São José dos Campos - SP
LV SBPO
LV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional
São José dos Campos, SP - 6 a 9 de novembro de 2023

waspasWEB: uma plataforma web de suporte ao método WASPAS

Flavio Barbara
Mestre em Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação. Rua 5 de Outubro, 1874, Gueifães, Maia, Porto, 4470-002, Portugal
flavio.barbara@gmail.com

Marcos dos Santos
Instituto Militar de Engenharia, Praça General Tibúrcio, 80, Praia Vermelha, Urca, Rio de Janeiro 22290-270, Brasil
marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br

Luiz Paulo Fávero
Av. Professor Luciano Gualberto, 908, Butantã, São Paulo-SP
Universidade de São Paulo (USP)
lpfavero@usp.br

RESUMO

Este Trabalho apresenta alguns dos resultados obtidos no Projeto ***waspasWEB***. Esse projeto acadêmico-científico realizou a entrega de um mecanismo público, disponibilizado na internet, para que tomadores de decisão possam utilizar o método "Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS)", proposto por [Zavadskas et al. 2012], sem necessidade de qualquer conhecimento de programação ou algoritmos. Outra contribuição do projeto à sociedade foi a publicação de um pacote na comunidade de usuários da linguagem R, Comprehensive R Archive Network (CRAN). O método WASPAS, conforme [Baykasoğlu e Gölcük 2020] é relativamente novo e tem tido visibilidade crescente na literatura técnica relacionada e no mercado. Métodos de Pesquisa Operacional são ferramentas importantes de justificativa das decisões tomadas. Este trabalho contribui na popularização desses métodos oferecendo a gestores, pesquisadores e público em geral uma ferramenta de tomada de decisão multicritério amigável e intuitiva.

PALAVRAS CHAVE. CRAN, Teoria da Decisão, Pesquisa Operacional.

Tópicos (ADM – Apoio à Decisão Multicritério, IC – Inteligência Computacional)

ABSTRACT

This work presents some of the results obtained in the ***waspasWEB*** Project. This academic-scientific project delivered a public mechanism, available on the internet, so that decision makers can use the "Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS)" method, proposed by [Zavadskas et al. 2012], with no knowledge of programming or the heavy computation used in the calculations. Another contribution of the project to society was the publication of a package in the R language users community, Comprehensive R Archive Network (CRAN). The WASPAS method, according to [Baykasoğlu and Gölcük 2020] is relatively new

DOI: 10.59254/sbpo-2023-174769
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/174769

and has had increasing visibility in the related technical literature as well as in the marketplace. Operations Research methods are important tools for justifying the decisions taken. This work contributes to the popularization of these methods by offering to managers, researchers, and the general public a friendly and intuitive multicriteria decision-making tool.

KEYWORDS: CRAN. Decision Theory. Operations Research.

1. Introdução

A comunidade científica tem realizado um esforço crescente no estudo e divulgação de métodos, processos e algoritmos que suportam as atividades de tomadas de decisão. Desde tempos remotos, tomar decisões é uma necessidade diária dos indivíduos e organizações que constituem nossa sociedade. Rani et al. (2020) colocam, adequadamente, que a tomada de decisão multicritério (em inglês, Multi-Criteria Decision Making [MCDM]), é uma das áreas da PO que mais cresce, tanto em diversificação dos métodos quanto da execução destes. Gupta et al. (2022) destacam que desde a Segunda Guerra Mundial a PO ocupa papel destacado na tomada de decisão, bem como a evolução tecnológica imprime mudanças radicais na dinâmica dos negócios, introduzindo incerteza e complexidade. Baryannis et al. (2019) ressaltam que as empresas possuem estratégias para identificar, avaliar, mitigar e monitorar eventos e condições que impactam suas operações. Essas estratégias dependem de tomadas de decisão baseadas em critérios múltiplos, obtidos a partir de fontes de dados multidimensionais potencialmente grandes. Este trabalho visa realizar uma modesta contribuição para a vasta área da Teoria da Decisão. Com a bússola da disciplina de Pesquisa Operacional, o presente trabalho apresenta uma solução para os problemas de MCDM, sobre os quais se aplicam vários métodos de otimização, como, por exemplo AHP, ANP, PROMETHEE, THOR, SAPEVO, TOPSIS, WASPAS entre outros. Para este trabalho selecionamos um método com ainda pouco material disponível, porém com desenvolvimento promissor na utilização em pesquisas acadêmicas e no mercado, o WASPAS.

Chakraborty (Sayanta) e Saha (2022) reiteram que o WASPAS tem sua credibilidade potencializada pois combina duas abordagens MCDM proeminentes, o modelo de soma ponderada e o modelo de produto ponderado. O método aprofunda a análise ao testar a sensibilidade de cada um dos métodos subjacentes em relação ao sistema de ponderação dos critérios, adicionando perspectivas de observação ao tomador de decisão. A aplicabilidade prática do método agregado é atestada por Chakraborty (Shankar) e Zavadskas (2014) ao explorá-lo como uma ferramenta eficaz de MCDM aplicando-o na resolução de oito problemas de tomada de decisão em processos de manufatura industrial. São várias as contribuições práticas feitas por Professor Doutor Zavadskas, propositor do método, e sua equipe de pesquisadores associados.

Para validação da implementação da solução utilizamos um dataset obtido no trabalho publicado por Soares de Assis et al. (2023) que resolve um problema objetivo de segurança pública no Rio de Janeiro: qual a melhor escolha para aquisição de um helicóptero pela Polícia Militar do estado? O trabalho apresenta uma decisão de alta complexidade que envolve restrições como: equipamento de alto custo e sofisticação; exigência de versatilidade e precisão operacional; atendimento a rigorosos critérios de segurança. O trabalho apresenta um levantamento detalhado e uso ortodoxo do método, constituindo assim excelente fonte de informação e de validação dos algoritmos implementados e sistemas desenvolvidos.

Inserida no cenário descrito, a modesta contribuição desse trabalho se propõe a materializar os conceitos do método WASPAS em produtos tangíveis, ofertados à comunidade na

DOI: 10.59254/sbpo-2023-174769
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/174769

forma de um mecanismo público, disponibilizado sem restrição de acesso na internet, para que qualquer tomador de decisão possa utilizar o método WASPAS como mecanismo de apoio, sem necessidade de conhecimento de programação ou matemática. A pesada computação utilizada nos algoritmos de cálculo é transparente ao usuário, do qual demanda-se apenas a introdução, através de uma interface gráfica fácil e intuitiva, das informações relativas ao problema que estão ao seu dispor.

2. Material e Métodos

Esta seção se apresenta organizada em três tópicos: O Método WASPAS, Infraestrutura Utilizada e Resultados Entregues. Subtópicos são utilizados em caráter organizatório. O mais importante a ressaltar cabe ao tópico sobre "O Método WASPAS". Todas as publicações referenciadas nesse artigo, relacionadas ao tema WASPAS, apresentam explicações sobre fórmulas, algoritmos, estratégias e métodos. Dessa forma, para efeito de clareza na exposição, citações de obras individuais a cada passo das explicações serão evitadas.

2.1 O Método WASPAS

Para aplicação em processos decisórios complexos, onde grandes conjuntos de alternativas e critérios devem ser considerados, sistemas MCDM podem ser aplicados com sucesso. Comprovou-se que a acurácia de dois métodos usados conjuntamente á maior que a acurácia de cada um dos métodos aplicados separadamente. O WASPAS executa esse princípio através da agregação dos métodos Weighted Sum Model [WSM] e Weighted Product Model [WPM]. O WSM é um dos mais conhecidos e utilizados métodos MCDM aplicados a problemas dessa categoria. O WPM é uma variação que utiliza o produtório da exponenciação valor-peso no lugar do somatório da multiplicação (Zavadskas et al., 2012).

As explicações a seguir são baseadas principalmente no trabalho original do propositor do método, Professor Dr. Zavadskas, mas a maioria das publicações aqui referenciadas apresentam, senão as mesmas, derivações sutis das fórmulas e algoritmos que são detalhadas doravante.

Os métodos WSM e WPM são aplicáveis somente a dados quantitativos. Recomenda-se evitar a utilização de critérios cujos valores são qualitativos. Caso seja imprescindível sua utilização é fundamental que não seja usada a ponderação arbitrária, antes, deve-se procurar um método adequado que seja capaz de converter os dados qualitativos em valores numéricos, sem que se incorra de forma direta ou indireta em ponderação arbitrária.

Os métodos subjacentes ao WASPAS (WSM e WPM) tem seus passos iniciais em comum. O primeiro passo é o desenvolvimento da Matriz de Decisão. Os problemas MCDM são definidos por conjuntos de m alternativas e n critérios. Dessa forma construímos uma matriz de m por n elementos, obtendo assim uma matriz composta por valores conhecidos dos n critérios para cada uma das m alternativas, conforme é apresentado na eq. (1).

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

onde, X: é a matriz algébrica formada pelos valores do conjunto de critérios associados a cada uma das alternativas em análise no estudo do problema MCDM; e X*mn* é o valor de um critério específico (n) para uma alternativa específica (m).

DOI: 10.59254/sbpo-2023-174769
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/174769

O segundo passo é a normalização dos valores da matriz, uma vez que estes tendem a ser muito disparatados. Um critério pode variar na razão de milhares enquanto outro varia na casa das unidades. Por exemplo, o objeto de estudo pode ser um equipamento cujo preço varia entre 1.000.000 e 3.000.000 e o prazo de garantia varia entre 1, 2 ou 3 anos. Os diferentes critérios de análise podem ainda ser monotônicos de custo ou de benefício. Usando os mesmos exemplos anteriores temos que o preço é um critério de custo, ou seja, desejamos minimizá-lo; e a garantia é um critério de benefício, quanto maior, melhor, e, portanto, desejamos maximizá-lo. Assim, aplicamos uma fórmula de normalização diferente para cada tipo de critério.
Para critérios de benefício fazemos a normalização dividindo o valor obtido de cada alternativa pelo valor máximo do conjunto de valores do critério específico. Nesse caso, a normalização dos valores de desempenho das alternativas em relação a determinado critério é feita de forma que para o vetor de valores X*ij* do j-ésimo critério divide-se cada um dos X*ij*, com i variando de 1 a m (quantidade de alternativas), pelo i-ésimo valor da alternativa que representa o valor máximo para o critério. A eq. (2), representada abaixo, demonstra a função de normalização para critérios monotônicos de benefício.

$$\overline{X}ij = \frac{X_{ij}}{max_i(X_{ij})}$$

onde, X*ij*: é o valor normalizado para uma tupla (alternativa, critério) específica; X*ij* é o valor original a ser normalizado; maxi (X*ij*) é o maior valor do conjunto dos valores de um critério monotônico de benefício específico para todas as alternativas.

Para critérios monotônicos de custo fazemos a normalização do vetor de valores de desempenho apurados para o critério específico dividindo o menor valor dentro desse conjunto de valores por cada um dos valores obtidos para o critério. Nesse caso, para realizar a normalização dos valores de desempenho das alternativas em relação ao critério aplica-se uma função ao vetor de valores X*ij* do j-ésimo critério que divide o mínimo valor do vetor de valores do critério pelo valor da i-ésima alternativa. A fórmula é representada abaixo:

$$\overline{X}ij = \frac{min_i(X_{ij})}{X_{ij}}$$

onde, X*ij*: é o valor normalizado para uma tupla (alternativa, critério) específico; X*ij* é o valor original a ser normalizado; min_i(X*ij*) é o menor valor do conjunto dos valores de um critério monotônico de custo específico para todas as alternativas, i varia de 1 a m (quantidade de alternativas).

No passo seguinte os critérios são ponderados em função de sua importância relativa ao processo decisório e, nesse caso, os pesos são arbitrados pelo tomador de decisão. A partir da função de ponderação WSM e WPM divergem na estratégia de definição das melhores alternativas.

O objetivo dos métodos MCDM é construir uma lista classificada das alternativas (um "ranking") demonstrando, através de um grau de importância relativa, como se distribuem as alternativas numa sequência de mais importante (melhor) para menos importante (pior), oferecendo um cenário de apoio ao decisor. Com essa lista classificada, baseada nos valores de performance de cada alternativa em relação a cada critério e na ponderação da importância de cada um destes em relação ao conjunto de critérios, o decisor pode tomar decisões assertivas e

DOI: 10.59254/sbpo-2023-174769
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/174769

ainda contar com um importante instrumento de comunicação às partes interessadas ("stakeholders") impactadas pela decisão.

O processo de classificação segundo o método WSM ocorre da seguinte forma: Chamaremos de W*j* a importância relativa (peso) dada ao j-ésimo critério, e de IR*i* a importância relativa calculada para a i-ésima alternativa. O valor da importância relativa é dado pelo somatório dos n valores normalizados do conjunto de critérios atribuído à alternativa em processamento.

Como estabelecemos anteriormente, temos n critérios, portanto a fórmula para o cálculo da importância relativa (IR) pelo método WSM fica:

$$IR_i = \sum_{j=1}^{n} X_{ij} W_j$$

onde, IR*i*: é a importância relativa da alternativa i obtida pelo somatório dos valores normalizados X*ij* ponderados pelo peso arbitrado ao critério j W*j* com j variando de 1 a n, onde n é a quantidade de critérios do problema.

Para o método WPM fazemos, similarmente, o produtório dos valores normalizados do conjunto de critérios atribuídos às alternativas (X*ij*), com i variando de 1 a m (quantidade de alternativas), elevados ao valor atribuído à importância relativa do j-ésimo critério que consta no vetor de pesos. A eq. (5) demonstra a função de classificação do método WPM.

$$IR_i = \prod_{j=1}^{n} (X_{ij})^{W_j}$$

onde, IR*i*: é a importância relativa da alternativa i obtida pelo produto rio dos valores normalizados X*ij* elevados ao peso arbitrado ao critério j W*j* com j variando de 1 a n, onde n é a quantidade de critérios do problema.

O método WASPAS se aplica a partir da obtenção das importâncias relativas através dos métodos WSM e WPM e testa o quão sensível o conjunto de alternativas e critérios é sensível a cada um dos processos. Para isso utiliza um lambda (λ), variável entre 0 e 1 e o aplica ao conjunto de Alternativas versus Critérios. O objetivo é obter uma Importância Relativa Total pela média das importâncias relativas de WSM e WPM ponderadas por lambda. Essa ponderação é obtida multiplicando-se a importância relativa obtida através do método WSM e somando à importância relativa obtida pelo método WPM multiplicada pelo complemento de 1 de lambda. Dessa forma temos que, para λ = 1 a importância relativa WSM é integralmente utilizada e a importância relativa WPM anulada. Ao contrário, se λ = 0 apenas a importância relativa WPM é considerada para a obtenção da importância relativa total. Quando λ = 0,5 a importância relativa total é a média aritmética de WSM e WPM.

De forma simplificada, podemos dizer que a importância relativa total do i-ésimo critério (IRT*i*) é obtida pela soma de lambda multiplicado pela importância relativa WSM*i* com o complemento de 1 de lambda (1 – λ) multiplicado pela importância relativa WPM*i*. Para efeito meramente didático e de simplificação podemos dizer que:

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

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.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-174769
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/174769

Ajustando a expressão com a substituição pelas fórmulas do somatório (WSM) e produtório (WPM) obtemos a eq. (7), que é encontrada na literatura técnica relacionada:

$$IRT_i = \lambda \times \sum_{j=1}^{n} \bar{X_{ij}} W_j + (1-\lambda) \prod_{j=1}^{n} \left(\bar{X_{ij}}\right)^{W_j}, \lambda_i \in [0,1]$$

onde IRT*i* é a importância relativa total da alternativa i, obtida pelo método WASPAS; o fator lambda multiplica o somatório demonstrado na fórmula. (4) e seu complemento de 1 (1-λ) multiplica o produtório demonstrado na fórmula. (5).

2.2 Infraestrutura Utilizada

A aplicação web foi desenvolvida em R version 4.2.2 (2022-10-31 ucrt) com a utilização da IDE RStudio 2022.07.2 build 576. Explicações mais detalhadas das ferramentas são apresentadas ao longo desse tópico.

A linguagem R está na base de todo o desenvolvimento desse trabalho. O R foi criado em 1993 por dois estatísticos neozelandeses da Universidade de Auckland, Robert Gentleman e Ross Ihaka. O R foi projetado para ser uma linguagem com boa performance para processamento de análises estatísticas, mineração de dados, aprendizado de máquina e exploração e identificação de padrões em bases de dados. É uma linguagem de código aberto e possui muitos pacotes disponíveis por meio, principalmente, do repositório CRAN. A grande oferta de pacotes gratuitos permite que o R seja usado em diversos campos além da estatística e ciência de dados. O R é uma das linguagens mais populares usadas para análise estatística, geração de gráficos estatísticos e projetos de ciência de dados. E conta também com uma grande e crescente popularidade em termos gerais. Dois dos mais acreditados índices de mercado que acompanham o uso das diversas linguagens: o TIOBE Index, da empresa Tiobe (www.tiobe.com) e o "PopularitY of Programming Language Index" [PYPL] (pypl.github.io/PYPL.html), apontam o R como 16o e 7o colocado respectivamente. Estes dois índices são baseados no "conhecimento coletivo", elaborando a classificação através da contagem de ocorrências em pesquisas nos principais mecanismos de busca. O Tiobe, analisa mais de 270 linguagens em 25 buscadores, já o PYPL concentra sua estatística no buscador Google.

A prosperidade observada no R é alicerçada, além de sua conectividade, robustez e versatilidade, no suporte fornecido por uma vasta comunidade voluntária que produz atualizações frequentes da linguagem. Por exemplo, toda a programação escopo desse trabalho foi desenvolvida na versão 4.2.2, de 31-Out-22, e enquanto esse texto é escrito a versão corrente é a 4.2.3 ("Shortstop Beagle"), lançada em 15-Mar-23, e a versão 4.3.0 ("Already Tomorrow") está prevista para ser liberada em 21-Abr-23. O desenvolvimento do R é guiado por um grupo de desenvolvedores principais apoiados por contribuições da comunidade.

Tal comunidade materializa-se, principalmente, através da "R Foundation". Essa fundação detém os direitos autorais do software e da documentação R e é quem os administra. Constituída como uma organização sem fins lucrativos de interesse público, foi fundada pelos membros da equipe principal de desenvolvimento com o intuito de prover suporte para o Projeto R - "The R Project for Statistical Computing" (www.r-project.org), bem como fomentar inovações em computação estatística. Uma vez que o R se tornou uma ferramenta com alto nível de maturidade a "R Foundation" se empenha em garantir seu desenvolvimento através de contínuas inovações em software para pesquisa estatística e computacional. A fundação tem também o objetivo de fornecer um ponto de referência para indivíduos, instituições e empresas que desejam apoiar ou interagir com a comunidade de desenvolvimento R. Ainda, entre os objetivos da R Foundation estão a exploração de novas metodologias, ensino e divulgação de

DOI: 10.59254/sbpo-2023-174769
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/174769

computação estatística, e a organização de reuniões e conferências no campo da computação estatística.

A "R Foundation" é a mantenedora do repositório de pacotes CRAN. O CRAN no momento da confecção desse trabalho possui 19312 pacotes disponíveis (fonte: Contributed Packages). O Pacote R desenvolvido foi aceito e adicionado no CRAN no dia Nove de Março de 2023, e a partir dessa data está disponível mundialmente para uso de toda a comunidade R.

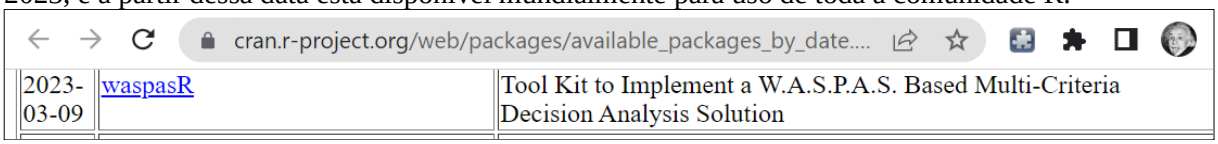


Figura 1. Impressão da tela do browser mostrando o link do CRAN e o pacote waspasR.

Outra ferramenta fundamental utilizada nesse trabalho foi a IDE RStudio, ferramenta distribuída de forma gratuita pela empresa Posit Software PBC.

2.3 Plataforma de Hospedagem Web shinyapps.io

O serviço web publicado é disponibilizado à comunidade através do portal shinyapps.io (www.shinyapps.io) que também possui um plano de adesão gratuito limitado a 5 aplicativos e 25 horas/mês de disponibilidade, se as horas de uso forem excedidas a aplicação fica indisponível no plano gratuito. Nos planos pagos há uma quantidade bem maior de disponibilidade e caso sejam ultrapassadas há cobrança adicional, porém o serviço não fica indisponível. Criando a conta no portal obtêm-se acesso à plataforma de hospedagens de aplicações. Esta possui todos os recursos necessários para hospedar uma aplicação web desenvolvida em R com utilização do pacote shiny. Ao acessar o serviço o usuário tem acesso a um "dashboard" (Figura 2) com "hyperlinks" para o painel de gerenciamento da aplicação (Figura 3).

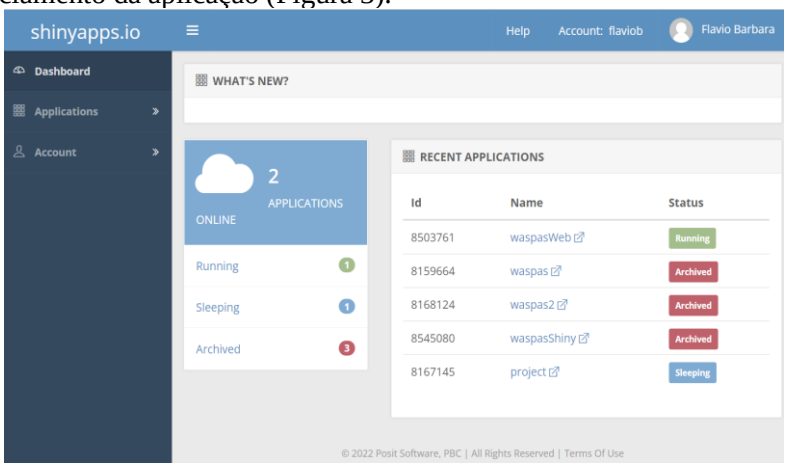


Figura 2. Tela "Dashboard" com lista de aplicações web mantidas no shinyapps.io.

A publicação do "app" desenvolvido é feita diretamente a partir das funcionalidades disponíveis nas IDEs (posit.cloud ou RStudio) que automaticamente exibem a opção de publicação se o projeto foi criado como uma aplicação Shiny (Figura 4). Esse formato é criado como "scaffold" quando ao criar um projeto é selecionada a opção "Shiny Application" (Figura 5) no "Wizard" de criação de projeto da IDE. Basicamente a aplicação principal do projeto

DOI: 10.59254/sbpo-2023-174769
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/174769

(geralmente app.R) tem que referenciar o pacote Shiny, definir a interface de usuário, definir a lógica da aplicação e fazer a chamada para execução do código (Figura 5). Durante o desenvolvimento é possível rodar no browser ou no visualizador "runtime" da IDE, de onde também é possível comandar a publicação na web.

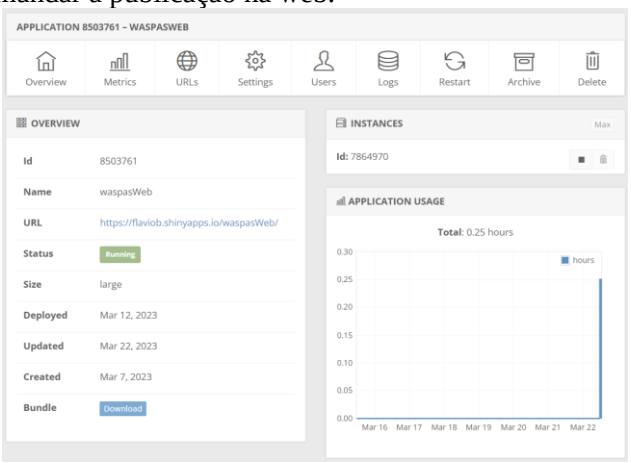


Figura 3. Tela de gerenciamento de uma aplicação hospedada no shinyapps.io.

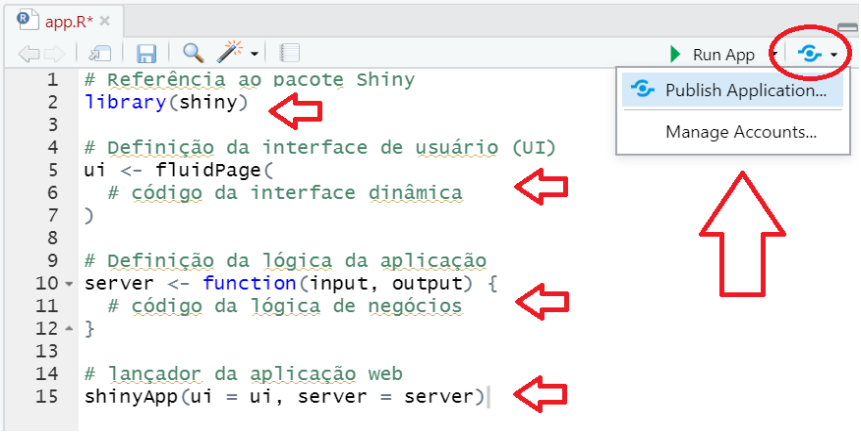


Figura 4. Estrutura obrigatória de um app Shiny apontando os elementos básicos e opção de publicação do app na web (shinyapps.io).

2.5 CRAN, construção do pacote e processo de submissão

Construir um pacote, ou biblioteca de componentes de software, oferece grandes vantagens. Uma delas é a componentização, que otimiza a reutilização de trechos de código, mantém isolamento de contexto, melhora a legibilidade do código e propicia melhor padronização do projeto, entre outras melhorias. Uma outra vantagem (talvez a principal delas) é a facilidade de compartilhar as funções desenvolvidas com outras pessoas, contribuindo para a promoção de uma comunidade de programadores ativa e engajada.

O vasto repositório de pacotes desenvolvidos na linguagem R (CRAN) é suportado por uma rede de servidores ftp, com espelhos ("mirrors") em todo o mundo que armazenam versões idênticas e atualizadas de pacotes de componentes que oferecem recursos sofisticados e muito

DOI: 10.59254/sbpo-2023-174769
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/174769

úteis para desenvolvimento em R. Este repositório é o principal instrumento do Projeto R - "The R Project for Statistical Computing" (www.r-project.org) na implementação do seu propósito de suportar o desenvolvimento contínuo da linguagem R e explorar novas metodologias em estatística computacional e ciência de dados. Como já dito, o Projeto R é uma iniciativa mantida pela R Foundation, tal fundação fica fisicamente localizada em Viena, na Áustria, precisamente no Instituto de Estatística e Matemática (wu.ac.at/en/statmath) da Universidade de Economia e Negócios de Viena (wu.ac.at). A rede CRAN é composta por 94 servidores, sendo o servidor principal do denominado 0-Cloud, que também faz o roteamento automático para os outros 93 servidores pelo mundo e é mantido pela organização RStudio (Posit).

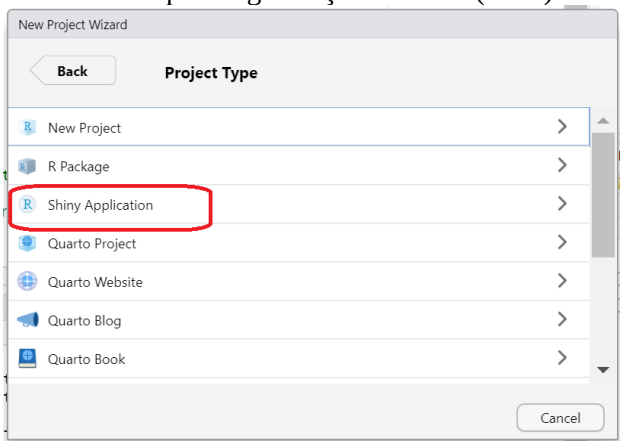


Figura 5. Criar app Shiny na IDE RStudio.

Todos os pacotes que estão disponíveis no CRAN foram aceitos após uma criteriosa certificação do cumprimento de rígidos padrões. Conforme é anunciado no preâmbulo da página que divulga a política de submissão de pacotes ao repositório (CRAN Repository Policy), acessível pelo hiperlink cran.r-project.org/web/packages/policies, "Ter um pacote distribuído pelo CRAN está sujeito a um conjunto de políticas". Portanto submeter um pacote requer a concordância com essas políticas. Ainda na mesma página salienta-se que o CRAN hospeda pacotes de qualidade e que a contribuição de um pacote não deve ser trivial, ou seja, a contribuição tem que ter relevância. São regras obviamente necessárias para que se tenha um recurso de alto valor. Outro ponto importante ressaltado nessa página relaciona-se ao fato de que distribuir código e documentação é uma atividade sujeita ao cumprimento de requisitos legais e como o CRAN opera em diferentes jurisdições, a rigidez das políticas de submissão e manutenção de pacotes tem também o objetivo de garantir que os distribuidores em nos diferentes países que mantém servidores espelhos cumpram suas obrigações legais de diligência sem sobrecarga de trabalho. Nessa página existem instruções de submissão, link para a página com o formulário online para submissão do pacote (cran.r-project.org/submit) e link para uma página que contém uma lista de controle, "Checklist for CRAN submissions", para ajudar o colaborador a não esquecer nenhum dos vários detalhes que devem ser considerados na submissão, essa lista de controle pode ser acessada diretamente aqui: (cran.r-project.org/web/packages/submission_checklist). Além das instruções da R Foundation existem várias páginas públicas na internet com dicas valiosas e explicações mais detalhadas sobre o

DOI: 10.59254/sbpo-2023-174769
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/174769

processo. Há que se ter, no entanto, o cuidado de atentar para o fato de que essas páginas não oficiais geralmente extrapolam os requisitos mínimos e podem levar o colaborador a investir tempo em pormenores não exigidos pela equipe CRAN.

3. Resultados e Discussão

Esse Trabalho foi desenvolvido com foco na obtenção de resultados práticos, com o objetivo de entregar produtos tangíveis e, ainda que muito singelos (e não poderia ser diferente), oferecem uma pequena contribuição à comunidade. O web site publicado no decurso desse trabalho é uma ferramenta útil para a comunidade de profissionais dedicados à Pesquisa Operacional, bem como a qualquer indivíduo que queira tomar uma decisão baseada em um confiável modelo matemático, mas sem que tenha que se ocupar com pesados cálculos ou implementações de programas de computador. O pacote R com funções que permitem implementar diversas soluções baseadas em MCDM oferece também uma pequena contribuição para a comunidade R, uma vez que foi aceito no CRAN e lá se encontra disponível para o mundo, qualquer programador R pode instalar a biblioteca em qualquer ambiente R com o simples comando install.packages("waspasR"). O pacote encontra-se também disponível e público no GitHub. Para submissão ao CRAN o pacote deve ser devidamente documentado, todas as funções devem tem documentação interna no padrão correto para que sejam gerados arquivos de “help” através do pacote roxygen2. Com isso após instalação e carga do pacote com o comando library("waspasR") seja possível acessar a ajuda com F1 sobre o comando de chamada da função ou também pelo comando “?” no console do RStudio ou linha de comando do R. A explicação das funções, por padrão é em inglês.

Referências

Baryannis, G., Validi, S., Dani, S., & Antoniou, G. (2019). "Supply chain risk management and artificial intelligence: State of the art and future research directions", International Journal of Production Research, 57(7), 2179-2202. doi:10.1080/00207543.2018.1530476

Baykasoğlu, A. and İ. Gölcük. (2020). "Revisiting Ranking Accuracy within WASPAS Method", Kybernetes 49 (3): 885-895. doi:10.1108/K-01-2019-0052.

Chakraborty, S. and A. K. Saha. (2022). "A Framework of LR Fuzzy AHP and Fuzzy WASPAS for Health Care Waste Recycling Technology." Applied Soft Computing 127. doi:10.1016/j.asoc.2022.109388.

Chakraborty, S. and E. K. Zavadskas. (2014). "Applications of WASPAS Method in Manufacturing Decision Making", Informatica (Netherlands) 25 (1): 1-20. doi:10.15388/Informatica.2014.01.

Chakraborty, S., E. K. Zavadskas, and J. Antucheviciene. (2015). "Applications of WASPAS Method as a Multi-Criteria Decision-Making Tool", Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research 49 (1): 1-17.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-174769
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/174769

Chakraborty, S., O. Bhattacharyya, E. K. Zavadskas, and J. Antucheviciene. (2015). "Application of WASPAS Method as an Optimization Tool in Non-Traditional Machining Processes", Information Technology and Control 44 (1): 77-88. doi:10.5755/j01.itc.44.1.7124.

Darko, A. P. and D. Liang. 2022. "Probabilistic Linguistic WASPAS Method for Patients' Prioritization by Developing Prioritized Maclaurin Symmetric Mean Aggregation Operators." Applied Intelligence 52 (8): 9537-9555. doi:10.1007/s10489-021-02807-3.

Gupta, S., S. Modgil, S. Bhattacharyya, and I. Bose. (2022). "Artificial Intelligence for Decision Support Systems in the Field of Operations Research: Review and Future Scope of Research", Annals of Operations Research 308 (1-2): 215-274. doi:10.1007/s10479-020-03856-6.

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.

Singh, S. P., Kundu, T., Adhikari, A., & Basu, S. (2020). "An integrated weighting-based modified WASPAS methodology for assessing patient satisfaction". Paper presented at the 2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application, DASA 2020, 592-596. doi:10.1109/DASA51403.2020.9317282

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.

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.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-174769
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/174769