

WaspasWEB Manual do Usuário

Introdução

Este documento fornece explicações sobre o serviço “WASPAS for Dummies”, uma página pública e de uso gratuito na internet que é produto do projeto waspasWEB. O projeto waspasWEB é um trabalho acadêmico-científico que se propõe a implementar uma ferramenta de suporte à tomada de decisão utilizando o método WASPAS, proposto por Zavadskas et al. (2012). A implementação foi feita na linguagem R utilizando o pacote *Shiny* para publicação na internet e o serviço de hospedagem shinyapps.io. O uso não comercial (acadêmico) dos recursos disponibilizados pelo projeto waspasWEB é gratuito. A única coisa que se pede em troca é citar esta ferramenta como fonte quando os resultados forem utilizados em publicações.

Para citar a fonte mencionar:

Barbara, Flavio; SANTOS, Marcos dos. WASPAS in R (v.1) 2023.

Objetivo

O serviço “WASPAS for Dummies” é uma ferramenta de apoio à tomada de decisão multicritério, ou MCDM, do inglês “Multi-Criteria Decision Making”. Este tipo de problema envolve um conjunto de alternativas, do qual se deseja selecionar a melhor escolha; um conjunto de critérios de avaliação, ponderados de acordo com a importância relativa que o tomador de decisão entende ser aplicável no processo decisório. Muitos são os métodos desenvolvidos para solucionar problemas de MCDM. Soares et al. (2023) citam mais de 25 diferentes métodos, entre eles AHP, MACBETH, ELECTRE, MELCHIOR, PAMSSEM, EVAMIX, QUALIFLEX, WASPAS, SAPEVO-M e vários outros. Rani et al. (2020) salientam que os processos de tomada de decisão multicritério é uma das áreas da Pesquisa Operacional [PO] que mais crescem, tanto em diversificação dos métodos quanto da aplicação destes no mercado. Por exemplo, o tomador de decisão quer escolher o melhor automóvel que vai satisfazer suas necessidades; em função dessas necessidades um conjunto de critérios é estabelecido: economia, potência, capacidade de transporte, itens de conforto, itens de segurança, preço etc.; definidos os critérios, deve-se arbitrar um grau de importância para cada um deles, isto é, o preço pode ser um critério mais relevante que a potência do motor, mas esse pode ser considerado mais relevante que a autonomia. Para efeito dos cálculos matemáticos do método também é fundamental determinar se o critério é

de custo ou de benefício, ou seja, se quanto maior, melhor ou se quanto menor, melhor; os algoritmos precisam saber se é pretendida a maximização ou a minimização do valor, por exemplo, o preço é um critério de custo, ou seja, quanto menor, melhor, e a autonomia é um critério de benefício, quanto maior melhor.

Com essas informações disponíveis é possível aplicar modelos matemáticos que fazem uma classificação das alternativas mais adequadas para qualquer problema que tenha essa estrutura.

O método WASPAS

Proposto por Zavadskas et al. (2012) o método WASPAS, acrônimo de **W**eighted **A**ggregated **S**um **P**roduct **A**ssessment, é um algoritmo de apoio à análise para tomada de decisão baseada em múltiplos critérios que utiliza dois métodos consagrados no mercado para solução de problemas MCDM, o Weighted Sum Method (WSM) e o Weighted Product Method (WPM). A proposta do WASPAS é a aplicação de um parâmetro de ponderação sobre as classificações obtidas nos métodos WSM e WPM denominado *lambda* (λ). A aplicação do *lambda* apresenta o quão sensível o conjunto de alternativas e critérios é sensível a cada um dos métodos (WSM e WPM). O recurso que essa página apresenta é a aplicação dinâmica do *lambda* de forma muito fácil e intuitiva, mostrando online a mudança no ranking conforme se modifica o *lambda* aplicado pelo WASPAS. O *lambda* (λ) é variável entre 0 e 1, ou seja, um percentual ponderado que determina quanto da classificação WSM é usado e o quando o WPM é o método que define a classificação e o aplica ao conjunto de Alternativas *versus* Critérios. A ponderação é feita atribuindo-se um percentual a WSM e o seu complemento a WPM. A fórmula abaixo ilustra a ponderação:

$$IRT_i = \lambda \times IR_i(WSM) + (1 - \lambda) \times IR_i(WPM)$$

Onde IRT_i é a importância relativa total da alternativa i , obtida pelo método WASPAS; $IR_i(WSM)$ é sua importância relativa obtida pelo método WSM e $IR_i(WPM)$ é sua importância relativa obtida pelo método WPM; λ (Lambda) é um valor que varia de 0 até 1. Por exemplo, um *lambda* = 0,5 é uma média aritmética do resultado dos 2 métodos, isto é, a classificação final (WASPAS) é tem um peso de 50% do WSM e 50% do WPM. Para um *lambda* = 1,0 o WASPAS é o mesmo que o WSM, pois temos:

$$IRT_i = 1 \times IR_i(WSM) + (1 - 1) \times IR_i(WPM) \Rightarrow IRT_i = 1 \times IR_i(WSM) + 0 \times IR_i(WPM)$$

Analogamente, para um *lambda* = 0,0 o WASPAS é o mesmo que o WPM, pois temos:

$$IRT_i = 0 \times IR_i(WSM) + (0 - 1) \times IR_i(WPM) \Rightarrow IRT_i = 0 \times IR_i(WSM) + 1 \times IR_i(WPM)$$

O serviço “WASPAS for Dummies” possui um recurso (objeto slider) que permite alterar dinamicamente o valor de λ entre 0 e 1 (0% a 100%) e verificar os resultados na classificação das alternativas do problema submetidas ao método WASPAS e, claro, também aos métodos WSM e WPM.

Estrutura da página “WASPAS for Dummies”

A tela da página do serviço waspasWEB é dividida em duas:

- (1) Ao lado direito há uma coluna de apresentação com informações importantes e links para arquivos de apoio (por exemplo, esse manual de operação).
- (2) À esquerda dessa coluna de apresentação fica a área de trabalho com quatro abas.
 - i. Input: contém o campo para upload da base de dados a ser analisada.
 - ii. View: visualização dos dados de entrada e botão para comandar o cálculo.
 - iii. Output: apresenta uma lista classificada das alternativas.
 - iv. Radar Chart: gráfico do tipo radar com a classificação.

Como utilizar os recursos da página “WASPAS for Dummies”

o primeiro passo é fazer o download da planilha eletrônica com o modelo da base dados. Para isso basta clicar no link Database Template: [WASPAS_Data_Template.xlsx](#), (Figura 1) seguir o bem conhecido diálogo de escolha da pasta (diretório) onde se quer gravar o arquivo e clicar em salvar (Figura 2).

WASPAS for Dummies

This is a web machine that implements the WASPAS method. All you have to do is to download the template spreadsheet, fill it with your data (alternatives, criteria, weights, the Cost-Benefit flags and the values), and upload it. The web WASPAS machine will do the whole hard work for you.

Please, use the links below to Download:

User Manual (Portuguese): [waspasWEB Manual](#)

Database Template: [WASPAS_Data_Template.xlsx](#)

waspasR Pack from CRAN: [waspasR_0.1.0.tar.gz](#)

waspasR Source from GitHub: [master.zip](#)

Input View Output Radar Graph

Load CSV from Spreadsheet

Please, upload the file (.csv or .xlsx).

Browse... No file selected

View your data

Figura 1. Link para download do modelo da base dados.

Fonte: <https://flaviob.shinyapps.io/waspasWeb/>

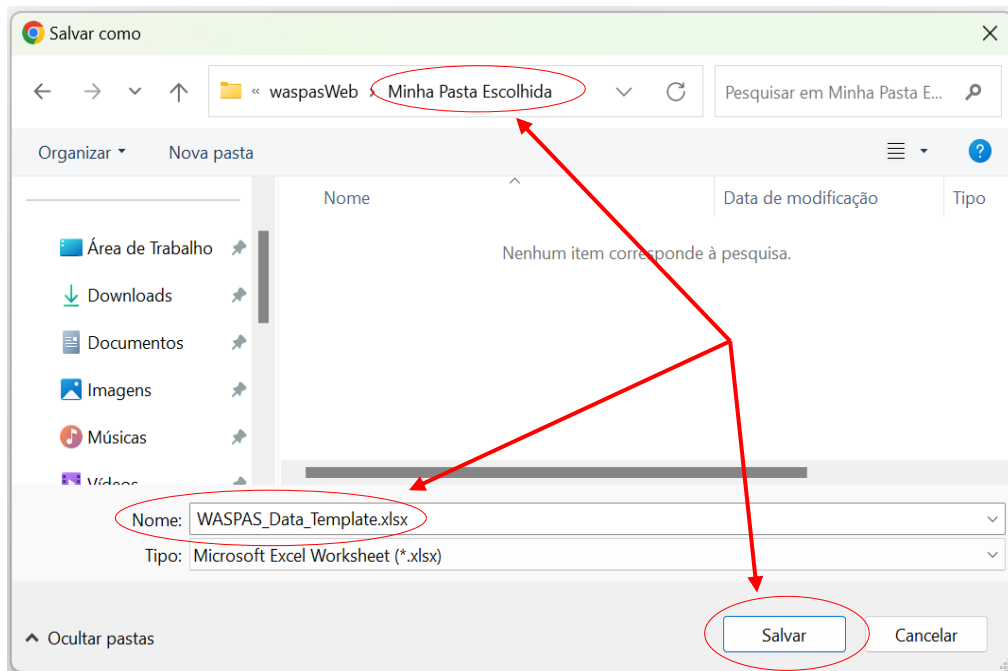


Figura 2. Escolha a pasta e clique no botão “Salvar”.

Uma vez feito o download da planilha eletrônica com o modelo de dados edite o arquivo usando MS-Excel ou LibreOffice Calc por exemplo e salve com um nome que julgar adequado. Explicaremos mais a frente sobre o preenchimento da planilha com os dados do problema de tomada de decisão multicritério.

O sistema fará uma validação do formato dos dados carregados e mostrar um breve relatório do que foi importado. Não ocorrendo erro de formatação a tela que será apresentada é a demonstrada a seguir na (Figura 3).

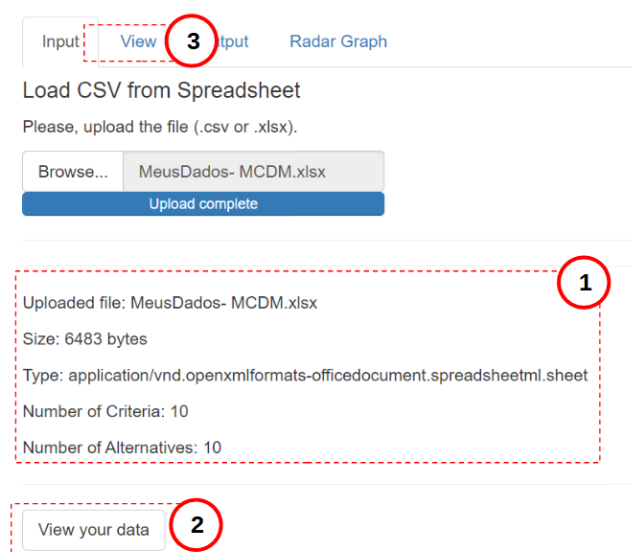


Figura 3. Tela de apresentação do resultado da carga do Banco de dados.

Onde:

1. Relatório sobre o processo de carga: nome e tamanho do arquivo, quantidade de critérios e de alternativas do banco de dados;
2. Botão que direciona para a aba de visualização dos dados importados;
3. Pode clicar diretamente na aba “View” para visualizar os dados.

<div> <div>Input</div> <div>View</div> <div>Output</div> <div>Radar Graph</div> </div>									
<div> <div>Calculate WASPAS</div> </div>									
...1	...2	...3	...4	...5	...6	...7	...8	...9	...10
F	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost
W	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
C	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3	Criterion 4	Criterion 5	Criterion 6	Criterion 7	Criterion 8	Criterion 9
Alternative 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Alternative 2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alternative 3	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alternative 4	4	123	6	7	8	9	10	11	12
Alternative 5	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Figura 4. Tela de visualização do conteúdo do Banco de dados.

Visualize os dados e comande a execução dos cálculos do método WASPAS na tela apresentada na aba “View” conforme marcação em vermelho na (Figura 4). Há barras de rolagem à direita e embaixo que permitem a visualização de todos os dados carregados.

Após a aplicação do método WASPAS sobre a base de dados a aba “Output” é aberta automaticamente e mostra a classificação feita pelo método WASPAS e pelos 2 métodos subjacentes, o WSM e o WPM. Há um objeto “Slider” na tela que permite alterar de forma muito rápida os valores de λ que ponderam o valor relativo de cada um dos métodos subjacentes. Quanto mais próximo de 0 (Zero) o valor de λ maior o peso do método WPM, e quanto mais próximo de 1 maior o peso relativo do ranking obtido pelo WSM. A tela mostrada na aba Output contém os rankings pelos métodos WSM (somatório) e WPM (produtório) e o ranking WASPAS que se altera dinamicamente conforme muda-se o valor do λ no componente “slider”

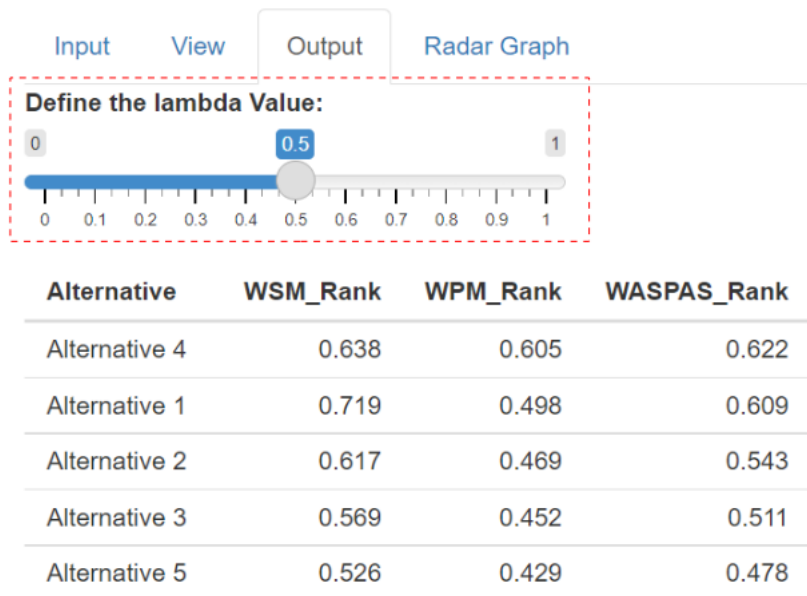


Figura 5. Slider que permite visualização dinâmica da aplicação do Lambda WASPAS na classificação das alternativas do problema de tomada de decisão multicritérios.

O mesmo resultado é apresentado na aba “Radar Chart” em um formato gráfico conhecido como radar, teia de aranha e outras denominações. Nessa aba também há um objeto “Slider” que permite a alteração do valor de lambda dinamicamente (Figura 6).

O slider do Radar Chart é sincronizado como objeto da aba Output. Ao modificar o valor de lambda nesse componente o slider da aba “Output” é também alterado para o mesmo valor, atualizando o ranking WASPAS.

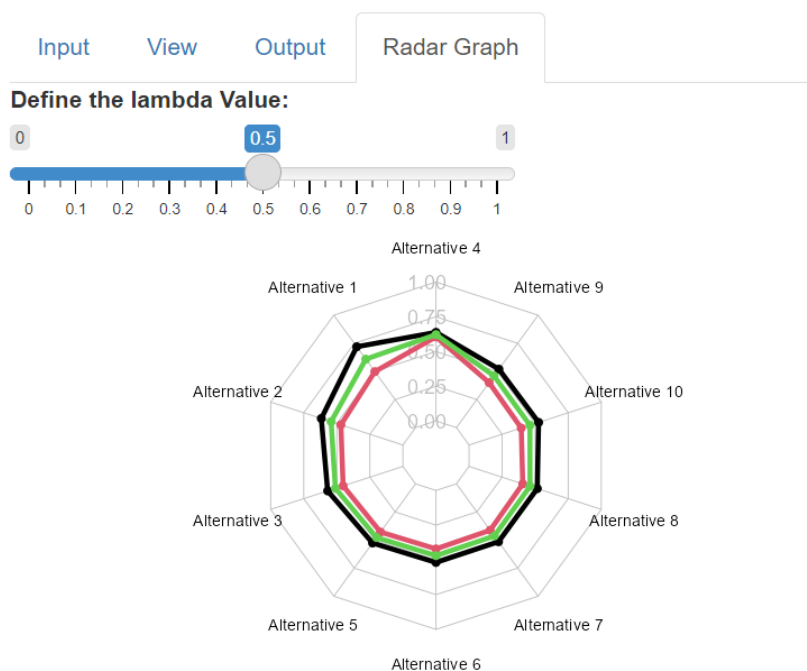


Figura 6. Slider e gráfico radar (teia de aranha).

Preparação da base de dados

Após fazer o download da planilha eletrônica ([WASPAS_Data_Template.xlsx](#)) abra no MS-Excel, LibreOffice Calc ou o aplicativo de sua preferência. A planilha será a da (Figura 7), porém sem qualquer cor, as cores são meramente para efeitos didáticos.

F	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Cost
W	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3	Criterion 4	Criterion 5	Criterion 6	Criterion 7	Criterion 8	Criterion 9	Criterion 10
Alternative 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alternative 2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alternative 3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alternative 4	4	123	6	7	8	9	10	11	12	13
Alternative 5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Alternative 6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alternative 7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alternative 8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Alternative 9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Alternative 10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Figura 7. Planilha eletrônica modelo para estruturação dos dados de entrada.

A planilha eletrônica que estrutura o banco de dados do problema de tomada de decisão multicritério que será submetido ao cálculo WASPAS provido pela página “WASPAS for Dummies” deve respeitar a estrutura acima. Separadas pelas cores, há 6 áreas na planilha: indicadores, flags, pesos, critérios, alternativas e valores Alternativa-Critério.

Detalhando cada um deles, temos:

F	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Cost
W	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3	Criterion 4	Criterion 5	Criterion 6	Criterion 7	Criterion 8	Criterion 9	Criterion 10
Alternative 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alternative 2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alternative 3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alternative 4	4	123	6	7	8	9	10	11	12	13
Alternative 5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Alternative 6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alternative 7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alternative 8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Alternative 9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Alternative 10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Figura 8. Células do canto superior esquerdo com os indicadores.

Nas células (1,1), (2,1) e (3,1) são informados os indicadores (Figura 8) das linhas 1, 2, e 3, que devem ser “F” para “Flags”, “W” para Weights, e “C” Para “Criteria”. Ou seja, “F” significa indicador Custo ou Benefício, “W” é o Peso (importância de cada critério), essa informação (metadado) permite que o usuário do serviço “WASPAS for Dummies” possa informar os dados de critérios, pesos e custo-benefício na linha que lhe aprovar, o serviço vai processar cada linha conforme o indicador na devida célula (Figura 9).

F	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Cost
W	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3	Criterion 4	Criterion 5	Criterion 6	Criterion 7	Criterion 8	Criterion 9	Criterion 10
Alternative 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alternative 2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alternative 3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alternative 4	4	123	6	7	8	9	10	11	12	13
Alternative 5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Alternative 6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alternative 7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alternative 8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Alternative 9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Alternative 10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Figura 9. Linhas de Flags (“F”), Pesos (“W”) e Critérios (“C”).

Com o indicador devidamente definido é necessário que os dados nas linhas referidas sejam apropriados. Na linha do indicador “F” devem conter apenas “Flags” que indiquem se o critério é de **custo** ou **benefício**. Para isso, nas células devem existir palavras iniciadas em “C” (custo/Cost) ou “B” (Benefício/Benefit).

A linha cujo indicador é o “W” (Weight) deve conter os pesos arbitrados pelo tomador de decisão em relação à importância relativa de cada um dos critérios. A soma dos pesos na linha “W” deve somar 1 (100%). E a linha do indicador “C” deve conter os critérios do problema. Sendo estes, breves descrições, como: preço, peso, tamanho, capacidade etc.

A área em vermelho é a parte onde se introduz as alternativas do problema. Não há limites para a quantidade de alternativas, assim como não há limites para a quantidades de critérios. Sugerimos que nessas células (coluna 1, linhas de 4 até n , última alternativa) sejam introduzidas breves descrições das alternativas, assim como na linha “C” (critérios).

F	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Benefit	Cost	Cost
W	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3	Criterion 4	Criterion 5	Criterion 6	Criterion 7	Criterion 8	Criterion 9	Criterion 10
Alternative 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alternative 2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alternative 3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alternative 4	4	123	6	7	8	9	10	11	12	13
Alternative 5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Alternative 6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alternative 7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Alternative 8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Alternative 9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Alternative 10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Figura 10. Células de Alternativas do problema [4: n , 1:1]

E a parte mais importante são os valores. Os valores são, em geral, obtidos no mercado, e referem-se à performance daquela alternativa em relação ao critério. Por exemplo, o valor do preço do produto X, a velocidade máxima da alternativa X, a temperatura de ebulição do elemento X.

Os valores hachurados em cinza na Figura 10, são os que serão submetidos ao algoritmo de apoio à tomada de decisão que são determinados por Alternativas-Critérios.

Dito isto, vamos à prática. Determine suas alternativas de escolha, determine os critérios pelos quais as alternativas serão classificadas, faça o levantamento de mercado sobre os valores de performance das Alternativas-Critérios. Preencha a planilha corretamente conforme orientação e PRONTO! Tome sua decisão baseada em números e evidências. E mais! Justifique sua decisão para os stakeholders.

Em caso de dúvida envie e-mail para flavio.barbara@gmail.com.

Tratamento de Erros

Após fazer o upload dos dados o waspasWEB faz algumas verificações e exibe mensagens de erro caso exista algum dado fora do padrão. A primeira validação é sobre os indicadores, se estes não forem precisamente 3 strings (palavras ou um caractere) iniciadas com c, f ou w (podem ser minúsculos ou maiúsculos) o erro abaixo (em vermelho) ocorre. Note no exemplo da Figura 11 que há um dado espúrio onde deveria ter um caractere “w” ou uma palavra iniciada com w, por exemplo “Weight”.

Error: Check the indicators in cells [1:3, 1], the strings must be initiated with 'C', 'F' or 'W'

Na linha cuja 1ª célula houver um indicador “F”. Deve conter apenas caracteres “c” ou “b”, ou palavras iniciadas com esses caracteres. Se esse padrão não for respeitado ocorre o erro a seguir (em vermelho), o exemplo da Figura 12 mostra o problema gerador do erro.

Error: Vector of flags must contain just strings initiated with B or C (i.e., b, c, B, C, Cost, Benefit, Ben etc.)

A2		
	A	B
1	Flags-CxB	Cost
2	Spurious data	0,1
3	Crits	Criterion 1 C
4	Alternative 1	1
5	Alternative 2	2

Figura 11. Indicador Errado.

B1				
	A	B	C	D
1	F	Spurious	Benefit	Cost
2	W	0,1	0,1	0,1
3	C	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3
4	Alternative 1	1	2	3
5	Alternative 2	2	3	4

Figura 12. Flag Custo-Benefício errada.

Se na linha cuja 1ª célula houver um indicador “W” houver dados não conversíveis para valores numéricos, ou a soma desses valores não somar um ocorrem, respectivamente os erros (a) e (b) abaixo (em vermelho).

(a) **Error: Check Weights values, all must be numeric**

(b) **Error: Values in Vector of Weights must summarize 1**

O conjunto de células usado para informar os valores de performance dos Critérios X Alternativas (p.ex.: preço, prazo, capacidade, autonomia, tamanho etc.) deve conter apenas dados conversíveis para valores numéricos, caso exista algum valor alfanumérico ou nulo a

mensagem de erro abaixo será mostrada.

Error: Check Aternatives x Criteria values, all must be numeric

Essas são as inconsistências nos dados que são verificadas pelo waspasWEB, quando algum problema dos listados acima ocorrer o sistema não permite avançar para o cálculo WASPAS (botão “Calculate WASPAS”). Caso outro tipo de inconsistência não listada acima ocorrer, o sistema abortará o processo ao comandar o cálculo WASPAS. Nesse caso deve-se verificar os dados de entrada para detectar alguma anomalia.

Se não conseguir resolver o problema envie e-mail para flavio.barbara@gmail.com.

Referências

1. Rani, P., Mishra, A.R., Pardasani, K.R. (2020). "A novel WASPAS approach for multi-criteria physician selection problem with intuitionistic fuzzy type-2 sets", *Soft Computing*, 24 (3), pp. 2355-2367. doi: 10.1007/s00500-019-04065-5.
2. Soares de Assis, Gustavo & Santos, Marcos & Basilio, Marcio. (2023). "Use of the WASPAS Method to Select Suitable Helicopters for Aerial Activity Carried Out by the Military Police of the State of Rio de Janeiro". *Axioms*. 12. 77. 10.3390.
3. Zavadskas, E.K., Turskis, Z., Antucheviciene, J. and Zakarevicius, A. (2012), "Optimization of weighted aggregated sum product assessment", *Elektronika ir Elektrotechnika*, Vol. 122 No. 6, pp. 3-6.