective. IEEE Access, 8, 25543–25556. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2970784

Alhajjar, E., & Lee, K. (2022). The U.S. Cyber Threat Landscape. European Conference on Cyber Warfare and Security. https://doi.org/10.34190/eccws.21.1.197.

Araujo, T.; Gomes, C..; Santos, M. (2023) PSI and MPSI-MARA For Decision Making (v1), Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro. https://psi-mpsi-mara.streamlit.app/

Belahcène, K., Mousseau, V., Ouerdane, W., Pirlot, M., & Sobrie, O. (2023). Multiple criteria sorting models and methods—Part I: Survey of the literature. 4OR, 21(1), 1–46. https://doi.org/10.1007/s10288-022-00530-4

De Ries, K., Schaap, H., Van Loon, A., Kral, M., & Meijer, P. (2021). A literature review of open-ended concept maps as a research instrument to study knowledge and learning. Quality & Quantity, 56, 73-107. https://doi.org/10.1007/S11135-021-01113-X.

Ganin, A. A., Quach, P., Panwar, M., Collier, Z. A., Keisler, J. M., Marchese, D., & Linkov, I. (2020). Multicriteria decision framework for cybersecurity risk assessment and management. Risk Analysis, 40(1), 183–199. https://doi.org/10.1111/risa.12891

Gligoric, M., Gligoric, Z., Lutovac, S., Negovanovic, M. e Langovic, Z. (2022). Novel Hybrid MPSI–MARA Decision-Making Model for Support System Selection in an Underground Mine. Systems. 10. 248. 10.3390/systems10060248.

Gupta Gourisetti, N., Mylrea, M., & Patangia, H. (2019). Application of rank-weight methods to blockchain cybersecurity vulnerability assessment framework. 2019 IEEE 9th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC), 0206–0213. https://doi.org/10.1109/CCWC.2019.8666518

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br

Junior, O. J. T., & Gonçalves, M. C. (2019). Application of quality and productivity improvement tools in a potato chips production line. ITEGAM- Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (ITEGAM-JETIA), 5(18). https://doi.org/10.5935/2447-0228.20190029

Kshetri, N., & DeFranco, J. F. (2020). The economics of cyberattacks on brazil. Computer, 53(9), 85–90. https://doi.org/10.1109/MC.2020.2997322.

Maniya, K.; Bhatt, M. G. A selection of material using a novel type decision-making method: Preference selection index method (2010). Materials & Design, v. 31, n. 4, p. 1785-1789.

Maček, D., Magdalenić, I., & Ređep, N. (2020). A systematic literature review on the application of multicriteria decision making methods for information security risk assessment. International Journal of Safety and Security Engineering, 10(2), 161–174. https://doi.org/10.18280/ijsse.100202

Mishra, S.; Gochhait, S. (2023). Emerging Cybersecurity Attacks in the Era of Digital Transformation. 2023 7th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS), 1442-1447. https://doi.org/10.1109/ICICCS56967.2023.10142357.

Ruiz, R., Winter, R., Rosa, F. D. F., Shukla, P., & Kazemian, H. (2022). Brazil method of anti-malware evaluation and cyber defense impacts. Journal of Applied Security Research, 1–17. https://doi.org/10.1080/19361610.2022.2104104

Shukla, V., Auriol, G., & Hipel, K. (2016). Multicriteria Decision-Making Methodology for Systems Engineering. IEEE Systems Journal, 10, 4-14. https://doi.org/10.1109/JSYST.2014.2344635.

Soares, W.D; Abritta, M.L.R; Freitas, D.A; et al. (2022). Pesquisa qualitativa e quantitativa: um estudo comparativo. In: Revisão bibliográfica: o uso da metodologia para a produção de textos. 1. ed. Editora Científica Digital,p. 39-45. DOI: 10.37885/220508792. Disponível em: http://www.editoracientifica.com.br/articles/code/220508792

Suriya, S., & Mudgal, B. V. (2013). Soft systems methodology and integrated flood management: A study of the A dayar watershed, C hennai, I ndia. Water and Environment Journal, 27(4), 462–473. https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2012.00365.x

Zou, A., Duan, S., & Deng, H. (2019). Multicriteria Decision Making for Evaluating and Selecting Information Systems Projects: A Sustainability Perspective. Sustainability. https://doi.org/10.3390/SU11020347.

DOI: 10.59254/sbpo-2025-212522
https://proceedings.science/p/212522?lang=pt-br