



SELEÇÃO DE SENSOR DE FLUXO DE ÁGUA, A PARTIR DO MÉTODO DE TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PrOPPAGA, PARA GESTÃO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS DE PEQUENO PORTE

Daniel Augusto de Moura Pereira, (UFMG), danielmoura@ufcg.edu.br
Giovanna Paola Batista de Britto Lyra Moura, (UFPB), giovannalyra@hotmail.com
Bruno Pereira Diniz, (UFMG), brunopereiradiniz046@gmail.com
Marcos dos Santos, (UFF), marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br
Guilherme Nascimento Araújo, (UFMG), guilherme1803gui@gmail.com

Resumo

A instalação de um sensor apropriado pode ajudar a evitar esses prejuízos, promover o uso eficiente da água e garantir o funcionamento adequado do sistema, pois a falta do mesmo pode causar dificuldades em detectar vazamentos, falta de controle e automação, ineficiência energética e manutenção reativa. Nesse sentido, os sensores de fluxo/vazão de água oferecem benefícios significativos, incluindo medições precisas, monitoramento do consumo, conservação de água, eficiência energética, automação e controle, além de possibilitarem a manutenção preventiva. O objetivo deste trabalho é selecionar o melhor sensor de fluxo/vazão de água de 1/2 para um pequeno reservatório de um laboratório de uma universidade pública do Brasil. Para este estudo foram pré-selecionados quatro modelos de sensores e cinco critérios, e a modelagem aconteceu a partir da aplicação do Método de Decisão Multicritério Presumption of Gaussian Attitude of Alternatives (PrOPPAGA). Após a modelagem do problema, o método indicou o sensor YF-S201. Essa tomada de decisão foi importante, pois impacta diretamente no processo de ensino-aprendizagem de professores e alunos.

Palavras-chave: Gestão Hídrica, PrOPPAGA, Sensor.

1. Introdução

Um dos grandes avanços da revolução industrial foi o desenvolvimento de sensores de máquinas (ALALOUL, 2018; FAVENNEC, 1987; ZAIDAN, 2018; SIOW, 2019), que ajudam a aumentar a eficiência e a produtividade das organizações. Neste sentido, a Indústria 4.0 (I4.0) popularizou o uso de sensores em máquinas e equipamentos, levando à criação de fábricas inteligentes e à integração de tecnologias avançadas como a Internet das Coisas (IoT) e a inteligência artificial (IA) (ALALOUL, 2018 e 2020).

É preciso lembrar que no contexto das mudanças climáticas, o Brasil pode entrar numa crise hídrica, uma vez que o recurso água é escasso e finito. Neste sentido, qualquer gestão



hídrica que se consiga realizar, das maiores as menores situações, representam um ganho que pode ser escalado.

Este trabalho tem como objetivo selecionar um sensor de fluxo de água, a partir do Método de Tomada de Decisão Multicritério PrOPPAGA, para um projeto de I4.0 de gestão hídrica, em um pequeno reservatório de um laboratório de uma Universidade Federal no cariri da Paraíba.

2. Fundamentação teórica

2.1. Gestão de Recursos Hídricos

Desde a década de 1980, o conceito de gestão integrada de recursos hídricos (GIRH) vem sendo desenvolvido em diversos países devido às variáveis que envolvem a disponibilidade, a qualidade da água e seus usos. Alguns princípios que promovem essa gestão são (TELLES; GÓIS, 2013):

- Água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente;
- Desenvolvimento e gestão da água devem ser baseados em uma abordagem participativa que envolve usuários, planejadores e políticos em todos os níveis;
- A água tem um valor econômico em todos os seus usos competitivos e deve ser reconhecida como um bem econômico.

Telles e Góis (2013) citam como objetivos do PNRH: garantir que as gerações presentes e futuras tenham acesso à água necessária com padrões de qualidade adequados aos seus respectivos usos; uso racional e integrado dos recursos hídricos para alcançar o desenvolvimento sustentável; prevenção e defesa contra causas naturais ou grandes eventos hidrológicos causados pelo uso indevido de recursos naturais.

Há também o Plano de Recursos Hídricos, que é um plano diretor destinado a apoiar e orientar o PNRH na implementação e gestão dos recursos hídricos. Esses planos são de longo prazo e sua visão de planejamento é consistente com o período de implementação de seus programas e projetos (LOUCKS; VAN BEEK, 2017).

2.2. Conceitos de Decisão Multicritério

A abordagem Multicriteria Decision Marking (MDCM) desempenha um papel importante na seleção de alternativas não dominantes entre várias alternativas viáveis avaliadas em relação a vários critérios na tomada de decisão da vida real envolvendo questões de incerteza (SAHIN, 2016; DOS SANTOS JUNIOR, 2022).



Os seguintes aspectos devem estar envolvidos na tomada de decisão (DM) (DOS SANTOS JUNIOR, 2022; DE SOUZA, 2018; DE CARVALHO, 2015):

- Percepção do DM quanto à necessidade e adequação da decisão, considerando variáveis mercadológicas, operacionais, tecnológicas, estratégicas, financeiras, etc;
- A adoção de uma metodologia ou combinação de metodologias, possibilitando a identificação das variáveis e uma análise racional das informações;
- A avaliação da necessidade e viabilidade de compartilhar o processo de tomada de decisão para garantir o engajamento necessário na implantação da alternativa escolhida.

Segundo Pereira (2022), "Apesar da diversidade de abordagens, métodos e técnicas do MCDM, os ingredientes essenciais do MCDM são um conjunto finito ou infinito de ações (alternativas, soluções, cursos de ação, etc.), pelo menos dois critérios e pelo menos um DM".

Para Drumond (2020), "É essencial utilizar um método Multi-Criteria Decision Support (AMD) para apoiar o processo de classificação".

O processo decisório deve atender ao importante objetivo segundo o qual, qualquer que seja a opção escolhida, a melhor oportunidade deve ser aproveitada, sem prejudicar a posição estratégica do tomador de decisão (GOMES, 2010; MOREIRA, 2022).

2.3. Método PrOPPAGA

Segundo Rezaei (2015), um problema de MCDA é caracterizado por uma matriz de avaliação, conforme segue:

$$\mathbf{N} = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & \cdots & c_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1} & p_{m2} & \cdots & p_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

Onde $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ é um conjunto de alternativas viáveis, $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ é um conjunto de critérios de tomada de decisão, e p_{ij} é a pontuação da alternativa a_i ao critério c_j . O objetivo é selecionar a alternativa com o maior valor global. A cada critério c_j está associado um peso positivo w_j . ($J \geq 0, \sum w_j = 1$). O valor v_i da alternativa a_i é definido da seguinte forma:

$$v_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot p_{ij} \quad (2)$$



O PrOPPAGA utiliza (1) e (2) em seus seis passos (Dos Santos, 2022).

Passo 1. Determine um conjunto de critérios de decisão.

Nesta etapa, consideramos o conjunto de critérios $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$, que serão utilizados para a tomada de decisão. Para critérios quantitativos, é importante destacar quais são monotônicos de custo. Em um critério de custo monotônico, as alternativas têm seus valores de dados multiplicados por (-1) para expressar o impacto negativo do crescimento desses valores.

Passo 2. Classificação de critérios por importância.

Uma vez definido C , os critérios devem então ser ordenados em ordem de importância, podendo até ser equiparados.

Passo 3. Atribuir pontuações (s)/pesos (w)

De acordo com a ordenação realizada, serão atribuídos escores $= (s_1, s_2, \dots, s_n)$ aos critérios. O máximo possível escore S_{max} segue a seguinte proporção.

$$s_{max} = \begin{cases} n, & \text{for } n > 7 \\ 7, & \text{for } n \leq 7 \end{cases} \quad (3)$$

Onde n é o número de elementos do conjunto C . O critério mais importante deve receber a pontuação máxima. Os demais receberão uma pontuação menor, de acordo com a ordenação feita na etapa anterior, podendo, às vezes, espaçar a pontuação.

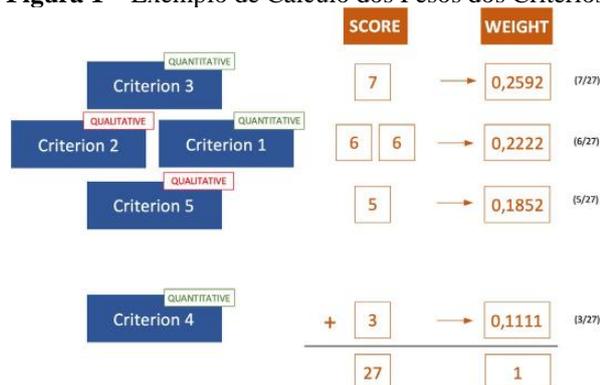
Definimos o peso w_j do critério c_j da seguinte forma:

$$w_j = \frac{s_j}{\sum_{r=1}^n s_r} \quad (4)$$

Note que $\sum w_j = 1$. Denotamos por $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ o vetor de pesos. Um exemplo que mostra como os pesos são calculados é apresentado na Figura 1.



Figura 1 – Exemplo de Cálculo dos Pesos dos Critérios



Fonte: DOS SANTOS (2022)

Passo 4. Tome as alternativas.

Defina $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ como o conjunto de alternativas apreciadas. Seja d_{ij} o atributo de a_1 alternativo para critério c_j . Esses atributos formam a Matriz de Atributos M .

$$M = \begin{bmatrix} d_{11} & \dots & d_{1n} \\ \vdots & d_{ij} & \vdots \\ d_{m1} & \dots & d_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Os atributos para os critérios quantitativos têm seus valores bem definidos, pois estão vinculados a alguma unidade de medida. No entanto, deve-se ressaltar a importância de se observar os critérios de custo monotônico, pois eles terão seus atributos representados por valores negativos. Para critérios qualitativos, onde não for possível utilizar uma unidade de medida, os atributos serão definidos a partir de uma escala de sete pontos, onde será avaliado o desempenho de cada alternativa, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Escala de Sete Pontos PROPPAGA

Pontuação	Definição	Pontuação	Definição
7	A alternativa supera todas as expectativas a esse critério	3	A alternativa atende às demandas um pouco abaixo do esperado
6	A alternativa atende às demandas muito acima das expectativas	2	A alternativa atende demandas muito abaixo do esperado
5	A alternativa atende às demandas um pouco acima das expectativas	1	A alternativa não atende às demandas
4	A alternativa atende as demandas dentro do esperado		

Fonte: DOS SANTOS (2022)

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Passo 5. Normalização. Para cada critério são calculados c_j the μ_j média e o desvio padrão σ_j of atributos da coluna j da matriz M .

$$\mu_j = \frac{\sum_{i=1}^m d_{ij}}{m} \quad (6)$$

$$\sigma_j = \left(\frac{\sum_{i=1}^m (d_{ij} - \mu_j)^2}{m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

Seja X_j a variável aleatória normal com média μ_j e desvio padrão σ_j . Denotar

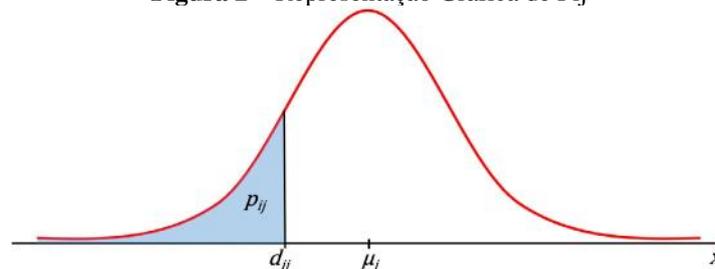
$$p_{ij} = P(X_j < d_{ij}) = \Phi\left(\frac{d_{ij} - \mu_j}{\sigma_j}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_j} \cdot \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{(x - \mu_j)^2}{2\sigma_j^2}\right) dx \quad (8)$$

Onde Φ é a função de distribuição cumulativa da distribuição normal padrão

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt \quad (9)$$

Apesar de ser uma equação visual complexa, sua resolução se torna muito simples com o auxílio de uma planilha eletrônica. Graficamente, p_{ij} é a área sob a curva gaussiana definida pela média μ_j e desvio padrão σ_j , limitada à direita por d_{ij} (Figura 2).

Figura 2 – Representação Gráfica de P_{ij}



Fonte: DOS SANTOS (2022)



N é definido como a Matriz de Decisão Normalizada (10).

$$N = \begin{bmatrix} p_{11} & \dots & p_{1n} \\ \vdots & p_{ij} & \vdots \\ p_{m1} & \dots & p_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Passo 6. Agregação.

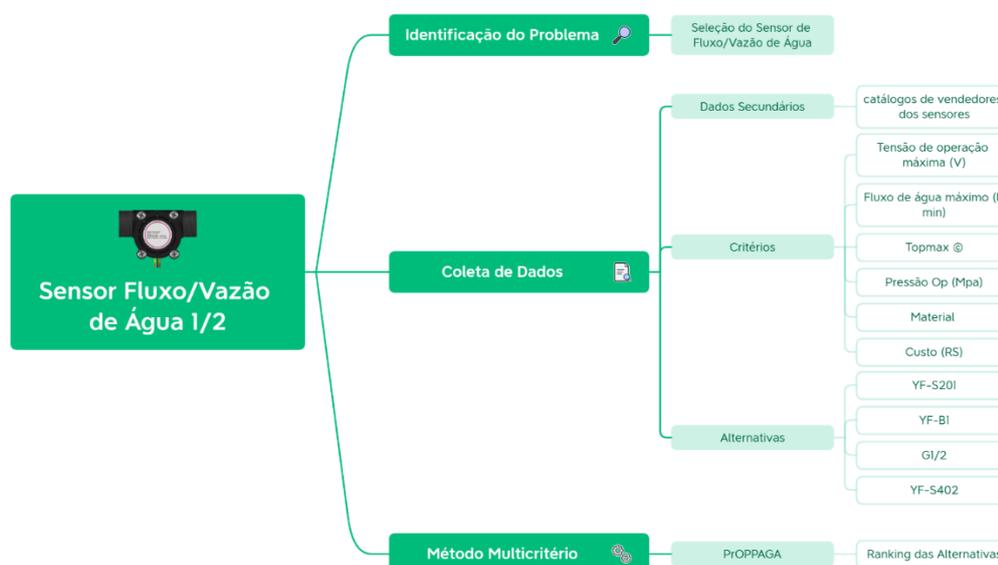
O valor geral v_i é calculado pela equação (2), onde v_i representa a cardinalidade da $i^{\text{ésima}}$ alternativa. Outra forma de interpretar essa agregação é através da seguinte relação, $N \cdot w = v$, que sugere:

$$\begin{bmatrix} p_{11} & \dots & p_{1n} \\ \vdots & p_{ij} & \vdots \\ p_{m1} & \dots & p_{mn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_m \end{bmatrix} \quad (11)$$

3. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa de caráter exploratória e que seguiu o seguinte fluxograma metodológico para sua realização, apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma Metodológico



Fonte: Autores (2023)



Os dados desta pesquisa foram coletados on-line, em catálogos de vendedores dos sensores. Foram pré-selecionados 4 tipos de sensores de fluxo/vazão de água de ½ e 6 critérios de avaliação, sendo 5 como monotônico de benefício e 1 como monotônico de custo.

Após a definição dos critérios, aplicou-se o Método de Decisão Multicritério ProPPAGA (compensatório) (SANTOS, 2022) que é indicado para estruturar decisões de problemas tipo P.γ, ou seja, busca ordenar as alternativas, ou parte delas (as mais satisfatórias), de acordo com as preferências, por vezes, agrupando-as em classes de equivalência. Para a aplicação do método, não é necessário confirmar se esta presunção é verdadeira ou não, ou seja, não é necessário nenhum teste de aderência para confirmar se, de fato, as alternativas se comportam de forma Gaussiana. Uma vez que o problema a ser resolvido buscou ordenar as alternativas, de acordo com as preferências, a partir da plataforma web ProPPAGA.com.br.

Para a aplicação do Método ProPPAGA, foram realizadas as seguintes etapas: definir o conjunto de critérios utilizados (Tabela 2), ordenar os critérios por importância e atribuir um grau de importância ao peso dos critérios (Equação 3), definir o conjunto de alternativas para modelagem na matriz de decisão, normalizar a matriz de decisão dos dados (Equações 5, 6, 7, 8 e 9) e realizar a agregação (Equação 11).

Tabela 2 – Critérios Pré-selecionados

#	Parâmetro	Classificação
C1	Tensão de operação máxima (V)	Quantitativo
C2	Fluxo de água máximo (l/min)	Quantitativo
C3	Topmax ©	Quantitativo
C4	Pressão Op (Mpa)	Quantitativo
C5	Material	Qualitativo
C6	Custo (RS)	Quantitativo

Fonte: Autores (2023)

4. Resultados

4.1. Aplicação do ProPPAGA

A Tabela 3 mostra as alternativas, os critérios de decisão e seus respectivos valores. É possível observar que cada sensor foi identificado pelos termos A1, A2, A3 e A4. Essas identificações auxiliaram na identificação de cada sensor quando avaliados como alternativas pelo modelo de apoio à decisão ProPPAGA.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Tabela 3 – Matriz de Alternativas

#	Alternativas	Imagem Sensor	Tensão de operação máxima (V)	Fluxo de água máximo (l/min)	Topmax ©	Pressão Op (Mpa)	Material	Custo (RS)
A1	YF-S201		18	30	80	2	Plástico	46,9
A2	YF-B1		15	25	60	1,75	Latão	79,9
A3	G1/2		15	30	80	1,75	Plástico	37,78
A4	YF-S402		24	6	80	1,75	Plástico	26,24

Fonte: Autores (2023)

A Tabela 4 mostra a matriz de desempenho gerada pelo Método PrOPPAGA. É possível verificar que o critério de decisão "Custo" é monotônico de custo. Os demais critérios como "Tensão de operação máxima", "Fluxo de água máximo", "Topmax ©", "Pressão Op" e "Material" foram classificados como monotônico de benefício. Ainda é possível verificar a média e o desvio padrão calculados para cada um dos critérios de decisão.

Tabela 4 – Matriz de Alternativas

ALTERNATIVAS	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MIN
	Tensão de operação máxima (V)	Fluxo de água máximo (l/min)	Topmax ©	Pressão Op (Mpa)	Material	Custo (RS)
YF-S201	18	30	80	2	4	-46.9
G1/2	15	30	80	1.75	4	-37.78
YF-S402	24	6	80	1.75	4	-26.24
YF-B1	15	25	60	1.75	7	-79.9
MÉDIA	18	22.75	75	18.125	4.75	-47.705
DESVIO PADRÃO	367.423	98.837	866.025	0.108253	129.904	199.776

Fonte: Autores (2023)

Em seguida, foi atribuído o peso dos critérios e normalizados os atributos, como pode ser observado na Tabela 4, tendo como referência o valor médio dos atributos encontrados na Tabela 5. O processo de normalização consiste em atribuir uma pontuação entre 0 e 1 a um dado.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Este visa tornar os valores dos atributos adimensionais, trazendo-os para a mesma escala, a fim de permitir a comparação entre as alternativas.

Tabela 5 – Matriz de Decisão Normalizada e com Pesos dos Critérios

PESO DOS CRITÉRIOS	Tensão de operação máxima (V)	Fluxo de água máximo (l/min)	Topmax ©	Pressão Op (Mpa)	Material	Custo (RS)
	0.121212	0.212121	0.121212	0.181818	0.181818	0.181818
YF-S201	0.5	0.768383	0.718149	0.958368	0.281851	0.516071
G1/2	0.207108	0.768383	0.718149	0.281851	0.281851	0.690337
YF-S402	0.948765	0.0450652	0.718149	0.281851	0.281851	0.85869
YF-B1	0.207108	0.59004	0.0416322	0.281851	0.958368	0.0535294

Fonte: Autores (2023)

A Matriz de Decisão Normalizada é então multiplicada (produto escalar) pelo peso dos critérios, gerando o seguinte resultado, ordenado por cardinalidade, mostrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Ranking Final do PrOPPAGA

ALTERNATIVAS	CARDINALIDADE	RANKING
YF-S201	0.62997	1
G1/2	0.50315	2
YF-S402	0.470226	3
YF-B1	0.390538	4

Fonte: Autores (2023)

Da Tabela 6 pode-se inferir que o melhor sensor de fluxo/vazão de água 1/2 para o caso é o YF-S201 (Figura 4), seguido pelo G1/2, YF-S402 e YF-B1.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 4 – Sensor Fluxo/Vazão de Água 1/2 YF-S201

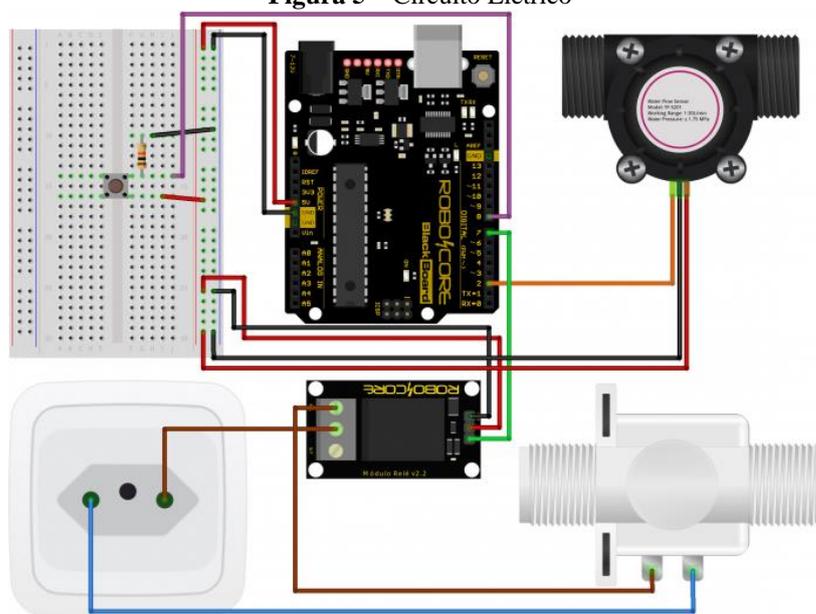


Fonte: Autores (2023)

4.2. Montagem do Circuito

Após a seleção do sensor YF-S201, o passo seguinte foi montar o esquema do circuito elétrico para controle e gestão do fluxo de água de um pequeno reservatório num laboratório de uma Universidade Federal, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 – Circuito Elétrico



Fonte: Autores (2023)



5. Conclusões

Este trabalho teve como objetivo selecionar, a partir do Método de Decisão Multicritério PrOPPAGA, o melhor sensor de fluxo de água para um projeto de gestão de fluxo de água em um reservatório de pequeno porte em um laboratório de uma Universidade Federal do cariri paraibano. Como resultado da modelagem matemática aplicada, o sensor selecionado para o projeto foi o YF-S201. Importante lembrar que estes sensores desempenham uma importante função dentro da Indústria 4.0, permitindo que os dados sejam coletados e analisados em tempo real, possibilitando um incremento da eficiência do equipamento e do processo produtivo.

6. Referências bibliográficas

ALALOUL, W.S.; Liew, M.S.; Zawawi, N.A.W.A.; Mohammed, B.S. Industry revolution IR 4.0: Future opportunities and challenges in Construction Industry. MATEC Web Conf. 2018, 203, 02010.

ALALOUL, W.S.; Liew, M.S.; Zawawi, N.A.W.A.; Kennedy, I.B. Industrial Revolution 4.0 in the construction industry: Challenges and opportunities for stakeholders. Ain Shams Eng. J. 2020, 11, 225–230.

D. A. d. M. Pereira et al., "Multicriteria and statistical approach to support the outranking analysis of the OECD countries," in IEEE Access, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3187001.

DE CARVALHO Pereira F, Verocai HD, Cordeiro VR., Gomes CFS, & Costa Hg. 2015. Bibliometric analysis of information systems related to innovation. Procedia Computer Science, 55:298-307.

DE SOUZA Lp, Gomes Cfs & De Barros Ap. 2018. Implementation of new hybrid AHP-Topsis-2N method in sorting and prioritizing of an it CAPEX project portfolio. International Journal of Information Technology & Decision Making, 17(4):977-1005.

DOS SANTOS JUNIOR, F. M., Tomaz, P. P. M., Diniz, B. P., de Siqueira Silva, M. J., de Moura Pereira, D. A., do Monte, D. M. M., ... & de Oliveira Costa, D. (2022). Big Bags Reverse Logistics using Business Intelligence and Multi-Criteria Analysis. Procedia Computer Science, 214, 172-178.

DOS SANTOS, Felipe Barbosa; DOS SANTOS, Marcos. Choice of armored vehicles on wheels for the Brazilian Marine Corps using PrOPPAGA. Procedia Computer Science, v. 199, p. 301-308, 2022.

DRUMOND, P. ; Costa, I. P. A. ; Gomes, C. F. S. ; Santos, M. ; Pereira, D. A. M. . Aplicação Do Método Electre-Mor Na Manufatura Aditiva: Classificação De Impressora 3d Do Tipo Fused Deposition Modeling (Fdm). In: Xxxiii Endio ? Xxxi Epio Red-M Ix, 2020, Cordoba. Anales De Xxxiii Endio ? Xxxi Epio Red-M Ix, 2020.



FAVENNEC, J. Smart sensors in industry. J. Phys. E 1987, 20, 1087–1090.

L.F.A.M. Gomes, C.F.S, Gomes, L.F.A.M., Maranhão, F. J. C. Decision Analysis For The Exploration Of Gas Reserves: Merging TODIM and THOR Pesquisa Operacional, v.30, n.3, p.601-617 (2010).

LOUCKS, D. P.; VAN BEEK, E. Water resource systems planning and management: an introduction to methods, models, and applications. Springer Cham, 2017, p. 1-49.

MOREIRA, Miguel Ângelo Lellis Et Al. Consistency Analysis Algorithm For The Multi-Criteria Methods Of SAPEVO Family. Procedia Computer Science, V. 214, P. 133-140, 2022.

SAHIN R. 2016. Fuzzy multicriteria decision-making method based on the improved accuracy function for interval-valued intuitionistic fuzzy sets. Soft Comput, 20:2557-2563.

SANTOS, Felipe Barbosa; SANTOS, Marcos. www.proppaga.com.br (v. 2) 2022.

SLOW, E.; TIROPANIS, T.; HALL, W. Analytics for the Internet of Things. ACM Comput. Surv. 2019, 51, 1–36.

TELLES, Dirceu D’Alkmin (coord.); GÓIS, Josué Souza de (col.). Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2013.

ZAIDAN, A.A.; Zaidan, B.B.; Qahtan, M.Y.; Albahri, O.S.; Albahri, A.S.; Alaa, M.; Jumaah, F.M.; Talal, M.; Tan, K.L.; Shir, W.L.; et al. A survey on communication components for IoTbased technologies in smart. Telecommun. Syst. 2018, 69, 1–25.