SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADA A SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM APPLIED TO WATER SUPPLY SYSTEMS: AN INTEGRATIVE SYSTEMATIC REVIEW

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICADO A SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA INTEGRADORA

https://doi.org/10.56238/rcsv7n1-001

Data de submissão: 01/06/2021 **Data de aprovação**: 01/07/2021

Adjair Altobelle Rufino Oliveira
E-mail: adjair1010@gmail.com

Ana Benildes Campos Galindo
E-mail: ana.benildes@hotmail.com

Eduardo Silva Laranjeira dos Santos
E-mail: eduardosantos5421@gmail.com

Sérgio Matheus Inácio Souza
E-mail: matheus_peu10hotmail.com

Thainá Marques Gonçalves
E-mail: thainagmarques@hotmail.com

Eduardo Cabral da Silva
E-mail: eduardo.csilva@professores.unifavip.edu.br

RESUMO
Os sistemas de abastecimento de águas são fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico e, consequentemente, melhoria da qualidade de vida da população. O gerenciamento dos recursos hídricos e projetos sustentáveis e gerenciáveis são fundamentais para melhorar a otimização desses sistemas. Nesse sentido, surge o seguinte questionamento: quais as melhorias que o Sistema de Informação Geográfica pode trazer para os sistemas de abastecimento de águas? O presente trabalho busca, por meio de uma revisão sistemática integrativa, reunir trabalhos para verificar quais os impactos da utilização do SIG em sistemas de abastecimento de águas. As pesquisas foram realizadas nas bibliotecas do Periódicos CAPES e Scielo. Os resultados comprovam que com o auxílio das ferramentas de SIG, podem ser construídos indicadores para uma melhor avaliação do desempenho dos SAAs, com a finalidade avaliar o uso da ferramenta e sua organização quanto a espacialização de dados que facilitam a visualização dos problemas, auxiliando na tomada de decisão na concessionária de saneamento, além de ajudar a evitar e diminuir os eventuais gastos.

Palavras-chave: Abastecimento. Sustentabilidade. Gerenciamento. Avaliação de Desempenho.

ABSTRACT
Water supply systems are fundamental to socioeconomic development and, consequently, to improving the population's quality of life. Water resource management and sustainable, manageable projects are essential to improving the optimization of these systems. Therefore, the following question arises: what improvements can Geographic Information Systems bring to water supply systems? This study,

through an integrative systematic review, seeks to gather studies to determine the impacts of using GIS in water supply systems. The research was conducted in the CAPES and Scielo journal libraries. The results demonstrate that, with the help of GIS tools, indicators can be constructed to better assess the performance of water supply systems. The aim is to evaluate the use of the tool and its organization regarding data spatialization, facilitating the visualization of problems, aiding decision-making within the sanitation utility, and helping to avoid and reduce potential costs.

Keywords: Supply. Sustainability. Management. Performance Evaluation.

RESUMÉN

Los sistemas de abastecimiento de agua son fundamentales para el desarrollo socioeconómico y, en consecuencia, para mejorar la calidad de vida de la población. La gestión de los recursos hídricos y los proyectos sostenibles y gestionables son esenciales para optimizar estos sistemas. Por lo tanto, surge la siguiente pregunta: ¿qué mejoras pueden aportar los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a los sistemas de abastecimiento de agua? Este estudio, mediante una revisión sistemática integradora, busca recopilar estudios para determinar los impactos del uso de SIG en los sistemas de abastecimiento de agua. La investigación se realizó en las bibliotecas de revistas CAPES y Scielo. Los resultados demuestran que, con la ayuda de herramientas SIG, se pueden construir indicadores para evaluar mejor el desempeño de los sistemas de abastecimiento de agua. El objetivo es evaluar el uso de la herramienta y su organización en cuanto a la espacialización de los datos, facilitando la visualización de problemas, facilitando la toma de decisiones dentro de la empresa de saneamiento y ayudando a evitar y reducir costos potenciales.

Palabras clave: Abastecimiento. Sostenibilidad. Gestión. Evaluación del Desempeño.

1 INTRODUÇÃO

O sistema de abastecimento de águas - SAA é um dos principiais serviços de utilidade pública e constitui um pilar do saneamento básico. Seu bom funcionamento tem grande importância para a melhoria da qualidade de vida da população, influenciando nos processos de desenvolvimento socioeconômicos, abrangendo assim, os setores de educação, turismo, produtividade e valorização imobiliária (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

A crescente demanda por água, principalmente das áreas urbanas, exige um melhor gerenciamento dos recursos hídricos pelas companhias, assim como, requer o desenvolvimento de projetos de SAA mais sustentáveis e gerenciáveis, com emprego de automatização e do Sistema de Informação Geográfica - SIG.

As ferramentas de análise e operação são de extrema eficiência para a manipulação do SIG, pois permite a compreensão de leitura, seja de grandes ou pequenas quantidade de dados que buscam fornecer resultados precisos na resolução dos conflitos e auxiliando na gestão integrada do sistema de abastecimento (SANTOS e PEREIRA, 2016).

Visando essa premissa, a utilização de ferramentas computacionais utilizados com modelos hidráulicos busca padronizar de forma geral os procedimentos e dar uma maior contribuição nos processos de operação, análise, planejamento com tomada de decisão no sistema de distribuição de água, dando uma solução mais viável para os complexos problemas de planejamento. (MUNDOGEO, 2018).

Atualmente pode se observar que muitas empresas de saneamento estão realizando pequenos experimentos com o geoprocessamento, antes de pensar na implantação definitiva dos SIG's, para ter informações praticas sobre essa nova tecnologia, analisando a viabilidade das funções de um SIG em um sistema de distribuição de água.

Diante do exposto, levanta-se a questão: quais as melhorias que o Sistema de Informação Geográfica pode trazer para o SAAs? Como hipótese, tem-se que diversos benefícios em termos de gestão de recursos hídricos serão alcançados, assim como, melhor gestão de operação dos SAAs.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os impactos da implantação do SIG nos SAAs por meio de uma revisão sistemática integrativa.

2 METODOLOGIA

Para a revisão bibliográfica do presente trabalho foi adotada uma revisão sistemática integrativa que teve como base as buscas nas bibliotecas Periódico CAPES e Scielo, seguindo as etapas descritas no Quadro 1.

A partir da definição do tema, foi selecionada a pergunta norteadora, a escolha da estratégia de busca, os descritores e as bases de dados que apresentaram resultados mais expressivos. Na busca, foram utilizados os descritores SIG, abastecimento e saneamento conjugadas pelo operador booleano "And" para o levantamento das publicações. Posteriormente, foi definida a escolha dos critérios de inclusão e exclusão. Também foi analisada a identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados através da leitura dos agentes indexadores das publicações de artigos publicados entre os anos de 2015 e 2021, como resumo, palavras-chave e título, bem como organização dos estudos pré-selecionados e identificação dos estudos selecionados.

Com a categorização dos estudos selecionados, foi feita uma elaboração e uso da matriz de síntese, além de análise das informações, formação de uma biblioteca individual e avaliação crítica dos estudos selecionados; para isso essa análise consistiu em fazer a interpretação e discussão dos resultados; apresentando para a revisão um formato de artigo, o qual contemple propostas para estudos futuros.

Sendo assim, os quadros apresentados neste artigo demostraram as etapas da revisão abrangente do sistema e os resultados obtidos diante da pesquisa.

QUADRO 1 - DETALHAMENTO DAS ETAPAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA

ETAPA	TÓPICOS DE CADA ETAPA	DETALHAMENTO DE CADA TÓPICO		
1ª	Tema	Sistema de Informação Geográfica aplicada a SAA		
	Pergunta norteadora	Quais as melhorias que o Sistema de Informação Geográfica pode trazer para o SAA?		
	Objetivo geral	Demonstrar através de discussões os pontos positivos e negativos do sistema de informação geográfica aplicada no SAA		
	Estratégias de busca	1. Cruzamento de descritores por meio do operador booleano AND; 2. Uso de aspas nos politermos (descritor com mais de um termo) para que a varredura de artigos científicos contemplasse o termo exato; 3. Uso de descritores estruturados (codificação) no DECS ou MESH; 4. Uso de metadados (filtros) nas bibliotecas virtuais;		
	Bancos de terminologias	Banco	Link	
		DeSC	http://decs.bvs.br/	
		MeSH	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh	
	Descritores livres e estruturados	Descritor	DeCS (Registro)	MeSH (Identificador Único)
		SIG	37724	D040362
		Abasteciment o	15285	D014881
		Saneamento	32546	DDCS032546
	String de busca	SIG And Abastecimento Abastecimento de água And Indicadores de desempenho Sistema de informação geográfica And Abastecimento And Água SIG And SAA		
	Bibliotecas Virtuais	Biblioteca	Link	
		Scielo Periódicos da CAPES	http://www.scielo.br/ https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php?	
2ª	Período de coleta dos dados	11/05/2021 a 15/05/2021		
	Critérios de inclusão	1. Artigos (artigo científicos e free). 2. Publicação (2015-2020).		
	Critérios de exclusão	1. Artigos que não contemplam a temática		
3ª	Número de trabalhos selecionados para revisão sistemática integrativa a partir da leitura dos agentes indexadores das publicações (tema, descrição, ementa).	10		
4ª	Categorias obtidas com a análise dos documentos investigados *online* gratuitos e de livre acesso	4		
5ª	Análise, interpretação e discussão dos resultados	Ver em "Resultados e Discussão"		
6ª	Apresentação da revisão em formato de artigo, o qual contemple propostas para estudos futuros	Este Artigo completo		

Fonte: elaborada pelos autores.

3 RESULTADOS

QUADRO 2 - QUANTITATIVO CORRESPONDENTE AO TOTAL DE ARTIGOS CIENTÍFICOS DISPONÍVEIS NAS PLATAFORMA PESQUISADAS POR MEIO DAS STRINGS DE BUSCA LISTADAS NO QUADRO 1

String de busca	Bases de dados	Total de publicações sem o filtro	Publicações disponíveis após aplicar os filtros	Publicações aproveitadas na Revisão Sistemática Integrativa
SIG And Abastecimento Abastecimento de água And Indicadores de desempenho Sistema de informação geográfica And Abastecimento And Água SIG And SAA	Periódico CAPES	334	160	3
	Periódico CAPES	203	107	2
	Scielo	3	1	1
	Periódico CAPES	45.094	15414	4

Fonte: elaborada pelos autores.

QUADRO 3 - DESCRIÇÃO DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS SELECIONADOS PARA DISCUSSÃO DE ACORDO COM OS CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO APRESENTADOS NO QUADRO 1

Nº	Autor(a)	Tema	Link da publicação	Data de publicação	Conclusão
1	Sayonara Costa de Araújo; José Adalberto da Silva Filho; Gabriela Muricy de Souza Silva; Maria do Carmo de Souza Cabral Filha; Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira	Distribuição espacial de indicadores operacionais de serviço de abastecimento de água no Nordeste Brasileiro	https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4470	28/03/2016	Através da distribuição espacial dos indicadores operacionais do serviço de abastecimento de água na Região Nordeste do Brasil, foi possível identificar de forma mais clara os problemas referentes ao acesso, consumo e perdas de água. Apesar do Nordeste apresentar um desempenho geral considerado satisfatório com relação ao índice de atendimento de água, percebeu-se a desproporcionalidade da cobertura do serviço entre os estados avaliados. [...] A avaliação realizada nesta pesquisa mostrou-se ser bastante relevante, pois as informações explicitas podem ser utilizadas no processo de planejamento e gestão dos serviços de abastecimento de água, bem como servir como base para outros estudos com interesse em avaliar a qualidade dos serviços de saneamento básico, sobretudo no que se refere a utilização dos recursos hídricos no Nordeste brasileiro.
2	Robson Raposo Macedo, Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes, Tony Costa	Sistema de informação geográfica (sig) aplicado a gestão de recursos naturais. Atlas do aproveitamento de água da chuva nas ilhas de Belém – iniciativas, demandas e potencialidades	https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/29876	31/05/2018	O artigo apresentado mostra que a utilização de SIG na gestão de recursos hídricos, vinculado aos instrumentos governamentais de gestão ambiental, incluindo processos relacionados à captação e uso da água de chuva, pode ser uma importante ferramenta de auxílio à gestão por permitir o aprimoramento dos processos de tomada de decisão a partir da representação das informações disponibilizadas na base de dados, apresentada em mapas geográficos temáticos.[...] Revela-se importante uma gestão integrada, considerando aspectos socioeconômicos e ambientais que promovam a continuidade de estudos de acompanhamento de projetos alternativos de captação e uso da água de chuva, qualidade da água consumida e investimento em novas pesquisas no que se trata de técnicas de tratamento da água de chuva para o consumo humano quando na análise laboratorial das amostras coletadas observou-se que ainda existe uma carência no processo de tratamento da água consumida nas ilhas. Essa pesquisa também permitiu a elaboração de um banco de dados com informações georreferenciadas sobre os tipos de sistemas de captação instalados, qualidade das águas consumidas nas ilhas e informações socioambientais das áreas pesquisadas

3	Carlos Wilmer Costa Reinaldo Lorandi José Augusto Di Lollo Vagner de Souza Serikawa	Combinação de atributos naturais e antrópicos na definição do potencial de contaminação de aquíferos, sudeste do Brasil	http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/view/56221	26/08/2020	A bacia hidrográfica do Rio Claro apresentou elevado índice de potencial de contaminação de aquíferos para o período analisado. Em 1994 as classes de potencial de contaminação alto e muito alto abrangeram 46,1% da área da bacia enquanto que em 2014, esse percentual aumentou para 48,6%. [...] Quando considerados os impactos da variação do uso e cobertura da terra sobre o potencial de contaminação, constatou-se que a intercalação entre o cultivo da cana-de-açúcar e solo exposto (preparado para o cultivo) foi fundamental para que se mantivesse o elevado potencial de contaminação dos aquíferos. Desta forma, é patente a necessidade de adoção de práticas conservacionistas no cultivo de cana, especialmente no período entressafras, para minimizar os impactos ambientais negativos desta cultura.
4	Rafaela Schramm Viana Bruno Parente Leitão de Castro Erika da Justa Teixeira Rocha1	Utilização do SIG para a avaliação de indicadores de saneamento na Região Metropolitana de Fortaleza	https://orcid.org/0000-0002- 4743-950X	29/08/2019	Com o uso de SIG foi possível espacializar os dados de saneamento dos municípios da RMF e obter sua visualização por meio de mapas temáticos, de maneira simples e direta. Essa ferramenta apresentou-se como um importante recurso para utilização e interpretação dos indicadores, de modo a avaliar o desempenho e auxiliar na gestão dos serviços de saneamento. [...] No que concerne ao índice de universalização do saneamento básico, observou-se que todos os municípios da RMF apresentaram valores insatisfatórios, atingindo menos de 80%, com o alarmante resultado de 16,26% para o município de Trairi. Esse valor denota um total descaso com o saneamento básico, o qual reflete diretamente na preservação da saúde pública, na melhoria da economia e no meio ambiente.
5	Bernardo Costa Mundim Isaac Volschan Junior	Avaliação dos indicadores de desempenho operacionais e de qualidade do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento para sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário	https://orcid.org/0000-0003- 0879-3650	30/07/2019	Indicadores de desempenho são utilizados por diversos sistemas nacionais e internacionais de avaliação, o que demonstra a importância dessa ferramenta na avaliação de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. No entanto, sua utilização deve ser realizada com criticidade, sempre observando, além dos resultados apresentados pelos indicadores, as diversas variáveis que influenciam esses resultados e que muitas das vezes não estão incorporadas aos indicadores. [...] Diante do exposto, este estudo contribui para o questionamento sobre a relevância, aplicabilidade e o efetivo objetivo de alguns indicadores que constam na base SNIS, que é o maior e mais importante banco de dados do setor de saneamento brasileiro.
6	Aline Christian Pimentel Almeida Santos José Almir Rodrigues Pereira	SIG no gerenciamento de SAAS	http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_202_n_1641. pdf	01/12/2015	A proposta de utilização de SIG para espacialização, armazenamento e controle dos dados de SAAs possibilitou o conhecimento e a análise espacial do desempenho do SAA estudado. A organização e a espacialização de dados facilitaram a visualização dos problemas, auxiliando na tomada de decisão na concessionária de saneamento, além de ajudar a evitar e reduzir gastos. [...] Do mesmo modo, a determinação das despesas de exploração e a avaliação do desempenho comercial, em relação ao faturamento e arrecadação dos SAAs, podem auxiliar os gestores na elaboração do planejamento e na tomada de decisão, além de permitir a sustentabilidade do SAA e promover o cumprimento da Lei nº 11.445/2007. Assim, a espacialização de informações de desempenho é recomendada para o planejamento e tomada de decisão, sendo uma importante ferramenta para os gestores, técnicos e colaboradores de empresas de saneamento.

7	Willer Fagundes de Oliveira Rafael Alexandre Sá Marcos Esdras Leite	Dinâmica do uso e ocupação do solo na área de drenagem do reservatório de abastecimento do sistema juramento/mg	http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/	02/02/2016	A descrição cronológica da dinâmica do uso e ocupação do solo na área de drenagem do reservatório do Sistema Juramento foi possível através dos mapas temáticos confeccionados pela técnica de SIG, com dados obtidos pelos produtos do sensoriamento remoto. As imagens de satélites permitem o mapeamento espaço-temporal, a partir de séries históricas de imagens de média resolução espacial. Com as informações geradas por esses recursos tecnológicos pode-se entender a dinâmica de uso do solo e de transformação da paisagem natural. [...] Dessa forma, os resultados obtidos neste trabalho são importantes, pois revelam um quadro de aumento da retirada da vegetação natural e crescimento da ocupação da terra para atividades agropecuárias. Esse cenário se agrava, uma vez que se trata da área de drenagem do principal reservatório de água da maior cidade do norte de Minas Gerais, ou seja, Montes Claros. Portanto, os resultados desse trabalho, no que concerne ao uso e ocupação do solo, poderão contribuir com as pesquisas hidroambientais e gestão de recursos hídricos na área de estudo, subsidiar projetos e ações de conservação da área de drenagem do Sistema Juramento, além a orientação de utilização racional desse espaço.
8	Francisco Eudes do Amaral José Almir Cirilo Alfredo Ribeiro Neto	Uso de técnicas de geoprocessamento na otimização do traçado de sistemas adutores de abastecimento de água com a utilização de uma base de dados de alta definição	http://www.scielo.br/j/esa/a/85NqLZXL4TQK4jk5kVJKVbN/abstract/?lan	11/03/2019	No que concerne à seleção dos locais com potencial para locação do traçado da adutora, a metodologia apresenta-se como alternativa à padronização e à ponderação dos planos de informações (variáveis espaciais) utilizados. Esse procedimento proporciona o tratamento estatístico da opinião de vários especialistas com relação aos critérios estabelecidos, auxilia na minimização de avaliações tendenciosas e permite a análise de critérios que se utilizam de múltiplas grandezas. Não obstante, a metodologia pode ser utilizada no desenvolvimento de projetos de adutoras em outras regiões, desde que dados e informações estejam disponíveis. [...] Por fim, é importante salientar a necessidade do desenvolvimento de aplicações que incluam outros critérios de tomada de decisão para a locação do traçado de adutoras, como tipo de solo, visto que o custo com a escavação tem elevado peso na composição do custo total da obra. Outra sugestão seria o aperfeiçoamento do critério que melhor representa o consumo de energia com bombeamento. Embora tenha havido bastante coerência entre os traçados obtidos com as condições do relevo e mesmo com as soluções definidas nos projetos de engenharia, é importante desenvolver análise de sensibilidade quanto aos valores dos pesos utilizados, visto que sempre existe o componente de subjetividade.
9	Maria José de Sousa Cordão Iana Alexandra Alves Rufino Ester Luiz de Araújo	Geotecnologias aplicadas ao planejamento de sistemas de abastecimento de água urbanos: uma proposta metodológica	http://www.scielo.br/j/esa/a/qfDJB9hd9NM7JPjgV866MWv/abstract/?lang=pt	22/07/2016	O mapeamento de lotes com riscos de desabastecimento pode funcionar como indicador para ações de gestão e planejamento, visto que sugere que uma parcela dos usuários de água encontra-se em áreas com regime deficiente de abastecimento, seja por questões operacionais, demográficas ou geográficas. Os resultados das áreas ótimas para a disposição de novas unidades de reservação auxiliam na tomada de decisão, trazendo diretrizes de planejamento em virtude da expansão do sistema estudado (o estudo não alcançou a etapa de definir dados em microescala acerca da localização exata dos novos reservatórios e quanto seriam seus volumes). A obtenção dessas diretrizes para o planejamento dos SUDA na área de estudo escolhida visa minimizar custos, aumentando a eficiência e alcance social do serviço prestado.

10	Germana Leite Gonzalez Toscano Tarciso Cabral da Silva	Uso do solo em zonas de proteção de poços para abastecimento público na cidade de João Pessoa (PB)	https://www.readcube.com/articles/10.1590%2Fs1413-41522012000400001	20/12/20	A questão da água para abastecimento público a partir de captações de águas subterrâneas tem merecido a atenção dos gestores do setor de saneamento básico apenas concernente aos aspectos quantitativos. No Brasil, e em particular em algumas cidades litorâneas do Nordeste, têm ocorrido diversos problemas de qualidade de água decorrentes do uso inadequado do solo urbano nas áreas influentes na recarga dos poços de captação de águas subterrâneas.[...] Espera-se, em um futuro próximo, que os gestores públicos dos recursos hídricos realizem ações preventivas visando evitar inadequações futuras com a qualidade das águas subterrâneas, e ações corretivas para controlar a ameaça de contaminação ou poluição representada por atividades passadas e presentes, estabelecendo prioridades realistas e implementação eficiente.

Fonte: elaborada pelos autores.

Após o preenchimento do Quadro 3, utilizam-se as conclusões dos artigos para a realização da análise por meio da frequência de palavras, criando a nuvem de palavras apresentada na Figura 1. A nuvem foi confeccionada na plataforma online WordArt., ferramenta a qual agrupa e organiza graficamente as palavras-chave evidenciando as mais frequentes e que, portanto, deu subsídio para confecção das categorias de discussões.

FIGURA 1 - NUVEM DE PALAVRAS CONFECCIONADA COM BASE NAS CONCLUSÕES DOS ARTIGOS DESCRITOS NO QUADRO 3.

Fonte: elaborada pelos autores.

Ainda através da (Figura 1), foi possível ver que as palavras em evidência na nuvem pertencem às categorias desenvolvidas a partir da análise de conteúdo de Bardin. Todas as categorias derivam da sua frequência (Tabela 1), que diz respeito ao seu quadro referencial. Em consonância ao objetivo deste trabalho, optou-se por descrever as palavras que apresentaram frequência total nas conclusões dos artigos e, a partir de seus sentidos nos campos textuais. Diante disto, foi feita uma análise de relevância das palavras para melhor discussão das temáticas relacionadas aos SAAs, assim como a incorporação do SIG nesses sistemas.

Tabela 1 - FREQUÊNCIA DAS PALAVRAS PRESENTES NAS CONCLUSÕES DOS TRABALHOS LISTADOS NO QUADRO 3.

PALAVRAS	FREQUÊNCIA	CATEGORIAS
Abastecimento	6	12
Sistema	3	5
Água	5	9
Indicadores	3	5
SIG	3	8
Operacionais	2	1
Naturais	2	0
Saneamento	2	6
Solo	2	0
Distribuição	1	0
Serviço	1	0
Nordeste	1	0
Brasileiro	1	0
Informação	1	10
Geográfica	1	7
Gestão	1	8
Recursos	1	5
Aproveitamento	1	3
Chuva	1	4
Demandas	1	0
Potencialidades	1	2
Combinação	1	1
Potencial	1	3
Contaminação	1	2
Aquíferos	1	0
Desempenho	1	0
Qualidade	1	3
Nacional	1	0
Informações	1	3
Esgotamento	1	4
Sanitário	1	1
Gerenciamento	1	3
SAAS	1	5
Dinâmica	1	0
Ocupação	1	1
Área	1	2
Drenagem	1	7
Reservatório	1	4
Técnicas	1	0
Geoprocessamento	1	2
Otimização	1	0
Traçado	1	0
Adutores	1	6
Base	1	3
Dados	1	0
Geotecnologias	1	0
Planejamento	1	2
Público	1	2
Cidade	1	0

Fonte: elaborada pelos autores.

4 DISCUSSÕES

4.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

O geoprocessamento pode ser compreendido como um conjunto de tecnologias que tem como principal objetivo colher e apresentar dados espaciais para um fim específico. A aplicação de geoprocessamento é organizada por um sistema específico, conhecido como Sistema de Informações Geográficas (SIG).

O processamento de dados de um sistema de geoprocessamento tem como finalidade coletar dados referenciados geograficamente, desde a sua coleta até a geração e a exibição das informações, que ocorre por intermédio de mapas convencionais, arquivos digitais, relatórios e gráficos, entre outras informações.(SANTOS; PEREIRA, 2016).

Para a evolução da história o Sistemas de Informações Geográficas está inteiramente relacionada com as diversas fases do desenvolvimento da humanidade em busca aprimorar a representação do seu mundo real.

Para Röhm (2017, p.1), uma das primeiras funcionalidades dos SIGs ocorreram no século XX no início dos anos sessenta, onde buscavam soluções para os problemas encontrados no gerenciamento de dados espaciais georreferenciados, inerentes ao uso da terra, das análises ambientais juntamente com dos recursos naturais.

Para Harris (2016), a definição para o sistema de informações geográficas pode ser através das realizações de coletas e armazenamentos de dados, assim como recuperar informações espaciais, identificando locais onde pertencem a um determinado dado ambiental, segundo algum critério pré-definido. Ainda assim, explorar os conjuntos de relações de dados com um determinado dado ambiente é bem eficaz, pois analisa as informações afim de auxiliar a tomada de decisões sobre o ambiente.

Pode-se dizer, de modo geral que o Geoprocessamento é uma ferramenta de trabalho que é importante para seu processo informativo, onde aparece, dentre as questões e problemas que precisam ser resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade para considerar a adoção de um SIG (CÂMARA, 2017).

4.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O sistema de abastecimento e distribuição de água é caracterizado como um conjunto de infraestruturas constituídos por obras de construção civil, em que são utilizados equipamentos elétricos e eletromecânicos, instrumentação, acessórios e equipamentos de automação e controle. Cada órgão num sistema de abastecimento e distribuição de água tem um objetivo/função (SOUSA, 2020).

Dessa forma, é valido salientar que o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) é um sistema considerada em “alta” que é constituído por um conjunto de elementos a montante da rede de

distribuição de água, fazendo com que exista uma ligação do meio hídrico ao sistema em "baixa". O sistema de abastecimento de água é um sistema em "baixa" se é constituído por um conjunto de componentes que ligam o sistema em "alta" ao utilizador final. O sistema de abastecimento de água presta um serviço em "alta" e em "baixa" sempre que vincula o meio hídrico a um utilizador final (IP, 2018).

O tratamento prévio ao consumo humano é de extrema importância, pois é a forma de assegurar que a água depois de tratada não representará qualquer perigo para a saúde humana. Qualquer água que seja superficial ou subterrânea carece de tratamento adequado para serem distribuídos corretamente para a população. Podendo apresentar certos perigos para os consumidores, com uma água de baixa qualidade, resultando assim numa eventual contaminação microbiológica, química, física ou até mesmo radioativa (WHO, 2019).

Sendo assim, para a maior parte dos sistemas de tratamento são preparados para remover as contaminações microbiológicas e os constituintes que prejudica a aceitabilidade da mesma, onde muitas vezes pode estar associada à presença de sólidos suspensos na água. A desinfeção também está presente em quase todos os tipos de sistemas de tratamento, independentemente do seu tamanho ou complexidade.

Para isso as águas superficiais são captadas através de rios e lagos, onde os rios apresentam variações bruscas na qualidade da água. Sobretudo quando ocorre a mudança das estações climatéricas, é afetáveis por descargas de contaminantes, ao passo que os lagos aumentam. É valido destacar também que os principais inconvenientes a estratificação no verão estão voltados a um processo de eutrofização que em muitos casos pode ser muito acentuado (REGO, 2020).

4.3 GEOPROCESSAMENTO E O MEIO AMBIENTE

O Geoprocessamento pode ser considerado como uma disciplina do conhecimento que usa técnicas computacionais e matemáticas para a análise de informação geográfica, onde pode ser influenciando de maneira progressiva áreas da cartografia, juntamente com a análise de recursos naturais, comunicações, transportes, urbano e regional e energia e planejamento.

O Sistemas de Informação Geográfica (SIG) utiliza de ferramentas computacionais para geoprocessamento, permitindo realização de uma análise mais aprofundada ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados.

Com essa ferramenta ainda é possível automatizar a aceleração de muitos documentos cartográficos, visibilizando o modelo de representação do ambiente com característica do ambiente. O denominado "Mundo Real". Com isso, ele ainda reformula uma forma mais familiar que simplificada e torna cada vez mais acessível de ser observada, podendo ainda ser facilmente representada ou

controlada, de maneira que possa extrair informações replicadas ao "Mundo Real" (Ambiente) para melhor entendimento e gerenciamento. (MENDES & CIRILO, 2018).

4.4 APLICAÇÃO DO SIG EM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS

Para Junqueira, Lautenschlager e Paredes (2019), a aplicação de SIG é apoio à gestão de companhias de saneamento, pois é através dele que é possível fazer obter com facilidade informações para os clientes, colaborando com projetos e planejamento, aperfeiçoando dede já a operação e manutenção do sistema hidráulico, que pode indica pontos críticos, além de gerencia a infraestrutura utilizada e a estrutura administrativa. Então em um SAA, existem diferentes tipos de dado e informações específicas necessários para apresentação de uma boa gestão.

Assim, é abrangível que todos os setores da empresa tenham suas informações armazenadas e interligadas no SIG, como o setor comercial (com o sistema de informação de clientes), de projetos e planejamento, operacional (com o registro de operações, manutenções e estado da rede de distribuição e equipamentos), de infraestrutura, de fugas e administrativo. (SANTOS; PEREIRA, 2016).

Para Santos (2018) o controle de perdas em rede de distribuição de água utilizando SIG, é fundamental, para que haja uma organização das informações, tanto os referentes à cartografia da área que se pretende monitorar, como as dos dados necessários para a realização de tal monitoramento, isto é, informações cartográficas e dados e informações técnicos.

A utilização de SIG em SAA foi realizado para a recuperação de vazamentos do terceiro do setor de abastecimento de água, sendo assim, é valido ressaltar a importância da manutenção preventiva, uma vez que dados preexistentes sobre execução de serviços de manutenção corretiva em redes de distribuição de água estão disponíveis para subsidiar processos de gestão de manutenção preventiva nessas redes.

5 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento do presente estudo pôde-se concluir que o Sistema de Informações geográficas são meios de utilização por diversos sistemas nacionais e internacionais de avaliação, demostrando desde já a importância dessa ferramenta na avaliação de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário não só no Brasil mais também no mundo.

Com o auxílio das ferramentas de SIG, pode ser construídos indicadores para uma melhor avaliação do desempenho das SAAs, com a finalidade avaliar o uso da ferramenta e sua organização quanto a espacialização de dados que facilitam a visualização dos problemas, auxiliando na tomada de decisão na concessionária de saneamento, além de ajudar a evitar e diminuir os eventuais gastos.

Sendo assim, para a determinação dos gastos de exploração e a avaliação do desempenho comercial, em relação ao faturamento e arrecadação dos SAAs, propicia para os gestores uma melhor elaboração do planejamento e na tomada de decisão, além de promover a sustentabilidade do SAA e fazer-se o cumprimento da Lei nº 11.445/2007.

Diante disso, o artigo mostra-se relevante ao se considerar que a Lei nº 11.445/2007 estabelece o instrumento de avaliação de desempenho da prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em nosso país, sendo os indicadores uma ferramenta extremamente necessária para tal. com mais facilidade e a obtenção de informações mais precisas e organizadas, além da análise do desempenho por sistema, por setor ou por unidade do SAA.

Este estudo contribui para o questionamento sobre a relevância, aplicabilidade e o efetivo objetivo de alguns indicadores quanto a utilização do SIG para o gerenciamento de SAAs.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO TRATA BRASIL. Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil. 2018. Disponível em: http://tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/beneficios-economicos-e-sociais-da-expansao-do-saneamento-brasileiro. Acesso em: 11 maio 2021.

LACERDA, I. S. Regras de operação para sistemas de abastecimento de água com baixo nível de automação e sujeitos a incertezas. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019.

MUNDOGEO. Sistemas de informações geográficas na operação de sistemas de distribuição de água em comunidade urbana. 2018. Disponível em: https://mundogeo.com/2000/01/01/o-uso-de-sistemas-de-informacoes-geograficas-na-operacao-de-sistemas-de-distribuicao-de-agua/. Acesso em: 9 maio 2021.

OLIVEIRA, M. O uso de sistemas de informações geográficas na operação de sistemas de distribuição de água. 2016. Disponível em: https://mundogeo.com/2000/01/01/o-uso-de-sistemas-de-informacoes-geograficas-na-operacao-de-sistemas-de-distribuicao-de-agua/. Acesso em: 9 maio 2021.

SANTOS, A. C. P. A.; PEREIRA, J. A. R. SIG no gerenciamento de sistemas de abastecimento de água. Revista DAE, v. 64, n. 202, p. 76-86, 2016.

SOUSA, E. Sistemas de abastecimento de água. Lisboa: Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, 2020.

INFORMAÇÃO PORTUGAL (IP). Abastecimento de água e saneamento de águas residuais. Lisboa: Águas de Portugal, INAG e IRAR, 2018.

REGO, P. Guia Ambidata para sistemas de tratamento de água para consumo humano. Porto: Ambidata, 2004.

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J. A. Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação. 1. ed. Porto Alegre: ABRH, 2018. 536 p.

JUNQUEIRA, R. F.; LAUTENSCHLAGER, S. R.; PAREDES, E. A. Aplicação de SIG na gestão da manutenção de redes de distribuição de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25., 2009, Recife. Anais... Recife: ABES, 2009. 1 CD-ROM.

SANTOS, A. C. P. A. Sistemas de informações geográficas no monitoramento e recuperação de vazamentos em redes de distribuição de água. 2018. 92 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2018.