

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE APOIO A DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA PRIORIZAÇÃO DE TROCA DE HIDRÔMETROS

 <https://doi.org/10.56238/arev6n4-363>

Data de submissão: 21/11/2024

Data de publicação: 21/12/2024

Ermes Ferreira Costa Neto
Me.

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica,
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Campus Recife, Recife-PE
E-mail: ermesfcn@gmail.com
LATTEs: <http://lattes.cnpq.br/1537270154730412>

Danielle Costa Moraes
Dra.

Docente do Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção – PPGEPE,
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Campus Recife, Recife-PE
E-mail: dcmoraes@ufpe.br
LATTEs: <http://lattes.cnpq.br/0425151719064564>

Kleber Goncalves Bezerra Alves
Dr.

Docente do Programa de Pós Graduação em Engenharia da Engenharia – PPGEM,
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Campus Recife, Recife-PE
E-mail: kleber.gbalves@ufpe.br
LATTEs: <http://lattes.cnpq.br/5515185093886020>

RESUMO

Foi realizado uma análise bibliométrica motivado por uma pesquisa que visa identificar a existência de publicações científicas com a temática de método de apoio a decisão multicritério para a priorização da troca de hidrômetros de uma determinada região territorial de atuação de uma companhia estadual de saneamento, que proporcione o aumento (maximização) do faturamento, por meio da efetiva redução (minimização) de perdas aparentes em sistemas de abastecimento de água, ocasionadas pela submedição desses medidores. Desta forma, o presente trabalho utiliza o método Knowledge Development Process-Constructivist – ProKnow-C, que estabelece os procedimentos, em forma estruturada, para seleção do portfólio bibliográfico (PB) e a sua respectiva análise, permitindo desenvolver o conhecimento necessário para cumprimento da motivação da pesquisa. Foram identificados 44 artigos relevantes e alinhados com a pesquisa e reconhecimento científico, publicados entre os anos de 2005 e 2024. Além da seleção dos artigos, o presente trabalho realizou uma análise bibliométrica, que consiste na contagem de ocorrência de determinadas variáveis (características) nas publicações finais do PB. Com os resultados, é possível quantificar as informações existentes e mapear a estrutura do conhecimento de um campo científico, servindo, também, para construir a base inicial de informações da pesquisa e identificar oportunidades científicas futuras.

Palavras-chave: Hidrômetro, Apoio a decisão multicritério, Análise bibliométrica.

1 INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações da atualidade é a escassez hídrica em diferentes territórios, que impõem desafios para as concessionárias de água na busca de soluções para garantir o atendimento da demanda requerida com a oferta de água disponível. Porém, se por um lado há de envidar esforços e recursos financeiros para ampliação da oferta, há de se também gerenciar a demanda, especialmente, na busca para diminuição das perdas de água (COSTA NETO et al., 2021).

As perdas de água no sistema de abastecimento de água podem acontecer por dois tipos distintos, sendo eles: as perdas reais – ocasionadas por vazamentos na tubulação, transbordamentos e vazamentos nos reservatórios – e as perdas aparentes – causadas por fraudes, ligações clandestinas e erros de medição do volume de água. Sendo que, esta última causa, na maioria dos casos, provocada pela ineficiência da medição ou perdas por submedição dos hidrômetros (LAMBERT; HIRNER, 2000).

A primeira atividade sugerida por RIZZO et. al. (2007), para redução das perdas aparentes de água, está diretamente relacionada com a confiabilidade metrológica dos hidrômetros, que sugere a análise contínua dos dados de leitura da medição, a execução de manutenções periódicas e calibrações, por fim, as trocas de hidrômetros, porventura, não tenham viabilidade financeira para se manterem instalados, devido ao alto erro de medição.

Diante desse contexto, dependendo da quantidade de hidrômetros instalados no sistema de abastecimento de água de uma determinada região territorial, somado ao custo elevado para manutenção e troca destes equipamentos, torna-se indispensável o uso de um método que proporcione o apoio a decisão ao gestor do sistema, no qual ele possa utilizar multicritérios para a elaboração de uma lista de priorização para a troca de hidrômetros, que proporcione o aumento (maximização) do faturamento, por meio da efetiva redução (minimização) de perdas aparentes, sendo este o tema que motiva este trabalho.

Assim, surge o seguinte questionamento: como buscar e identificar informações necessárias sobre determinado tema, quando o pesquisador possui pouco conhecimento, mas adota uma determinada visão de mundo – filiação teórica – de modo que seja possível investigar publicações reconhecidas e relevantes?

Com o intuito de responder a essa pergunta, o objetivo geral deste trabalho é demonstrar como um pesquisador pode utilizar o processo investigativo *Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C)* proposto por Ensslin et al. (2010), que estabelece os procedimentos, de forma estruturada, para selecionar artigos relevantes e identificar características dessas publicações que venham contribuir cientificamente para cumprimento da motivação da pesquisa. Para tanto, foram

formulados os seguintes objetivos específicos: (a) selecionar um conjunto definido de publicações, que será intitulado de Portfólio Bibliográfico (PB), com relevância sobre o tema: apoio a decisão multicritério para priorização da troca de hidrômetro; e, (b) realizar uma análise bibliométrica do PB e das referências de cada publicação do PB, baseada na evidenciação quantitativa de determinados parâmetros sobre as publicações do PB para a gestão da informação e do conhecimento científico. Os parâmetros observáveis são: os artigos selecionados, suas referências, autores, número de citações e periódicos mais relevantes e seus respectivos fatores de impacto na área de interesse, bem como as palavras-chave mais recorrentes (ENSSLN et al., 2010).

Assim, este artigo apresenta cinco seções, além desta introdução. Na seção seguinte se encontra a metodologia, com a apresentação do enquadramento metodológico e método adotado. Na terceira seção, estão os resultados da seleção do Portfólio Bibliográfico e análise bibliométrica. A quarta seção apresenta as considerações finais e recomendações para trabalhos futuros. Por fim, o trabalho se encerra com a seção das referências bibliográficas utilizadas ao longo do texto.

2 METODOLOGIA

São apresentados o enquadramento metodológico e o método empregado para o desenvolvimento desta pesquisa.

2.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

Tem como objetivo apresentar e esclarecer os procedimentos metodológicos utilizados durante a pesquisa, nas dimensões: natureza da pesquisa (pesquisa quanto aos resultados), abordagem do problema, pesquisa baseada no objetivo geral (natureza do objetivo) e procedimentos técnicos.

A natureza da pesquisa é do tipo teórico-ilustrativo, porque apresenta um processo para realizar a busca bibliográfica com ênfase no tema do pesquisador, por meio de um guia orientador, com passos a serem seguidos para as buscas bibliográficas sobre o problema de apoio a decisão multicritério para priorização da troca de hidrômetro, agregando um caso prático de aplicação do processo de análise bibliométrica (ALAVI; CARLSON, 1992).

A abordagem do problema é do tipo qualitativo e quantitativo, pois, ocorre análise qualitativa no processo desenvolvido para identificar os artigos do portfólio bibliográfico e suas referências e ocorre uma análise quantitativa na contagem das variáveis investigadas.

A pesquisa é baseada no objetivo geral, caracterizando como exploratória e descritiva (RICHARDSON, 2017). É pesquisa exploratória, pois inicialmente, promove reflexão e gera conhecimento aos pesquisadores, ou seja, aos agentes principais da pesquisa, os quais estabelecem as

delimitações – filiação teórica adotada – para a seleção do material analisado: o portfólio bibliográfico. No segundo momento, delimita a comunidade científica ao ilustrar passo a passo a operacionalização do processo investigativo *Proknow-C*. É pesquisa descritiva, pois visa descrever e identificar as características do problema de pesquisa, por meio do levantamento de portfólio bibliográfico e de suas referências.

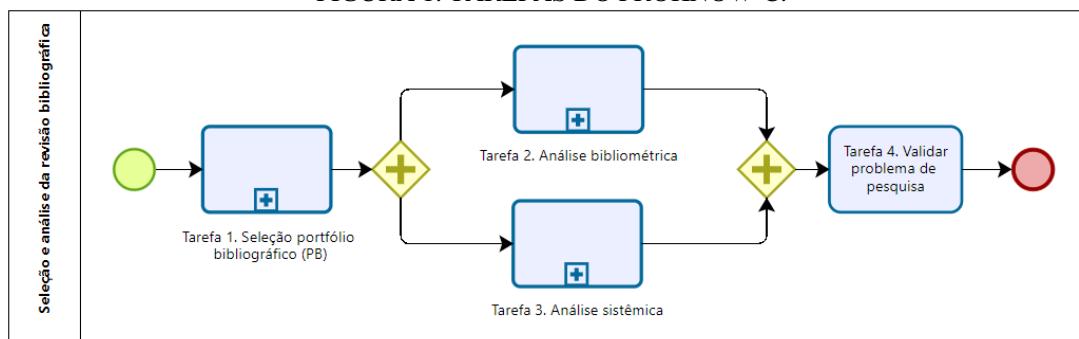
O procedimento técnico adotado é a pesquisa científica com base na busca de publicações científicas indexadas nas bases de dados disponibilizados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

2.2 MÉTODO ADOTADO

Gil (2008) define “[...] método como caminho para se chegar a um determinado fim. E método científico como o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento”. A partir destas definições, pretende-se apresentar o método para solucionar o problema de pesquisa descrito no objetivo geral.

O *ProKnow-C* é utilizado para seleção e análise da revisão bibliográfica. É composto por quatro tarefas: (i) seleção de portfólio bibliográfico; (ii) análise bibliométrica do portfólio; (iii) análise sistemática; e (iv) definição da pergunta e objetivo de pesquisa (ENSSLIN; ENSSLIN; PACHECO, 2012). A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta as quatro tarefas do *ProKnow-C*. Para fins deste artigo, foram desenvolvidas as primeiras duas tarefas do *ProKnow-C*. Sendo assim, construiu-se parte do conhecimento necessário acerca do tema pesquisado.

FIGURA 1. TAREFAS DO PROKNOW-C.



FONTE: ADAPTADO DE ENSSLIN ET AL. (2010).

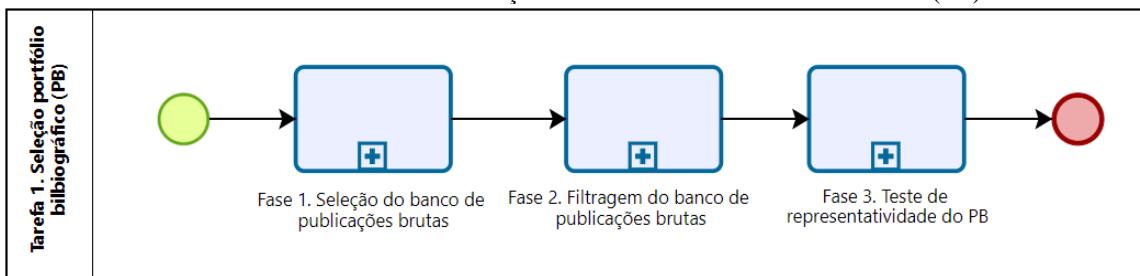
3 RESULTADOS

3.1 TAREFA 1. SELEÇÃO DE PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO (PB)

Consiste na obtenção de um portfólio de publicações alinhados ao tema de pesquisa e com reconhecimento científico. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** descreve esta tarefa, que

são executadas em três fases (KUSTERKO, 2015): (i) a seleção dos artigos nas bases de dados que compõem o Banco de Artigos Bruto; (ii) a filtragem dos artigos selecionados com base no alinhamento da pesquisa; e, (iii) o teste de representatividade do PB.

FIGURA 2. FASES DA SELEÇÃO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO (PB).



FONTE: ADAPTADO DE ENSSLIN ET AL. (2010).

Para esta pesquisa foram utilizadas as seguintes delimitações:

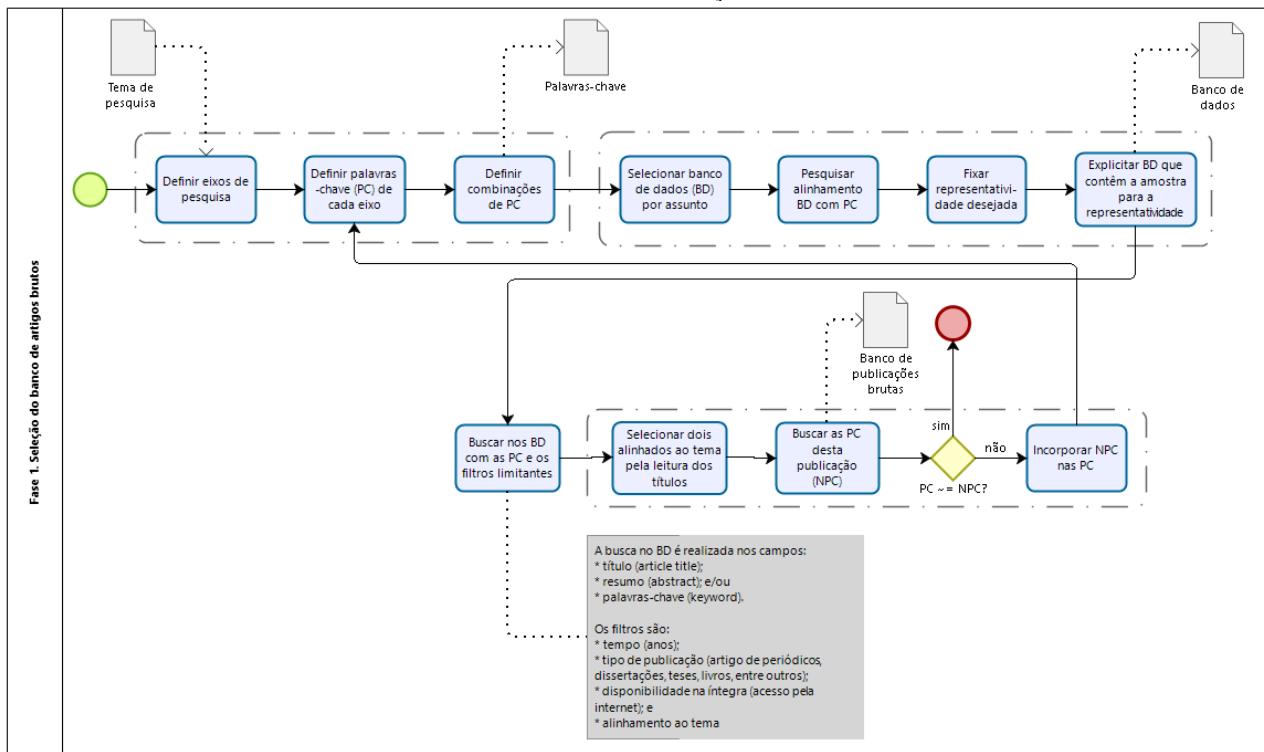
- Campo de busca: título (*article title*), resumo (*abstract*) e/ou palavras-chave (*keywords*);
- Temporal: publicações a partir de janeiro de 2005 até novembro de 2024;
- Fontes: bases de dados alinhadas ao tema de pesquisa descrito no objetivo geral;
- Tipos de publicações: artigos de periódicos e conferências, dissertações e teses;
- Disponibilidade: apenas as publicações disponíveis na íntegra; e,
- Alinhamento ao tema de acordo com as percepções do pesquisador durante a: definição das palavras-chave, leitura dos títulos, leitura dos resumos e leitura integral do artigo.

3.1.1 Fase 1: Seleção do banco de artigos brutos

A Erro! Fonte de referência não encontrada. apresenta o fluxo de processos para essa fase.

Nesta fase, devem ser definidas as palavras-chave dos eixos do tema da pesquisa. Em seguida, estabelecer o banco de dados que será consultado e realizar a busca de publicações nesse banco pelo uso das palavras-chave. Finalizar com o teste de aderência das palavras-chave. Sugere-se que as informações de cada publicação sejam exportadas para o gerenciador bibliográfico *Endnote® 20*, no formato RIS.

FIGURA 3. FLUXO DE PROCESSO DA FASE 1: SELEÇÃO DO BANCO DE ARTIGOS BRUTOS.



FONTE: ADAPTADO DE ENSSLIN ET AL. (2010).

O teste de aderência serve para verificar a necessidade ou não de inclusão de nova(s) palavra(s)-chave aos eixos. Tal necessidade se verifica por meio da seleção de duas publicações, a priori, considerados aderentes ao tema, dentre os quais se devem avaliar o alinhamento das palavras-chave ao tema da pesquisa. Caso não seja satisfatória a aderência, deve-se incorporar novas palavras-chaves as iniciais e recomeçar a pesquisa.

A execução da fase 1 é descrita a seguir:

- Definir eixos de pesquisa: Inicialmente, realizou-se a escolha dos eixos, a partir do objetivo geral, sendo esses: perdas aparentes de água, submedição de hidrômetros e método de apoio a decisão multicritério.
- Definir palavras-chaves (PC) para cada eixo e as combinações: A partir da definição dos eixos de pesquisa, foram selecionadas as palavras-chaves. Para o eixo “perdas aparentes de água”, as palavras-chaves são: perda, água *water e loss*. Já, o eixo “submedição de hidrômetros”, tem-se as seguintes palavras-chaves: hidrômetro, “medidor de água”, submedição, “erro de medição”, *hydrometer*, “*water meter*”, *under-registration*, *sub-measurement e sub-metering*. Por último, o eixo “método de apoio a decisão multicritério”, foram escolhidas as palavras-chaves, sendo: “método multicritério”, “método de apoio a decisão multicritério”, “método de tomada a

“decisão multicritério”, “multiple criteria”, *multicriteria*, *multi-criteria*, “several criteria” e *multicriterial*.

- Selecionar a base de dados: Optou-se pela utilização do Portal de Periódicos, da CAPES. Esse Portal é uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza um acervo de mais de 45 mil títulos com texto completo, 130 bases referenciais, 12 bases dedicadas exclusivamente a patentes, além de livros, enciclopédias e obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual (BRASIL, 2021). Como também, selecionou-se a base de dados Google Acadêmico (*Google Scholar*). Esta base coleta informações de repositórios de instituições de ensino, bibliotecas de órgãos governamentais e dezenas de períodos nacionais e internacionais.
- Buscar publicações para formação do banco de dados de artigos brutos: A busca ocorreu no mês de dezembro de 2024. A realização da busca foi realizada conforme descrito nesta fase. Sendo que, foram apenas analisadas as publicações a partir de 2005 até 2024, nas bases de dados selecionadas, com o uso das palavras-chave em diferentes combinações nos campos de título, resumo e nas palavras-chave das publicações, e, quanto ao tipo de publicação, foram utilizados apenas os artigos de periódicos, dissertações e teses. O **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta as combinações de palavras-chave utilizadas e o número de publicações encontradas na base de dados selecionadas.
- Verificar aderência a pesquisa: Após a busca, escolheu-se dois artigos (SZILVESZTER; BELTRAN; FUENTES, 2017 e FONTANAZZA et al, 2015) que possuíam os títulos aderentes ao tema de pesquisa, em seguida, verificou-se o alinhamento das suas respectivas palavras-chave, assim, concluindo positivamente o teste de aderência, finalizando essa fase sem a necessidade de incorporação de novas palavras-chave as iniciais, sendo desnecessária nova busca de publicações.

Quadro 1. Combinações de palavras-chave e o número de publicações encontradas.

| Busca com as palavras-chave | Google Acadêmico |
|--|------------------|
| perda água multicritério (hidrômetro <i>OR</i> “medidor de água”) (substituição <i>OR</i> troca) (submedição <i>OR</i> sub-mediação <i>OR</i> “erro de medição”) | 9 |
| water loss “water meter” (substitution <i>OR</i> replacement) (“multiple criteria” <i>OR</i> <i>multicriteria</i> <i>OR</i> <i>multi-criteria</i> <i>OR</i> “several criteria” <i>OR</i> <i>multicriterial</i>) | 273 |

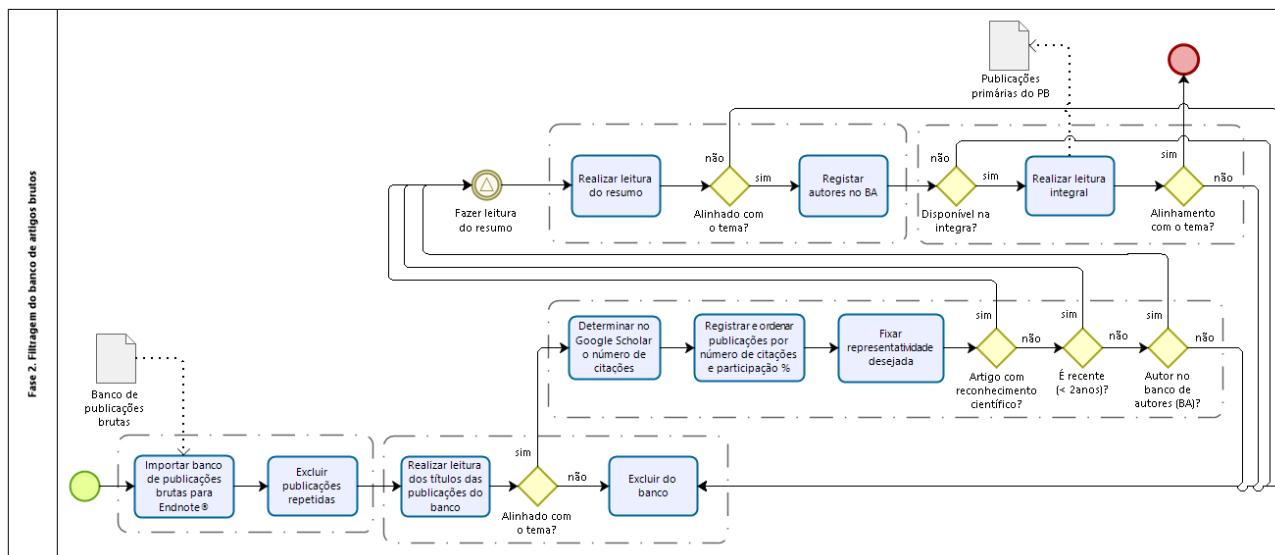
FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

3.1.2 Fase 2: Filtragem do banco de artigos brutos

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o fluxo de processos para essa fase. É proposto a filtragem do banco de artigos bruto quanto aos seguintes aspectos (ENSSLIN; ENSSLIN; PINTO, 2013): (i) redundância (exclusão das publicações repetidas); (ii) alinhamento dos títulos das

publicações com o tema (exclusão de títulos não alinhados); (iii) reconhecimento científico das publicações; (iv) alinhamento dos resumos das publicações ao tema de pesquisa; e, (v) disponibilidade das publicações na íntegra nas bases de dados.

FIGURA 4. FLUXO DE PROCESSO DA FASE 2: FILTRAGEM DO BANCO DE ARTIGOS BRUTOS.



FONTE: ADAPTADO DE ENSSLIN ET AL. (2010).

Para realização da filtragem quanto à redundância, alinhamento dos títulos e alinhamento dos resumos, sugere-se o uso do gerenciador bibliográfico *Endnote®* 20. Para a verificação do reconhecimento científico, a consulta no *Google Scholar* foi realizada para levantamento do número de citações de cada publicação.

É sugerida a criação de uma planilha, na qual as publicações, selecionadas quanto ao atendimento do alinhamento do título, devem ser ordenadas de forma decrescente quanto ao número de citações. Em seguida, deve ser realizada a seleção das publicações que possuam o valor do somatório de suas citações dentro de um percentual de 80% da participação acumulada total de citações. Ou seja, elaborar um gráfico de Pareto com eixo y representando o somatório de citações de cada publicação e selecionar apenas as publicações que ocupem os 80% mais significativos. Para essas publicações, extraíram-se os autores para o Banco de Autores (BA).

Para as publicações com reconhecimento científico a confirmar, é necessário realizar uma reanálise, aceitando-se a inclusão de publicações recentes (menos de dois anos) cujo título e resumo estavam alinhados ao tema e/ou com autores presentes no BA.

Para finalizar, deve ser verificado o alinhamento das publicações na íntegra com o tema da pesquisa, sugere-se a leitura integral de todas essas publicações. Após essa leitura, devem ser excluídas as que não estão alinhadas ao tema.

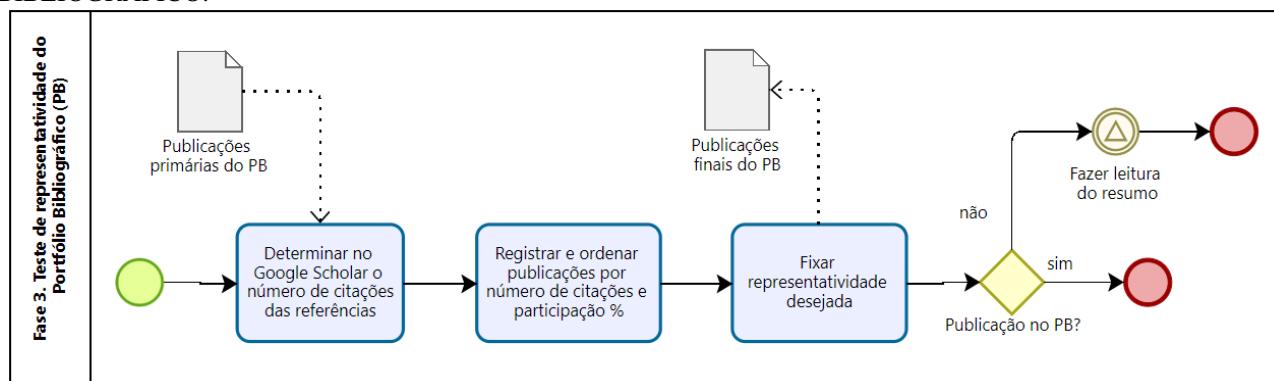
A execução da fase 2 é descrita a seguir:

- Realizar a filtragem de artigos brutos: Nessa fase, que ocorre após o teste de aderência, foi iniciada com a análise de 282 (duzentos e oitenta e duas) publicações, excluindo as repetidas. Em seguida, foi feita as leituras dos títulos e encontradas 100 (cem) publicações alinhadas ao tema, depois verificou-se o reconhecimento científico das publicações, por meio do número de citações de cada publicação no *Google Scholar*, sendo selecionadas 29 (vinte e nove) publicações que se encontram entre as 80% mais significativas. Depois, foi identificado 19 (dezenove) publicações com alinhamento dos resumos ao tema, apenas uma única publicação não estava disponível na íntegra na base de dados, assim, foi realizada a leitura na íntegra das 18 (dezento) publicações restantes e identificadas que todas estão alinhadas com o tema descrito como objetivo geral.

3.1.3 Fase 3: Teste de representatividade do Portfólio Bibliográfico (PB)

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o fluxo de processos para essa fase. Esta fase consiste em analisar todas as referências das publicações do PB na busca de publicação relevante à pesquisa que pudesse ser incorporado a ele. Deve ser realizada restrição temporal e tipo de publicação. Sugere-se o uso do gerenciador bibliográfico *Endnote® 20* para listar as referências.

FIGURA 5. FLUXO DE PROCESSO DA FASE 3: TESTE DE REPRESENTATIVIDADE DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO.



FONTE: ADAPTADO DE ENSSLIN ET AL. (2010).

Segundo Kusterko (2015), o Portfólio Bibliográfico é o conjunto restrito de publicações om reconhecimento e destaque científico, com título, resumo e conteúdo completo, alinhados com um determinado tema segundo a percepção e delimitações de um pesquisador.

A execução da fase 3 é descrita a seguir:

- Testar a representatividade do Portfólio Bibliográfico: Nessa fase, foi identificado 26 (vinte e seis) publicações, a partir da análise das referências das publicações identificadas na fase anterior, alinhadas ao tema, segundo a percepção e as delimitações do autor desta pesquisa, assim, foram somados as 18 (dezito) publicações da fase anterior, totalizando 44 (quarenta e quatro) publicações do PB conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Sendo assim, finalizado a construção do referencial teórico e permitindo a análise bibliométrica.

Quadro 2. Publicações do Portfólio Bibliográfico (PB).

| Nº | Descrição do PB |
|----|---|
| 1 | ARREGUI, F. J.; CABRERA, E.; COBACHO, R.; GARCÍA-SERRA, J. <i>Key factors affecting water meter accuracy</i> . In: <i>Proceedings of the IWA Leakage 2005 Conference</i> , 2005. |
| 2 | ARREGUI, F. J.; CABRERA, E.; COBACHO, R.; GARCIA-SERRA, J. <i>Reducing Apparent Losses Caused by Meters Inaccuracies</i> . <i>Water Practice & Technology</i> , v. 1, n. 4, 2006. p. 1-8 |
| 3 | ARREGUI, F. J.; COBACHO, R.; CABRERA, E.; ESPERT, V. <i>Graphical Method to Calculate the Optimum Replacement Period for Water Meters</i> . <i>Journal of Water Resources Planning and Management</i> , v. 137, n. 1, 2011. p. 143-146 |
| 4 | ARREGUI, F. J.; COBACHO, R.; SORIANO, J.; GARCÍA-SERRA, J. <i>Calculating the optimum level of apparent losses due to water meter inaccuracies</i> . In: <i>Proceedings of the IWA Water Loss 2010 Conference</i> , 2010. p. 6-9 |
| 5 | ARREGUI, F. J.; GAVARA, F.; SORIANO, J.; PASTOR-JABALOYES, L. <i>Performance Analysis of Ageing Single-Jet Water Meters for Measuring Residential Water Consumption</i> . <i>Water</i> , v. 10, n. 5, 2018. |
| 6 | ARREGUI, F. J.; MARTINEZ, B.; SORIANO, J.; PARRA, J. <i>Tools for improving decision making in water meter management</i> . In: <i>Proceedings of the IWA Water Loss 2009 Conference</i> , 2009. p. 225-232 |
| 7 | ARREGUI, F. J.; PARDO, M.; SORIANO, J.; PARRA, J. <i>Quantification of meter errors of domestic users: a case study</i> . In: <i>Proceedings of the IWA Water Loss 2007 Conference</i> , v. 2, 2007. p. 23-26 |
| 8 | BEZERRA, F. C. F. <i>Redução de Perdas Através do Gerenciamento da Hidrometria na Unidade Oeste de Fortaleza pelo Sistema de Controle de Perdas</i> . 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2019. |
| 9 | BORGES, E. J. B. <i>Análise da micromedição do volume de água potável domiciliar e sua influência no cálculo das perdas no sistema de distribuição</i> . 2007. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2007. |
| 10 | CORDEIRO, C.; BORGES, A.; RAMOS, M. R. <i>A strategy to assess water meter performance</i> . <i>Journal of Water Resources Planning and Management</i> , v. 148, n. 2, 2022. p. 05021027 |
| 11 | COUVELIS, F.; VAN ZYL, J. <i>Apparent losses due to domestic water meter under-registration in South Africa</i> . <i>Water SA</i> , v. 41, n. 5, 2015. p. 698-704 |
| 12 | CRIMINISI, A.; FONTANAZZA, C. M.; FRENI, G.; LA LOGGIA, G. <i>Evaluation of the apparent losses caused by water meter under-registration in intermittent water supply</i> . <i>Water Science & Technology</i> , v. 60, n. 9, 2009. p. 2373-2382 |
| 13 | DAVIS, S. <i>Residential Water Meter Replacement Economics</i> . In: <i>Proceedings of the IWA Leakage 2005 Conference</i> , 2005. |
| 14 | DE MARCHIS, M.; FONTANAZZA, C. M.; FRENI, G.; LA LOGGIA, G. et al. <i>A mathematical model to evaluate apparent losses due to meter under-registration in intermittent water distribution networks</i> . <i>Water Science & Technology: Water Supply</i> , v. 13, n. 4, 2013. p. 914-923 |
| 15 | DEPEXE, M. D.; GASPARINI, R. R. <i>Determinação de taxas anuais de redução da eficiência da medição de hidrômetros</i> . 23º Encontro Técnico AESABESP, 2012. |
| 16 | FANTOZZI, M. <i>Reduction of customer meters under-registration by optimal economic replacement based on meter accuracy testing programme and unmeasured flow reducers</i> . In: <i>Proceedings of the IWA Water Loss 2009 Conference</i> , 2009a. p. 233-239. |
| 17 | FANTOZZI, M.; CRIMINISI, A.; FONTANAZZA, C. M.; FRENI, G. et al. <i>Investigations into under-registration of customer meters in Palermo (Italy) and the effect of introducing Unmeasured Flow Reducers</i> . In: <i>Proceedings of the IWA Water Loss 2009 Conference</i> , 2009b, p. 589-595. |
| 18 | FERREOL, E. <i>How to measure and reduce water meter park efficiency?</i> In: <i>Proceedings of the IWA Leakage 2005 Conference</i> , 2005. |

| | |
|----|--|
| 19 | FONTANAZZA, C. M.; FRENÍ, G.; LA LOGGIA, G.; NOTARO, V. et al. <i>A composite indicator for water meter replacement in an urban distribution network.</i> <i>Urban Water Journal</i> , v. 9, n. 6, 2012. p. 419-428 |
| 20 | FONTANAZZA, C. M.; NOTARO, V. P.; PULEO, V.; FRENÍ, G. <i>Effects of network pressure on water meter under-registration: An experimental analysis.</i> <i>Drinking Water Engineering and Science Discussions</i> , v.6, 2013. p. 119-149 |
| 21 | FONTANAZZA, C. M.; NOTARO, V.; PUЛЕO, V.; FRENÍ, G. <i>The apparent losses due to metering errors: a proactive approach to predict losses and schedule maintenance.</i> <i>Urban Water Journal</i> , v. 12, n. 3, 2015. p. 229-239 |
| 22 | HERNÁNDEZ-GARCÍA, A.; BAZÁN, L. A.; VALERA-TALAVERA, O.; ARREGUI, F. J. <i>Desarrollo de un modelo económico para la gestión de contadores de agua instalados en batería en redes de abastecimiento.</i> <i>Ingeniería del agua</i> , v. 24, n. 1, 2020. p. 1 |
| 23 | HOVANY, L. <i>Error in Water Meter Measuring Due to Shorter Flow and Consumption Shorter Than the Time the Meter was Calibrated.</i> <i>InTech</i> , 2012. |
| 24 | KANG, D.; LANSEY, K. <i>Optimal Meter Placement for Water Distribution System State Estimation.</i> <i>Journal of Water Resources Planning and Management</i> , v. 136, n. 3, 2010. p. 337-347 |
| 25 | MBABAZI, D.; BANADDA, N.; KIGGUNDU, N.; MUTIKANGA, H. et al. <i>Determination of domestic water meter accuracy degradation rates in Uganda.</i> <i>Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA</i> , v. 64, n. 4, 2015. p. 486-492 |
| 26 | MOAHLOLI, A.; MARNEWICK, A.; PRETORIUS, J. <i>Domestic water meter optimal replacement period to minimize water revenue loss.</i> <i>Water SA</i> , 45, n. 2, 2019. |
| 27 | MONEDERO, I.; BISCARRI, F.; GUERRERO, J. I.; PEÑA, M. et al. <i>Detection of Water Meter Under-Registration Using Statistical Algorithms.</i> <i>Journal of Water Resources Planning and Management</i> , v. 142, n. 1, 2016. |
| 28 | MUKHEIBIR, P.; STEWART, R. A.; GIURCO, D.; O'HALLORAN, K. <i>Understanding non-registration in domestic water meters: Implications for meter replacement strategies.</i> <i>Water</i> , 2012. |
| 29 | MUTIKANGA, H. E. <i>Decision Support Tool for Optimal Water Meter Replacement.</i> <i>UNESCO-IHE Institute for Water Education</i> , 2011. |
| 30 | MUTIKANGA, H. E.; SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K. <i>Investigating water meter performance in developing countries: A case study of Kampala, Uganda.</i> <i>Water SA</i> , v. 37, n. 4, 2011. |
| 31 | MUTIKANGA, H. E.; SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K. <i>Methods and Tools for Managing Losses in Water Distribution Systems.</i> <i>Journal of Water Resources Planning and Management</i> , v. 139, n. 2, 2013. p. 166-174 |
| 32 | PEREIRA, L. G.; ILHA, M. <i>Avaliação da submedição de água em edificações residenciais de interesse social localizadas em Campinas.</i> <i>Ambiente Construído</i> , v. 8, n. 2, 2006. p. 7-21 |
| 33 | PEREIRA, R. A.; DA SILVA, M. D. L.; BRITO, V. F.; DA SILVEIRA, V. B. et al. <i>Aplicação de análise multicritério para priorização de troca de hidrômetros no município de São Caetano do Sul-SP, com ênfase na redução de perdas e nas recuperação de receita.</i> 28º Encontro Técnico AESABESP, 2016. |
| 34 | PULEO, V.; FONTANAZZA, C. M.; NOTARO, V.; DE MARCHIS, M. et al. <i>Definition of Water Meter Substitution Plans based on a Composite Indicator.</i> <i>Procedia Engineering</i> , v. 70, 2014. p. 1369-1377 |
| 35 | RIZZO, A.; CILIA, J. <i>Quantifying meter under-registration caused by the ball valves of roof tanks.</i> In: <i>Proceedings of the IWA Leakage 2005 Conference</i> , 2005. |
| 36 | SCALIZE, P. S.; LEITE, W. C. D. A.; CAMPOS, M. A. S. <i>Substituição racional de hidrômetros em sistemas de abastecimento de água.</i> REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 9, n. 3, 2014. |
| 37 | SHIELDS, D. J.; BARFUSS, S. L.; JOHNSON, M. C. <i>Revenue recovery through meter replacement.</i> <i>Journal AWWA - American Water Works Association</i> , v. 104, n. 4, 2012. p. E252-E259 |
| 38 | SILVA, C. M.; PÁDUA, V. L. D.; BORGES, J. M. <i>Contribution to the Study of Measures for the Reduction of Apparent Water Loss in Urban Areas.</i> <i>Ambiente & Sociedade</i> , v. 19, n. 3, 2016. p. 249-268 |
| 39 | STOKER, D. M.; BARFUSS, S. L.; JOHNSON, M. C. <i>Flow measurement accuracies of in-service residential water meters.</i> <i>Journal AWWA - American Water Works Association</i> , v. 104, n. 12, 2012. p. E637-E642. |
| 40 | SZILVESZTER, S.; BELTRAN, R.; FUENTES, A. <i>Performance analysis of the domestic water meter park in water supply network of Ibarra, Ecuador.</i> <i>Urban Water Journal</i> , v. 14, n. 1, 2017. p. 85-96 |
| 41 | TABESH, M. et al. <i>Prioritization of non-revenue water reduction scenarios using a risk-based group decision-making approach.</i> <i>Stochastic Environmental Research and Risk Assessment</i> , v. 34, 2020. p. 1713-1724 |

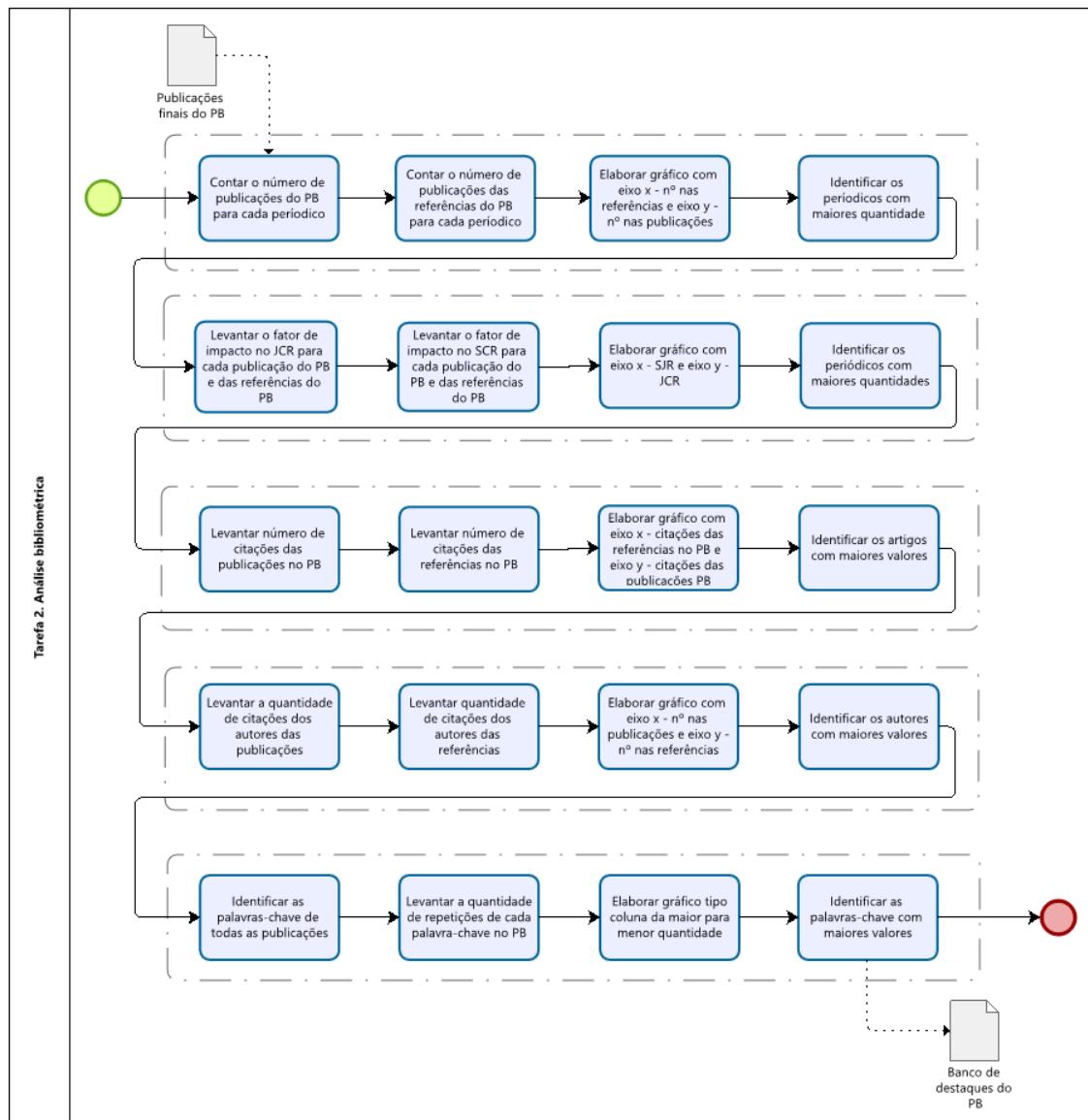
| | |
|----|---|
| 42 | TEODORO, M. F.; ANDRADE, M. A. P.; FERNANDES, S.; CARRIÇO, N. <i>Water Meters Inaccuracies Registrations: A First Approach of a Portuguese Case Study. Computational Science and Its Applications – ICCSA 2020</i> , 2020. p. 429–445 |
| 43 | XIN, K.; TAO, T.; LU, Y.; XIONG, X. et al. <i>Apparent Losses Analysis in District Metered Areas of Water Distribution Systems. Water Resources Management</i> , v. 28, n. 3, 2014. p. 683-696 |
| 44 | YILMAZ, S. et al. <i>Identification of the priority regions in the customer water meters replacement using the AHP and ELECTRE methods. Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences</i> , v. 39, n. 4, 2021. p. 331-342 |

FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

3.2 TAREFA 2. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Consiste na contagem de ocorrência de determinadas variáveis (características) nas publicações finais do Portfólio Bibliográfico, para quantificar as informações existentes e mapear a estrutura do conhecimento de um campo científico, servindo, também, para construir o conhecimento inicial nos pesquisadores, de tal forma que saibam onde buscar informações sobre o tema (ENSSLIN; ENSSLIN; PACHECO, 2012). A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o fluxo de processos para essa tarefa.

FIGURA 6. FLUXO DE PROCESSO DA TAREFA 2: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.

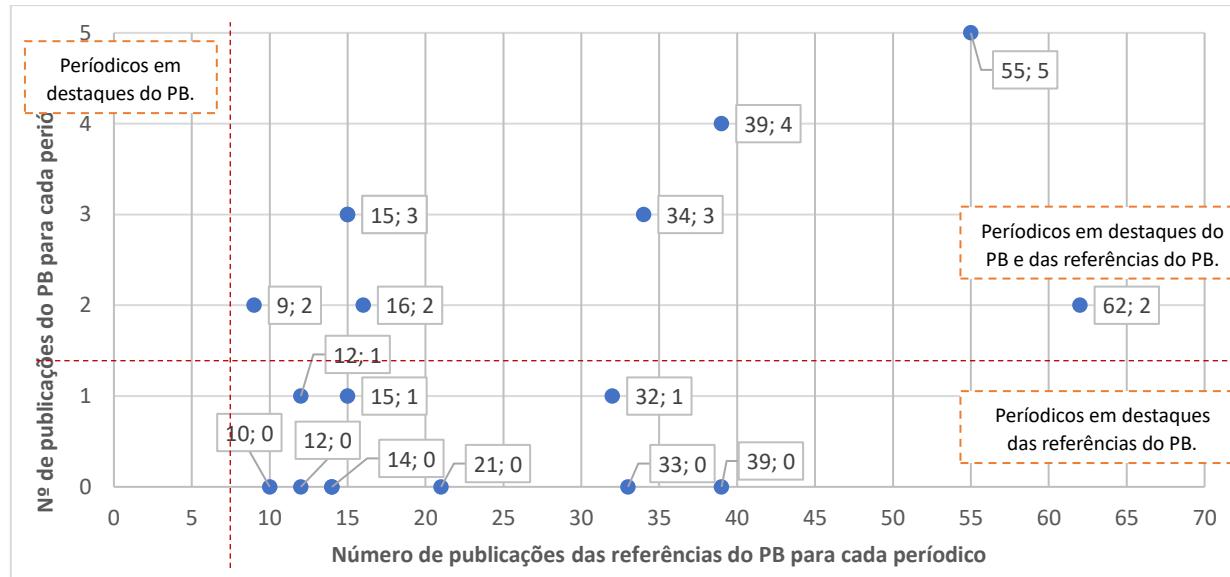


FONTE: ADAPTADO DE ENSSLIN ET AL. (2010).

A execução da tarefa 2 é iniciada conforme a seguir:

- Foram realizadas a contagem do número de publicações do PB e de suas respectivas referências para cada periódico;
- Foi elaborado o **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e identificado os periódicos em destaque, sendo apresentado no **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Para evidenciar os critérios do PB em relação as suas referências, foram traçadas uma linha vertical e uma linha horizontal na cor vermelha, dividindo o gráfico cartesiano em quadrantes, permitindo a identificação dos destaque.

GRÁFICO 1. PERIÓDICOS E CONFERÊNCIAS EM DESTAQUE NO PB E DAS SUAS RESPECTIVAS REFERÊNCIAS.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Quadro 3. Periódicos e conferências em destaque no PB e das suas respectivas referências.

| Periódico / Conferência | PB | Referências |
|---|----|-------------|
| <i>Journal AWWA</i> | 2 | 62 |
| <i>Journal of Water Resources Planning and Management</i> | 5 | 55 |
| <i>IWA 'Leakage 2005' Conference</i> | 4 | 39 |
| <i>Water Supply</i> | 0 | 39 |
| <i>Urban Water Journal</i> | 3 | 34 |
| <i>IWA Publishing</i> | 0 | 33 |
| <i>Water Resources Management</i> | 1 | 32 |
| <i>ISO</i> | 0 | 21 |
| <i>Water Practice and Technology</i> | 2 | 16 |
| <i>5th IWA Water Loss Reduction Specialist Conference</i> | 3 | 15 |
| <i>Water S.A.</i> | 3 | 15 |
| <i>4th IWA Water Loss Reduction Specialist Conference</i> | 1 | 15 |
| <i>Elsevier Science & Technology Books</i> | 0 | 14 |
| <i>Water and Environment Journal</i> | 0 | 14 |

FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

É possível observar que a maioria dos periódicos e das conferências de destaque apresentados no **Erro! Fonte de referência não encontrada.** estão relacionados aos assuntos “água” ou “perdas de água”, ambos palavras-chave do tema de pesquisa. Os periódicos em destaque são “*Journal AWWA*” e “*Journal of Water Resources Planning and Management*” em relação ao PB e suas respectivas referências.

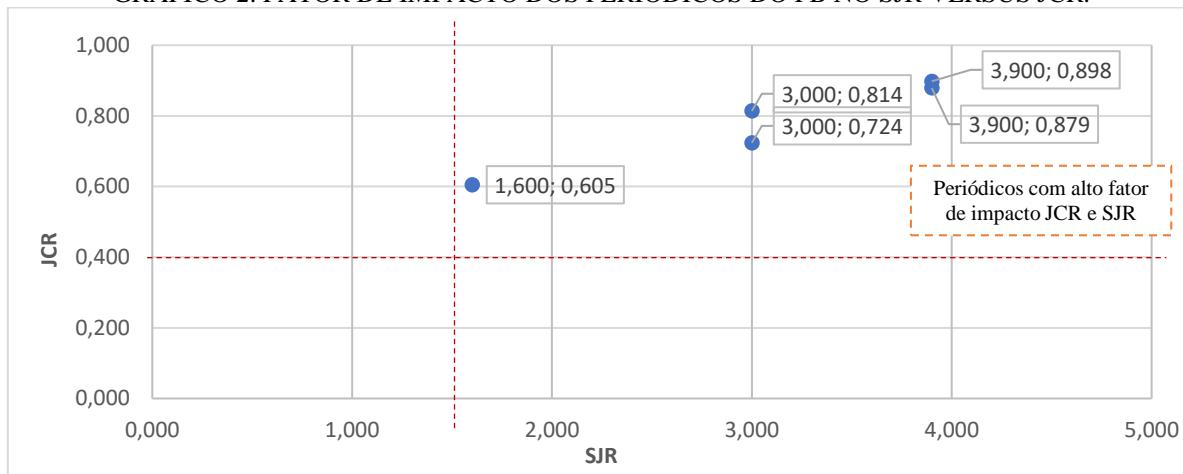
Em seguida, a execução da tarefa 2 é continuada:

- Foi realizado o levantamento do fator de impacto para cada periódico e conferência do PB nas bases do *Journal Citation Reports* (JCR) e *Scimago Journal & Country Rank* (SJR). O fator de impacto do JCR utiliza o *Journal Impact Factor* (JIF), que é uma métrica de nível de periódico

calculada a partir de dados indexados na *Web of Science Core Collection*. O fator de impacto do SJR é uma medida de influência científica de periódicos que contabiliza tanto o número de citações recebidas por um periódico quanto a importância ou prestígio dos periódicos de onde vêm tais citações.

- Foi elaborado o **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e foi identificado os periódicos e conferências de destaques, sendo esses apresentados no **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

GRÁFICO 2. FATOR DE IMPACTO DOS PERIÓDICOS DO PB NO SJR VERSUS JCR.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Quadro 4. Fator de impacto dos periódicos do PB no SJR e JCR.

| Período | ISSN | SJR | JCR |
|---|-----------|-------|-------|
| Water Resources Management | 0920-4741 | 0,898 | 3,900 |
| Stochastic Environmental Research and Risk Assessment | 1436-3240 | 0,879 | 3,900 |
| Journal of Water Resources Planning and Management | 0733-9496 | 0,814 | 3,000 |
| Water | 2073-4441 | 0,724 | 3,000 |
| Urban Water Journal | 1573-062X | 0,605 | 1,600 |
| Water Resources Management | 0920-4741 | 0,898 | 3,900 |

FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

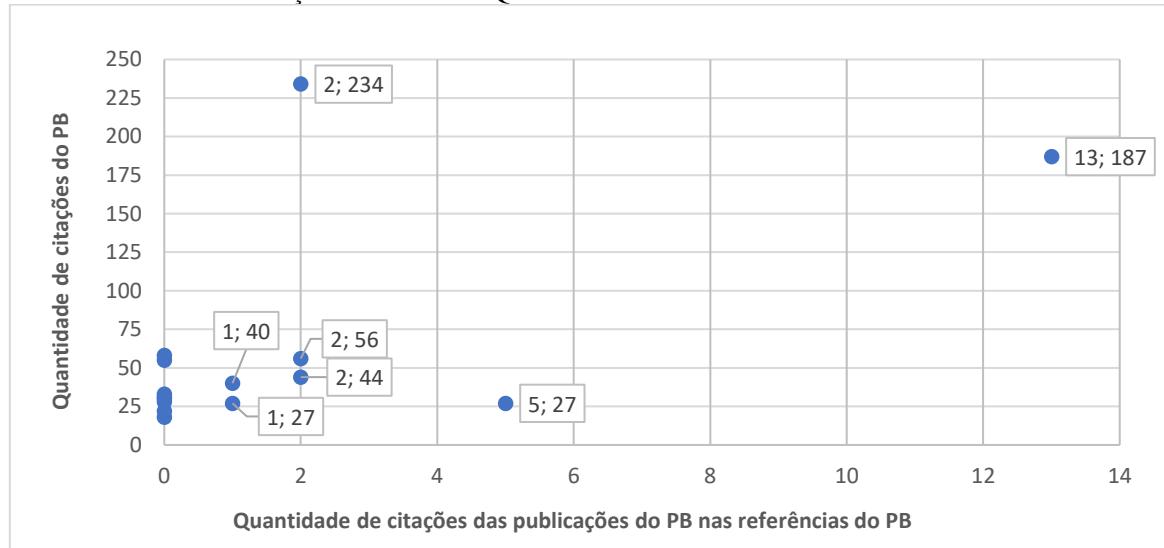
É possível observar que os periódicos com maiores fatores de impacto são “*Water Resources Management*” e “*Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*”.

A tarefa 2 é continuada:

- Foi realizado o levantamento da quantidade de citações das publicações do PB na base do *Google Scholar*, logo em seguida, foi contado o número de vezes que cada publicação do PB foi referenciada no PB, sendo os resultados apresentados no **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

- Foi elaborado o **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, que apresenta as publicações com maiores quantidades de citações das publicações do PB (eixo y) e do quantitativo de citações de cada publicação do PB nas referências do PB (eixo x).

GRÁFICO 3. PUBLICAÇÕES DE DESTAQUE NO PB E NAS SUAS RESPECTIVAS REFERÊNCIAS.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Quadro 5. Títulos das publicações em destaque na quantidade de citações do PB e nas referências do PB.

| Títulos das publicações | PB | Referências |
|---|-----|-------------|
| <i>Methods and Tools for Managing Losses in Water Distribution Systems</i> | 234 | 2 |
| <i>Evaluation of the apparent losses caused by water meter under-registration in intermittent water supply</i> | 187 | 13 |
| <i>Quantifying meter under-registration caused by the ball valves of roof tanks</i> | 58 | 0 |
| <i>Apparent Losses Analysis in District Metered Areas of Water Distribution Systems</i> | 56 | 2 |
| <i>Optimal Meter Placement for Water Distribution System State Estimation</i> | 55 | 0 |
| <i>The apparent losses due to metering errors: a proactive approach to predict losses and schedule maintenance</i> | 44 | 2 |
| <i>Apparent losses due to domestic water meter under-registration in South Africa</i> | 40 | 1 |
| <i>Residential Water Meter Replacement Economics</i> | 33 | 0 |
| <i>Domestic water meter optimal replacement period to minimize water revenue loss</i> | 31 | 0 |
| <i>Understanding non-registration in domestic water meters: Implications for meter replacement strategies</i> | 30 | 0 |
| <i>How to measure and reduce water meter park efficiency?</i> | 28 | 0 |
| <i>A mathematical model to evaluate apparent losses due to meter under-registration in intermittent water distribution networks</i> | 27 | 1 |

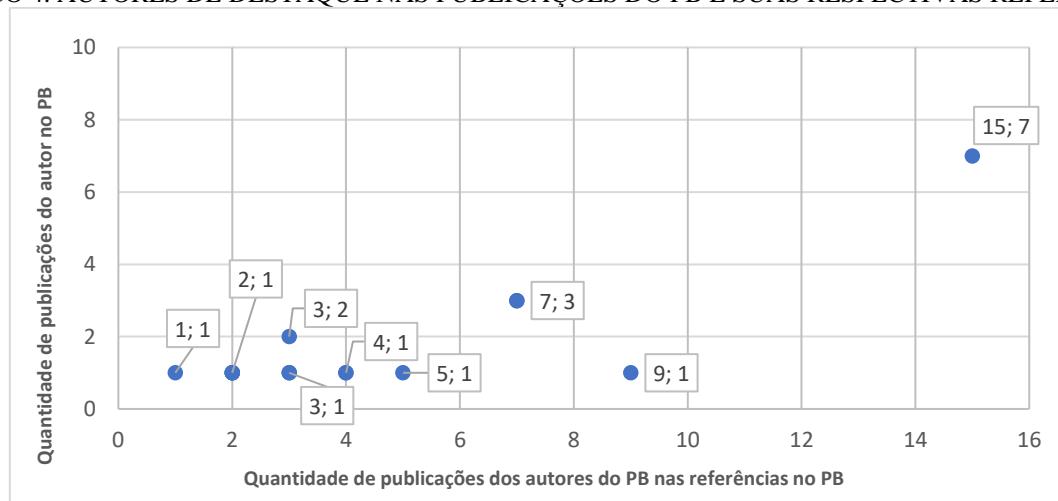
FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

O resultado obtido, permite afirmar que as publicações em destaque no PB são: “*Methods and Tools for Managing Losses in Water Distribution Systems*” e “*Evaluation of the apparent losses caused by water meter under-registration in intermittent water supply*”.

Seguiu-se a execução da tarefa 2:

- A contagem de publicações dos autores no PB foi realizada, em seguida, foi contado o número de vezes de publicações dos autores do PB nas referências no PB, sendo os resultados apresentados no **Erro! Fonte de referência não encontrada..**
- Foi elaborado o **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, que apresenta o quantitativo para os autores das publicações no PB (eixo y) e para os autores do PB nas referências no PB (eixo x).

GRÁFICO 4. AUTORES DE DESTAQUE NAS PUBLICAÇÕES DO PB E SUAS RESPECTIVAS REFERÊNCIAS.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

Quadro 6. Lista dos autores de destaque do PB e nas referências.

| Autores | PB | Referência |
|-------------------|----|------------|
| ARREGUI, F. J. | 7 | 15 |
| FONTANAZZA, C. M. | 3 | 7 |
| MUTIKANGA, H. E. | 3 | 7 |
| FANTOZZI, M. | 2 | 3 |
| FERREOL, E. | 1 | 9 |
| KANG, D. | 1 | 5 |
| DE MARCHIS, M. | 1 | 4 |
| TABESH, M. | 1 | 4 |
| MUKHEIBIR, P. | 1 | 3 |
| RIZZO, A. | 1 | 3 |
| COUVELIS, F. | 1 | 2 |
| CRIMINISI, A. | 1 | 2 |

FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

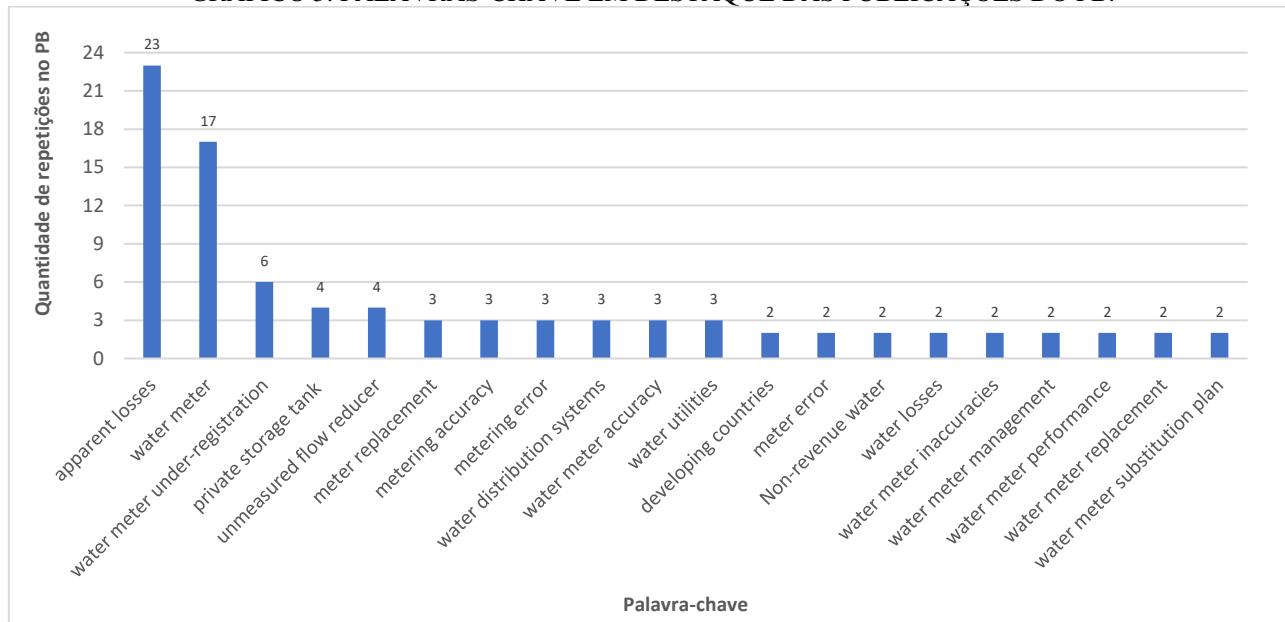
Os autores em destaque são ARREGUI, F. J. e FONTANAZZA, C. M. com 7 e 3 publicações no PB, respectivamente.

A tarefa 2 foi concluída com:

- A identificação, ajustes de sinônimos e contagem das palavras-chave de cada publicação do PB.
- Foi elaborado o **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, que apresenta as palavras-chave em destaque.

As palavras-chave em destaque são “*apparent losses*” e “*water meter*”, sendo, respectivamente a quantidade de 23 e 17 repetições entre as publicações no PB.

GRÁFICO 5. PALAVRAS-CHAVE EM DESTAQUE DAS PUBLICAÇÕES DO PB.



FONTE: PRÓPRIO AUTOR.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente a necessidade de gestão do conjunto de hidrômetros (ou parque de hidrômetros) utilizados pela concessionária, assim, proporcionando a melhoria da medição dos volumes consumidos de água. Normalmente, as correções são realizadas com a troca dos hidrômetros antigos por novos, porém os custos são elevados e as companhias de saneamento não possuem recursos financeiros suficientes para trocar a totalidade de hidrômetros instalados nos seus sistemas de abastecimento de água, exigindo que seja feita a priorização.

Neste cenário, os gestores das companhias precisam decidir quais os hidrômetros devem ser priorizados para a garantia da confiabilidade metrológica das medições. Para o sucesso dessa priorização, é fundamental que os responsáveis pela tomada de decisão conheçam o tempo de uso, a quantidade e o decaimento do volume consumido, perfil e categoria do imóvel que se encontra instalado o hidrômetro, a quantidade de contas não pagas, também avaliem outras possibilidades que

permitam a redução da submedição dos hidrômetros, diminuindo as perdas de água com aumento de faturamento.

Para o sucesso da escolha do conjunto de medidores, é aceitável o uso de soluções como sistema de apoio a decisão multicritério na priorização da troca de hidrômetros. Desta feita, este trabalho centrou na apresentação de um método para seleção das referências bibliográficas para compor um referencial teórico sobre o contexto estudado, que possibilitou analisar um conjunto de 282 publicações, divulgados entre os anos de 2005 e 2024, e finalizando com a geração do PB contendo 44 documentos conforme apresentados no **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

A seleção do PB nos permite afirmar que existe uma quantidade pequena de publicações que abordam o tema desta pesquisa. Sendo assim, o desenvolvimento de um sistema de apoio a decisão multicritério para troca de hidrômetros é algo que poderá oferecer uma contribuição científica e ajudar no aumento de faturamento e redução de perdas aparentes da Companhia, podendo contribuir para a sustentabilidade hídrica e financeira do setor de saneamento do Brasil.

Além desta seleção, o presente trabalho realizou uma análise bibliométrica, que consiste na contagem de ocorrência de determinadas variáveis (características) nas publicações do PB e suas respectivas referências. Com os resultados, é possível quantificar as informações existentes e mapear a estrutura do conhecimento de um campo científico sobre o tema desta pesquisa, assim, é possível saber quais são os principais periódicos, publicações, autores e palavras-chave, sendo:

- Períodos com maior número de publicações (períodos em destaque): “*Journal AWWA*” e “*Journal of Water Resources Planning and Management*”;
- Periódicos com maior fator de impacto do JCR e SJR: “*Water Resources Management*” e “*Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*”;
- Publicação com maior número de citações (publicações em destaque): “*Methods and Tools for Managing Losses in Water Distribution Systems*”;
- Autor com maior número de citações (autores em destaque): ARREGUI, F.J.; e, FONTANAZZA, C. M.
- Palavras-chaves com maior número de repetições (palavras-chave em destaque): “*apparent losses*” e “*water meter*”.

Os autores deste trabalho reiteram que a análise bibliográfica não tenta construir um referencial teórico em si, mas contribui para que estudos sobre o tema de pesquisa sejam baseados em um processo estruturado para a seleção e evidenciação das publicações, autores e periódicos mais relevantes e que suportarão o arcabouço teórico dos trabalhos acadêmicos e científicos futuros.

Sugere-se para futuras pesquisas: (a) a continuação desta pesquisa com o desenvolvimento das duas etapas faltantes do *Proknow-C*: análise sistêmica (análise de conteúdo do PB) e identificação de oportunidades científicas de pesquisa com a sugestão de perguntas de pesquisa e objetivos; e, (b) a replicação do processo para outros contextos a partir de busca em bases diversas disponibilizadas no portal da CAPES.

REFERÊNCIAS

ALAVI, M.; CARLSON, P. A review of MIS research and disciplinary development. *Journal of Management Information Systems*, v. 8, n. 4, 1992. p. 45-62.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Comunicação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Missão e objetivos. Disponível em: <<http://www-periodicos-capes-gov-br.ez16.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em: 07 de dez. de 2024.

COSTA NETO, E. F.; DE LIMA, M.; ROLIM, T. L. Calibração de hidrômetro para água fria de vazão nominal de 1,5 m³/h. *Revista de Engenharia Sanitária Ambiental*, 2021.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; LACERDA, R. T. O.; TASCA, J. E. ProKnow-C, Knowledge Development Process-Constructivist. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil. 2010.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; PACHECO, G. C. Um estudo sobre segurança em estádios de futebol baseado na análise da literatura internacional. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 17, n.2, 2012. p. 71-91.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; PINTO, H. de M. Processo de investigação e Análise bibliométrica: Avaliação da Qualidade dos Serviços Bancários. *RAC – Revista de Administração Contemporânea*, v.17, n. 3, 2013. p. 325-349.

FONTANAZZA, C. M.; NOTARO, V.; PULEO, V.; FRENI, G. The apparent losses due to metering errors: a proactive approach to predict losses and schedule maintenance. *Urban Water Journal*, v. 12, n. 3, 2015. p. 229-239

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008

KUSTERKO, S. K. Avaliação de desempenho para apoiar a gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água fundamentada na metodologia multicritério de apoio à decisão construtivista. 2015. 360 p. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015

LAMBERT, A.; HIRNER, W. *Losses from water supply systems: Standard terminology and recommended performance measures*. Londres: IWA, The Blue Pages, 2000.

RICHARDSON, R. J. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2017

RIZZO, A.; VERMERSCH, M.; St. JOHN, S. G.; MICALLEF, G.; RIOLO, S.; PACE, R. Apparent water loss control: The way forward. 2007

SZILVESZTER, S.; BELTRAN, R.; FUENTES, A. Performance analysis of the domestic water meter park in water supply network of Ibarra, Ecuador. *Urban Water Journal*, v. 14, n. 1, 2017. p. 85-96