







SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL

Marcus Vinícius Chiulle Pinheiro
 <http://lattes.cnpq.br/7814274560713876> –
 <https://orcid.org/0000-0001-9979-7969>
marcusvcpinheiro@gmail.com
Pontifícia Universidade Católica de Campinas
(PUC-Campinas)
Campinas, São Paulo, Brasil

Orandi Mina Falsarella
 <http://lattes.cnpq.br/6589404250731341> –
 <https://orcid.org/0000-0002-2200-5094>
orandi@puc-campinas.edu.br
Pontifícia Universidade Católica de Campinas
(PUC-Campinas)
Campinas, São Paulo, Brasil

Pedro Henrique Mariosa
 <http://lattes.cnpq.br/1729918015799008> –
 <https://orcid.org/0000-0003-0323-776X>
pedromariosa@ufam.edu.br
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Benjamin Constant, Amazonas, Brasil

Diego de Melo Conti
 <http://lattes.cnpq.br/2098643827162361> –
 <https://orcid.org/0000-0003-1889-0462>
diego.conti@puc-campinas.edu.br
Pontifícia Universidade Católica de Campinas
(PUC-Campinas)
Campinas, São Paulo, Brasil

Duarcides Ferreira Mariosa
 <http://lattes.cnpq.br/8846654409867605> –
 <https://orcid.org/0000-0001-6552-9288>
duarcidesmariosa@puc-campinas.edu.br
Pontifícia Universidade Católica de Campinas
(PUC-Campinas)
Campinas, São Paulo, Brasil

RESUMO

Sustentabilidade é um tema importante para a sociedade e tem três principais dimensões, a ambiental, a social e a econômica. Neste contexto, dentre os bens comuns ameaçados, a água desponta como principal recurso cerceado de incertezas quanto à sua disponibilidade. Para gerir recursos hídricos, os dados e informações são importantes para auxiliar no processo decisório. Assim, duas Tecnologias da Informação e Comunicação podem ser úteis para a criação de um Sistema de Apoio à Decisão (SAD), a *Internet of Things* (IoT) e o *Big Data*. Portanto, o objetivo deste trabalho é propor um modelo conceitual que represente um SAD que utilize Tecnologias de Informação e Comunicação com o propósito de fornecer informações e subsídios para auxiliar o processo decisório na gestão de recursos hídricos. A metodologia utilizada caracterizou-se como exploratória e de natureza qualitativa. Como resultado, foi apresentado o modelo conceitual de SAD com base na gestão da informação e no ciclo da Inteligência Organizacional e Competitiva. Pode-se concluir que o SAD proposto depende de informações dispersas nas bacias hidrográficas e a captura pode ser feita por redes de sensores IoT utilizando-se de *Big Data* para analisá-las historicamente e fazer projeções futuras.

Palavras-chave: Gestão de recursos hídricos. Gestão da informação. Sistema de apoio à decisão. Inteligência organizacional e competitiva.

DECISION SUPPORT SYSTEMS AND WATER RESOURCES MANAGEMENT: A PROPOSAL FOR A CONCEPTUAL MODEL

ABSTRACT

Sustainability is an important topic for society and has three main dimensions, environmental, social and economic. In this context, among the threatened common goods, water emerges as the main resource surrounded by uncertainties regarding its availability. To manage water resources, data and information are important to assist in the decision-making process. Thus, two Information and Communication Technologies can be useful for creating a Decision Support System (DSS), the Internet of Things (IoT) and Big Data. Therefore, the objective of this work is to propose a conceptual model that represents a DSS that uses Information and Communication Technologies with the purpose of providing information and subsidies to assist the decision-making process in the management of water resources. The methodology used was characterized as exploratory and qualitative in nature. As a result, the DSS conceptual model was presented based on information management and the Organizational and Competitive Intelligence cycle. It can be concluded that the proposed SAD depends on information dispersed in the river basins and the capture can be done by IoT sensor networks using Big Data to analyze them historically and make future projections.

Keywords: Water resources management. Information management. Decision support system. Organizational and competitive intelligence.

DOI <http://dx.doi.org/10.1590/1981-5344/42254>

Recebido em: 26/12/2022
Aceito em: 21/02/2024.



1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um tema atual e de grande importância, e tem como base três principais e diferentes dimensões, a ambiental, a social e a econômica. Para Munck e Souza (2009) a sustentabilidade econômica que possui foco no mercado, busca vantagem competitiva e melhoria de qualidade. A sustentabilidade ambiental se preocupa com utilização sustentável de recursos naturais almejando oferecer produtos ecologicamente corretos, minimizando assim os impactos ambientais. A sustentabilidade social se preocupa com a responsabilidade social, direitos dos cidadãos e equidade. Desta forma, a fim de que se alcance o desenvolvimento sustentável é fundamental o equilíbrio entre elas.

Neste contexto, dentre os bens comuns ameaçados, a água desponta como principal recurso cerceado de incertezas quanto à sua disponibilidade futura. De acordo com Ribeiro, Santos e Silva (2019) a água é um recurso necessário para o desenvolvimento das atividades industriais, agrícola, pela conservação da biodiversidade e essencial para a sobrevivência humana. Poletto (2014) afirma que no Brasil a demanda de água é dividida da seguinte forma: a irrigação de lavouras com 65%; logo em seguida vem o uso doméstico com 18%; seguida pela indústria e por último a pecuária.

De acordo com Porto e Porto (2008), a gestão dos recursos hídricos é realizada através das bacias hidrográficas que podem ser consideradas como um espaço territorial onde se desenvolvem as atividades humanas, agrícolas, de preservação, urbanas e industriais. Philippi Jr., Sobral e Carvalho (2019) acrescentam ao afirmar que as bacias hidrográficas possuem uma função importante por ser uma área regional de gerenciamento e planejamento de águas, assim delimitando as partes de gerenciamento de recursos hídricos. Os autores complementam ao definirem que para a gestão sustentável de recursos hídricos é necessário um conjunto mínimo de ferramentas, que são informações e bases de dados sociais acessíveis, uma definição dos direitos de uso, o controle sobre todo e qualquer impacto sobre os sistemas hídricos e dos processos de tomada de decisão.

Desta forma, é importante ter dados e informações, como uma ferramenta fundamental para auxiliar na tomada de decisão, uma vez que a gestão dos recursos hídricos pode ser feita a partir da gestão da informação

sobre os recursos hídricos, pois a análise de dados pode deixar este processo mais assertivo. Desta forma, a utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) é interessante. Turban, Ranier Jr. e Potter (2007) descrevem que quando se utiliza o termo TIC também se associam os Sistemas de Informação (SI), que permitem coletar, armazenar, processar e disseminar informações para fins específicos. De acordo com Laudon e Laudon (2010) dentre os SI existentes os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) são responsáveis por auxiliar os gestores na tomada de decisão, utilizando como base modelos para analisar os dados e informações e fornecer subsídios que podem auxiliar os gerentes de nível médio a tomar decisões não usuais. O'Brien e Marakas (2013) complementam ao dizer que eles dão suporte *ad hoc* aos processos de tomada de decisão aos gestores e outros profissionais de negócios.

Diante da quantidade de informações necessárias e que precisam ser coletadas muitas vezes em locais distantes e de difícil acesso, como é o espaço de uma bacia hidrográfica, e da necessidade de análise, duas TIC emergentes podem ser úteis para a criação de um SAD, a Internet das Coisas, do inglês *Internet of Things* (IoT) e o *Big Data*.

IoT pode ser definida como um sistema de dispositivos conectados à internet que por meio de sensores que capturam e transmitem informação onde estão instalados (Divani; Patil; Punjabi, 2016). Dessa forma, tendo em vista o espaço territorial que uma bacia hidrográfica ocupa, e a busca pela segurança hídrica, existe necessidade da coleta de dados em muitos locais dessa região. Para isso, a IoT pode auxiliar na captura de informações, como por exemplo, a vazão de rios e córregos, o nível de água das represas, os índices pluviométricos, o consumo rural e urbano de toda população que ocupa o espaço da bacia hidrográfica, entre outros.

A partir da captura de dados, *Big Data* é uma técnica que pode ser utilizada e aplicada para realizar análises e fazer projeções. Kaisler, Armour e Espinosa (2013), descrevem que *Big Data* pode ser caracterizado por três "Vs": o primeiro é o Volume, que está relacionado à quantidade de informações existentes; o segundo é a Velocidade, que está relacionado com o aumento e modificação de dados e informações; e o terceiro é a Variedade, que está associada à existência de informações não estruturadas e estruturadas. Em adição, Beulke (2011) apresenta outros dois "Vs", um deles é a Veracidade,

este representa à necessidade de extrair informações e dados que sejam confiáveis, e o outro é o Valor que representa à geração de *insights* e geração de novos conhecimentos quando é realizada a análise das informações.

Considerando que a gestão de recursos hídricos deve ser algo bastante complexo se forem considerados os limites de uma bacia hidrográfica, e a quantidade de informações existentes que precisam ser coletadas e analisadas, parece que um SAD que utilize TIC emergentes como IoT e *Big Data* pode ser útil para auxiliar o processo decisório. Assim, um SAD pode ser benéfico para que a água seja utilizada de forma sustentável contribuindo para o crescimento econômico, desenvolvimento da sociedade e preservação do meio ambiente.

Deste modo, este trabalho procura responder o seguinte questionamento: quais são os principais elementos e informações que devem fazer parte de um SAD que, com o auxílio das TIC, pode auxiliar o processo decisório na gestão de recursos hídricos?

Portanto, o objetivo deste trabalho é propor um modelo conceitual que represente um SAD que utilize TIC com o propósito de fornecer informações e subsídios para auxiliar o processo decisório na gestão de recursos hídricos dentro do espaço de uma bacia hidrográfica.

2 BACIAS HIDROGRÁFICAS E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

De acordo com Porto e Porto (2008) a bacia hidrográfica pode ser considerada uma área onde se desenvolvem as atividades humanas. O território definido como bacia hidrográfica pode conter áreas de preservação, regiões urbanas, espaços industriais e agrícolas. Guerra e Cunha (1996) descrevem que as bacias hidrográficas são unidades de gestão e integração dos elementos naturais e sociais, ou seja, pode-se acompanhar as mudanças feitas pelo homem e as respectivas respostas da natureza.

Santana (2003) descreve que uma bacia hidrográfica pode ser dividida em um número indefinido de sub-bacias, desde um ponto de saída até seu eixo-tronco ou canal coletor.

No território de uma bacia hidrográfica ocorre o ciclo hidrológico natural que está relacionado diretamente com a hidrologia e que envolve muitos processos hidrológicos que possuem influência nas bacias hidrográficas

(Kobiyama, 1999), cujos principais componentes são: a precipitação da água; a evaporação ou evapotranspiração da água; a drenagem para os rios, pelo escoamento superficial e profundo; a convergência de umidade pela atmosfera, tendo em vista o transporte de vapor de água para diversas regiões e a variação do volume de água que é armazenado na atmosfera, em solos e nas reservas subterrâneas (Correia *et al.*, 2007).

De acordo com a ANA (2021) as entradas de água no ciclo hidrológico podem ocorrer através da chuva e em algumas regiões através do degelo da neve. A água quando precipita, parte é infiltrada nos solos, parte escoar nos rios e o restante da água é evaporada. Dentro desse ciclo a vegetação possui papel influente, pois, a água que é precipitada pode ser absorvida pelas raízes das plantas e posteriormente volta para a atmosfera através da transpiração da vegetação.

Além disso, em uma bacia hidrográfica uma informação importante a ser obtida é a disponibilidade hídrica, que de acordo com Kramer (1998) é entendida como uma variação de vazão de água em um intervalo de tempo, onde parte dessa água está sendo utilizado pela população para o desenvolvimento e a outra parte está na bacia hidrográfica para a preservação da integridade do meio ambiente, visando, assim, atender formas de usos que não extraem ou derivem de um curso natural, Em adição, atualmente, a disponibilidade hídrica pode ser considerada uma informação básica que pode apoiar a decisão sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos, além disso, tem como objetivo "assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água", conforme disposto no artigo 11 da Lei Federal 9433 (Brasil, 1997).

À vista do que foi descrito, o Quadro 1 procura sintetizar os principais conceitos e características de uma bacia hidrográfica, os quais serão utilizados para a proposição do SAD.

Quadro 1 – Conceitos e características de uma bacia hidrográfica

Características	Fonte
A Bacia Hidrográfica pode ser considerada uma área onde se desenvolvem as atividades humanas, pode conter áreas de preservação, regiões urbanas, espaços industriais e agrícolas.	Porto e Porto (2008)



Bacias Hidrográficas são utilizadas como unidade de planejamento e gerenciamento.	Guerra e Cunha (1996)
Uma bacia hidrográfica pode ser dividida em sub-bacias e microbacias.	Santana (2003)
O ciclo hidrológico é relacionado diretamente com a hidrologia, envolve muitos processos hidrológicos que possuem influência nas bacias hidrográficas.	Kobiyama (1999)
Entendimento do ciclo hidrológico e as suas etapas: a precipitação da água; a evaporação ou evapotranspiração da água; a drenagem para os rios, pelo escoamento superficial e profundo;	ANA (2021), Correia <i>et al.</i> (2007)
A disponibilidade hídrica é a informação básica de apoio a decisão sobre em recursos hídricos.	Brasil (1997)
A disponibilidade hídrica é calculada pela diferença da água está sendo utilizado pela população para o desenvolvimento e a outra parte está na bacia hidrográfica e por fatores antrópicos.	Kramer (1998)

Fonte: autores do trabalho (2022).

A água é um bem essencial, com isso, é importante atenção quanto a sua preservação, gestão e uso. Segundo a ANA (2021) a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), descrita na Lei nº 9.433/1997 (Brasil, 1997), é o que normatiza a gestão de recursos hídricos no Brasil. Esta lei descreve os fundamentos, princípios, instrumentos de gestão e um arranjo da governança instituída. Com isso, existem três principais objetivos que ela busca cumprir: garantir a disponibilidade de água em qualidade e quantidade para a atual e futuras gerações; assegurar a utilização coerente e integrada da água; e proporcionar defesa adequada contra eventos hidrológicos críticos, oriundos de uso impróprio dos recursos naturais.

Ainda, de acordo com ANA (2021), existem cinco instrumentos de gestão de recursos hídricos que são descritos na PNRH: Cobrança pelo uso dos recursos hídricos; plano de recursos hídricos; outorga de direito de uso dos recursos hídricos; classe de enquadramento do corpo d'água; e um sistema de informação estruturado e atualizado.

Tundisi e Matsumura-Tundisi (2020) complementam ao descrever que os novos paradigmas identificados na gestão dos recursos hídricos envolvem a necessidade de uma base de dados que seja sustentada através da pesquisa científica, com a finalidade de gerar informações e valores necessários para a tomada de decisões pelos gestores. É necessário ter SI desenvolvidos para auxílio da gestão que sejam capazes de realizar predições com base em simulações e fazer análise dos riscos e vulnerabilidades envolvidas.

Na gestão de recursos hídricos, a segurança hídrica é um tema muito importante, e está ligada à escassez de água (Tucci; Chagas, 2017). Outro tema importante relacionado a gestão de recursos hídricos está relacionado aos desafios da coleta e análise de informações ao longo do ciclo de vida da água. De acordo com Silva, Falsarella e Mariosa (2022) o ciclo de vida da água é composto pelas seguintes etapas: entrada pelo ciclo natural hidrológico; captação; retenção e armazenamento; tratamento; distribuição e consumo e; devolução da água para reuso.

Uma forma de entrada de água para uso da sociedade é por meio do ciclo hidrológico natural como descrito anteriormente. Dentre as formas de captação existe a de águas subterrâneas, que é destinada ao abastecimento doméstico, industrial e o manancial complementar para o abastecimento público (Agência..., 2020). Pode ser feita a captura da água por meio de um sistema de captação de água da chuva, ou cisternas (Engenheiros sem Fronteiras, 2019). Outra forma é a captação fluvial realizada pelas empresas responsáveis pelo processo de tratamento.

De acordo com a ANA (2021) para a retenção e armazenamento de água existem os reservatórios artificiais, cujo principal objetivo é aumentar a segurança hídrica, assim garantido as diversas formas de uso da água. Além disso, é feito um acompanhamento dos níveis dos reservatórios, desta forma, é possível estimar a quantidade de água armazenada e disponível.

A ANA (2021) descreve que para o tratamento da água existem estações de tratamento, que estão distribuídas pelo território nacional, monitorando vários índices e formando uma rede de monitoramento.

Após o armazenamento e tratamento da água, esse recurso é distribuído para consumo. A água é levada até reservatórios estrategicamente localizados em cada região e segue por tubulações das redes de distribuição até chegar ao consumidor final de quem fará o uso (SABESP, 2020).

O reuso de água ocorre quando se utiliza desse recurso por mais de uma vez após o seu consumo. O reuso indireto acontece quando a água utilizada é descartada nos corpos hídricos superficiais ou subterrâneos, desta forma pode ser diluída, e posteriormente pode ser coletada para um novo uso. Por outro lado, o reuso direto acontece quando existe um planejamento de reuso da água, onde a água é conduzida do local de produção ao ponto

de utilização, desta forma a água não é lançada ou não é diluída previamente nos corpos hídricos subterrâneos ou superficiais.

Para monitorar a água em todas as etapas do seu ciclo de vida são necessárias informações que possam ser traduzidas em subsídios para auxiliar o processo de tomada de decisão. Nesse caso, é importante o uso de indicadores. Santos (2012) evidencia que a utilização de indicadores é capaz de contribuir e orientar os gestores públicos e a sociedade na tomada de decisão. Os indicadores podem fornecer evidências de um problema de larga escala, com isso, transmitem informações e os dados de uma forma esclarecedora sobre os fenômenos que não são imediatamente detectáveis.

A partir disso, nas etapas do ciclo de vida da água, o Quadro 2 busca exemplificar indicadores encontrados na literatura que podem ser utilizados em cada uma delas para auxiliar o processo decisório.

Quadro 2 – Indicadores para cada etapa do ciclo de vida da água.

Etapas do ciclo de vida da água	Indicadores	Fonte
Ciclo hidrológico natural	• Índice pluviométrico (mm/h).	Guimaraes, Reis e Landau (2010)
Captação	• Proporção de captações superficiais em relação ao total (%); • Proporção de captações subterrâneas em relação ao total (%).	Ferraz <i>et al.</i> (2007)
Retenção e Armazenamento	• Volume de água disponível em uma represa; • Nível de água existente nos reservatórios.	Ferraz <i>et al.</i> (2007), Silva, Falsarella e Mariosa (2022)
Tratamento	• IQA-Índice de Qualidade de Água; • IAP-Índice de Qualidade de Água para Abastecimento Público.	Ferraz <i>et al.</i> (2007)
Distribuição para/e Consumo	• Demanda total de água (m ³ /s).	Ferraz <i>et al.</i> (2007)
Devolução para reuso	• Volume de água utilizado para reuso direto; • Volume de água utilizado para reuso indireto.	Ferraz <i>et al.</i> (2007)

Fonte: autores do trabalho (2022).

Baseado nos conceitos descritos, o Quadro 3 procura sintetizar os principais desafios para a gestão de recursos hídricos encontrados na literatura.

Quadro 3 – Desafios para a gestão de recursos hídricos

Desafios	Fonte
Atender a Política Nacional de Recursos Hídricos, descrita na Lei nº 9.433/1997.	ANA (2021)
Garantir a disponibilidade de água em qualidade e quantidade para a atual e futuras gerações.	ANA (2021)
Assegurar a utilização coerente e integrada da água.	ANA (2021)
Proporcionar uma defesa adequada contra eventos hidrológicos críticos, oriundos de um uso impróprio dos recursos naturais.	ANA (2021)
Garantir a utilização dos instrumentos de gestão de recursos hídricos.	ANA (2021)
Entender os desafios que cercam o ciclo de vida da água dentro do espaço de uma bacia hidrográfica.	Silva, Falsarella e Mariosa (2022)
Buscar a melhor forma de coleta e análise de informações que fazem parte do longo do ciclo de vida da água, no espaço de uma bacia hidrográfica.	Silva, Falsarella e Mariosa (2022)
Atingir a Segurança Hídrica pode através da disponibilidade de água em quantidade e qualidade.	Tucci e Chagas (2017)
Utilizar indicadores capazes de contribuir e orientar os gestores na tomada de decisão.	Santos (2012)
Possuir uma base de dados que seja sustentada através da pesquisa científica, com a finalidade de gerar informações e valores necessários para a tomada de decisões pelos gestores.	Tundisi e Matsumura-Tundisi (2020)

Fonte: autores do trabalho (2022).

Estes desafios para a gestão de recursos hídricos têm a finalidade de auxiliar na proposta do SAD.

3 GESTÃO DA INFORMAÇÃO E SISTEMAS DE APOIO A DECISÃO

Para Jannuzzi, Falsarella e Sugahara (2014), a sociedade faz da informação um fator determinante para orientar suas ações, seja no âmbito científico, tecnológico, social ou econômico, pois é ela, a informação, que é responsável pela aquisição e geração de novos conhecimentos.

Cândido e Vale (2018) enfatizam a relação sequencial entre dado, informação e conhecimento, em que a informação emerge dos dados e o conhecimento se desenvolve a partir da informação. Para Davenport (1998), os dados, até que apresentem um propósito, estão disponíveis de modo bruto, por não serem contextualizados.

De acordo com Cândido e Vale (2018) a informação, ao contrário dos dados, apresenta desafios na sua captura, mensuração e transferência, podendo sofrer distorções ao longo do processo de compartilhamento. Isso ressalta a importância do elemento humano no manuseio e na sua

interpretação precisa, especialmente em cenários complexos e dinâmicos. Assim, uma afirmação interessante é descrita por Jannuzzi, Falsarella e Sugahara (2014) que apresenta que a informação é determinante para a existência do conhecimento, o qual pode ter diferentes olhares, conforme o contexto que está sendo discutido.

Choo (1995) apresenta o conceito de Gestão da Informação (GI) que pode ser aplicado quando uma organização aprende e se sujeita a ambientes de mudanças e aproveita os recursos e capacidades informacionais a partir da criação, aquisição, armazenamento, análise e uso da informação para permitir o crescimento e o desenvolvimento organizacional inteligente.

Nonato e Aganette (2022) corroboram ao afirmar que conceito de GI pode ser entendido como um processo de gerenciamento do ciclo de vida da informação que é composto pelas fases de identificação de necessidades, criação, aquisição, organização, armazenamento, disseminação, distribuição e uso da informação. Os autores reforçam ainda que a GI está fundamentada em três pilares interdependentes: o ciclo de vida da informação, como já foi descrito, a gestão organizacional que sofre atuação direta da cultura organizacional e do planejamento estratégico e as TIC.

Turban, Ranier Jr. e Potter (2007) descrevem que quando se utiliza o termo TIC também se associam os SI, que permitem coletar, armazenar, processar e disseminar informações para fins específicos. Para Marks e Griebeler (2012) um dos principais objetivos de um SI é coletar informações de dentro e de fora da organização e utilizá-las como insumo de análise.

Laudon e Laudon (2010) descrevem que dentre os SI existentes o SAD destaca-se, pois são responsáveis por auxiliar os gestores na tomada de decisão, utilizando como base modelos para analisar os dados e informações. Segundo Chaves *et al.* (2020), o SAD é interessante pois pode identificar os aspectos do contexto que afetam seu valor, com a finalidade de aperfeiçoar o que for necessário, entender como cada um desses aspectos possuem participação na avaliação global, realizar uma avaliação e monitorar o alcance dos objetivos através da alimentação dos dados.

Com isso, segundo Silva *et al.* (2013), os SAD utilizam como base para análise, dados que podem ser coletados de outros SI ou por meio de sensores,

e disponibiliza o conhecimento gerado para os gestores responsáveis pela tomada de decisão. Segundo Bortolin Jr. (2011) um SAD deve permitir a obtenção de dados provenientes de diferentes fontes para análise, ter a capacidade de buscar dados de fontes externas e internas, ter capacidade para manipulação de um alto volume de dados e informações, possuir um sistema de gerenciamento de banco de dados que suporte análise de grandes volumes de dados, possuir a possibilidade de auxiliar na criação de relatórios gerenciais e ser capaz de disponibilizar resultados em diferentes formatos. Todas essas etapas são compatíveis com o processo de gerenciamento do ciclo de vida da informação proposto pela GI.

De modo semelhante, e em complemento ao ciclo de vida da informação descrito por Nonato e Aganette (2022), Alves e Falsarella (2009) indicam que o ciclo da inteligência organizacional e competitiva pode ser útil na proposição de um SAD. Este ciclo é composto por quatro fases: Planejamento, Coleta de dados e informações, Análise e Disseminação da informação. A fase de Planejamento é responsável por determinar que dados são importantes que podem servir como base para análise e as fontes de informações pertinentes. Para a Coleta é necessário saber como os dados serão coletados, se são informações internas ou externas, estruturadas ou não estruturadas, se a coleta vai ser automatizada ou manual, entre outras formas. Na fase de Análise os dados devem ser processados com o propósito de identificar padrões e extrair valor gerando novos conhecimentos. Para a Disseminação é interessante atentar à forma em que o conhecimento gerado vai ser entregue para os usuários ou gestores responsáveis pelas decisões a serem tomadas.

Uma vez definido na fase de planejamento que dados precisam ser coletados e as fontes de informações pertinentes, pensando no espaço de uma bacia hidrográfica muitas informações podem não estar ainda sistematizadas e necessitam de sistemas inteligentes de coleta, que podem se servir do conceito de *Internet of Things* (IoT). Segundo Haseeb *et al.* (2019) IoT é uma tecnologia emergente que utiliza como base a *internet* e tem como objetivo a conectividade entre dispositivos. Para Tamilselvan e Thangaraj (2020), IoT emprega sensores e tecnologias de comunicação que são capazes

de capturar e propagar dados em tempo real possibilitando tomadas de decisões mais rápidas.

Após a captura dos dados, *Big Data* é um conceito que pode ser utilizado e aplicado para realizar análises e fazer projeções. Machado (2018) complementa ao descrever que o termo *Big Data* pode ser utilizado para caracterizar o processamento em alta velocidade de grandes volumes de dados, cujo objetivo é gerar informações que direcionam a tomada de decisão. Além disso, é possível fazer análise de dados históricos, onde, a partir de valores já conhecidos, podem ser identificados padrões no decorrer do tempo e serem feitas projeções futuras.

Após a análise, Ribeiro Neto (2021) indica que é interessante que exista uma forma de visualizar e disseminar os resultados obtidos. Nesse caso, podem ser utilizadas ferramentas de consultas, criação de relatórios que informam os resultados e até *Dashboards*, que são painéis digitais que apresentam o resultado da análise.

Após a descrição de GI, do ciclo de vida da informação, dos conceitos de SAD, IoT e *Big Data*, e do ciclo da inteligência organizacional e competitiva, o Quadro 4 apresenta uma síntese das características e dos principais elementos que podem fazer parte de um SAD.

Quadro 4 – Características e elementos de um SAD

Características e elementos	Fonte
O SAD utiliza como base para análise dados, que podem ser coletados através de outros SI ou sensores, e disponibiliza o conhecimento para os gestores das organizações responsáveis pela tomada de decisão. Os SAD demonstram-se consolidados e fundamentam direções e ações que devem ser tomadas por gestores para a melhor tomada de decisão de um problema. A partir com um alto volume de informações, são reduzidas as incertezas, assim facilitando a melhor tomada de decisão.	Silva <i>et al.</i> (2013)
Planejar os dados que se deseja coletar, coletá-los a partir de fontes de informação pertinentes, analisá-los e disseminar as informações analisadas.	Alves e Falsarella (2009)
Possuir informações como insumo de análise.	Marks e Griebeler (2012)
Ser capaz de coletar e armazenar informações de dentro e de fora da organização.	Marks e Griebeler (2012), Bortolin Jr. (2011)
Identificar os aspectos do contexto que afetam seu valor, com a finalidade de aperfeiçoar o que for necessário.	Chaves <i>et al.</i> (2020)

Possuir uma técnica de obtenção de dados para análise coletados através de outros SI ou sensores instalados na região da bacia hidrográfica.	Bortolin Jr. (2011) Silva <i>et al.</i> (2013)
Uma rede de IoT que emprega sensores e tecnologias de comunicação que são capazes de capturar e propagar dados em tempo real.	Tamilselvan e Thangaraj (2020)
Utilizar <i>Big Data</i> para o processamento em alta velocidade de grandes volumes de dados.	Machado (2018), Bortolin Jr. (2011)
Utilizar a análise histórica e projeção futura de dados com <i>Big Data</i> .	Machado (2018)
Visualizar o resultado obtido através da criação de relatórios que transmitem os resultados e até <i>Dashboards</i> .	Ribeiro Neto (2021)
Ter a possibilidade de o usuário oferecer ao SAD dados necessários de entrada.	Bortolin Jr. (2011)

Fonte: autores do trabalho (2022).

A síntese apresentada no Quadro 4 também tem como finalidade auxiliar na proposta do SAD.

4 METODOLOGIA

Em relação à abordagem metodológica, esta pesquisa caracterizou-se como exploratória (Gil, 2002) e de natureza qualitativa, pois de acordo com Silveira e Cordova (2009) não existe a necessidade de representatividade numérica, pelo contrário, o objetivo é um aprofundamento da compreensão acerca do problema em estudo e a possibilidade de relacionar os conceitos envolvidos na proposição de novos conhecimentos.

Os dados do estudo foram obtidos por meio de uma pesquisa bibliográfica na literatura científica sobre os temas: bacias hidrográficas, gestão de recursos hídricos, GI, SAD e TIC como IoT e *Big Data*. Foram considerados elegíveis para esta pesquisa a legislação vigente referente a gestão de recursos hídricos, livros que possuem os principais conceitos abordados e artigos científicos relacionados aos temas dos últimos vinte anos disponíveis nos seguintes portais: Google acadêmico, Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, *ScienceDirect* e *Web of Science*.

A coleta do referencial teórico foi distribuída de acordo os temas discutidos: Bacias Hidrográficas; Gestão de Recursos Hídricos; e GI e SAD.

No tema de Bacia Hidrográficas buscou-se trabalhar com os principais conceitos e definições, tendo em vista que a gestão de recursos hídricos ocorre no espaço de uma Bacia Hidrográfica. Ao final deste tema foi criado o

Quadro 1 que buscou sintetizar os principais conceitos e características de uma bacia hidrográfica que foram encontrados no referencial teórico.

Para o tema de Gestão de Recursos Hídricos buscou-se pesquisar sobre os principais conceitos e definições. Dentre os assuntos, foi descrita a lei nacional de gestão de recursos hídricos, os seus principais objetivos e os desafios existentes na gestão de recursos hídricos. Ao final do tópico de indicadores, foi criado o Quadro 2, onde foi apresentado um levando de indicadores encontrados na literatura que podem auxiliar em cada uma das etapas do ciclo de vida da água. Para finalizar este tema, foi elaborado o Quadro 3, que teve como objetivo sintetizar os desafios que existem na gestão de recursos hídricos encontrados no referencial teórico.

O último tema discutido no referencial teórico foi GI e os SAD, onde foi apresentado o ciclo de vida da informação e a sua semelhança com o ciclo da inteligência organizacional e competitiva, destacando como os dados podem ser coletados e analisados e serem transformados em conhecimento e algumas TIC como IoT e *Big Data* utilizadas para isso. Ao final foi criado o Quadro 4 que teve como objetivo sintetizar as principais características e elementos que podem fazer parte de um SAD.

A criação dos Quadros 1, 2, 3 e 4, serviram como base para a proposição do modelo conceitual de SAD. Em cada uma das fases foram consideradas todas as etapas do ciclo de vida da água que são: ciclo hidrológico natural, captação da água, retenção e armazenamento de água, tratamento da água, distribuição para o consumo da água e devolução da água para reuso.

5 PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DE SAD PARA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A Figura 1, procura, a partir dos conceitos de GI, do ciclo da inteligência organizacional e competitiva proposto por Alves e Falsarella (2009), do ciclo de vida da água e do uso das TIC como IoT e *Big Data*, propor o modelo conceitual de SAD para auxiliar o processo decisório na gestão de recursos hídricos.

O modelo proposto pode ser utilizado por qualquer gestor de comitês de bacias hidrográficas ou qualquer entidade gestora de recursos hídricos que

entenda que é importante nele se basear para auxiliar o processo decisório, desde que ele seja desenvolvido e implementado, constituindo, portanto, um Sistema de Informação automatizado.

Figura 1 – Modelo conceitual de SAD para Gestão de Recursos Hídricos



Fonte: Autores do trabalho (2022).

A seguir cada uma das fases será devidamente descrita e detalhada.

5.1 Planejamento

A fase de planejamento é responsável por determinar quais dados são importantes e podem servir como base para análise, além disso, outro ponto importante é saber as fontes de informações pertinentes para que eles possam ser coletados e posteriormente analisados. Portanto, essa fase é feita por seres humanos, normalmente gestores de recursos hídricos. É fundamental no modelo conceitual proposto, existir uma base de dados que contemple todas os dados com a finalidade de gerar informações e indicadores necessários para a tomada de decisões pelos gestores, conforme afirma Tundisi e Matsumura-Tundisi (2020).

A fase de planejamento busca identificar a melhor forma de coleta e análise de informações que fazem parte do ciclo de vida da água (Silva; Falsarella; Mariosa, 2022). Desta forma o planejamento deve levar em consideração as seguintes etapas do ciclo de vida da água: Entrada pelo ciclo hidrológico natural; Captação da água; Retenção e armazenamento;

Tratamento da água; distribuição e consumo e; Devolução da água para reuso.

A partir das definições das principais informações e indicadores necessários em cada uma das etapas do ciclo de vida da água na fase de planejamento, a Figura 2 tem como objetivo exemplificar informações e indicadores que poderiam ser utilizados em cada etapa.

Figura 2 – Informações e indicadores da fase de planejamento do SAD



Fonte: Autores do trabalho (2022).

Após a fase de planejamento é necessário coletar as informações identificadas como importantes pelos gestores de recursos hídricos. Desta forma, a próxima fase é a de coleta de dados e informações, que será descrita a seguir.

5.2 Coleta de dados e informações

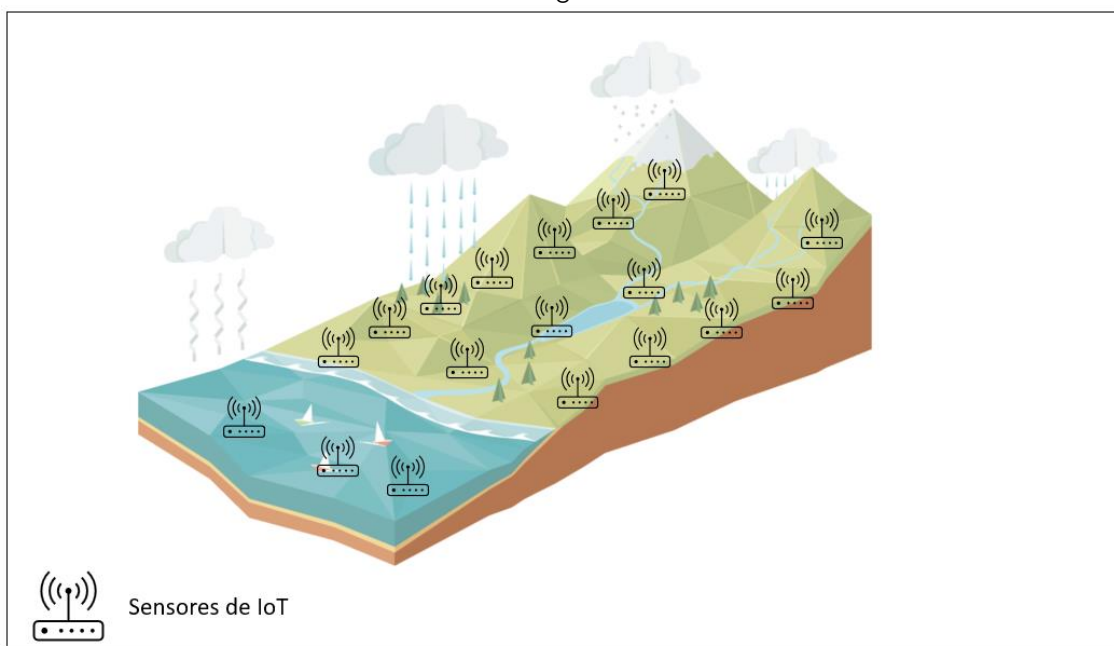
A segunda fase do SAD é a de coleta de dados e informações, nessa fase é necessário identificar as possíveis maneiras de coletar os dados que foram definidos na fase de planejamento, tendo vista, que já se conhece as fontes de informações pertinentes.

De acordo Tamilselvan e Thangaraj (2020), uma das possíveis formas para coleta dos dados e informações é com a utilização de uma rede de IoT que emprega sensores e TIC que são capazes de capturar e propagar dados em tempo real. Desta forma esses sensores podem ser instalados no espaço territorial de uma bacia hidrográfica (vide figura 3).

Além da possibilidade de coleta de dados utilizando IoT, Bortolin Jr. (2011) e Silva *et al.* (2013) descrevem que uma outra forma de coletar os dados pode ser feita a partir de informações já existentes em outros SI. Marks e Griebeler (2012) e Bortolin Jr. (2011), indicam que o SAD pode se integrar com outros SI e compartilhar indicadores, informações e dados que já estão sistematizados.

Em adição, as informações também podem ser fornecidas de forma manual para o SAD, uma vez que nem todas poderão ser coletadas via sensores IoT ou por meio de sistemas automatizados, um exemplo seria prováveis alterações de qualidade da água que poderia ser detectado por ribeirinhos que habitam as margens de rios ou riachos quando houver mudança de coloração.

Figura 3 – Representação de uma rede de sensores de IoT no espaço de uma bacia hidrográfica



Fonte: Autor do trabalho (2022).

Após coletar as informações necessárias, a próxima fase é a de análise, onde o SAD pode utilizar *Big Data* e assim fornecer subsídios para auxiliar a tomada de decisão.

5.3 Análise

A próxima fase do modelo conceitual de SAD é a de análise, cuja utilização de *Big Data* é interessante, pois de acordo com Bortolin Jr. (2011) e

Machado (2018) *Big data* pode ser utilizado para processamento de grandes volumes de dados. Segundo Machado (2018) o importante é analisar os dados, e posteriormente, transformá-los em informações e conhecimento que serão fontes e subsídios do processo de tomada de decisão. Em complemento Beulke (2011) e Kaisler, Armour e Espinosa (2013) indicam que *Big Data* pode ser caracterizado por trabalhar com volume de dados, velocidade de alteração dos dados, variedade de dados, veracidade dos dados e com o valor que será gerado após as análises. Machado (2018) descreve que a análise histórica de dados pode auxiliar na busca de entendimento de padrões baseado em valores históricos. Além disso, uma outra técnica que pode ser utilizada é a estimativa do valor futuro de um dado ou indicador, facilitando assim o processo decisório pelos gestores de recursos hídricos.

Para exemplificar essa fase, será descrita como as informações coletadas podem ser analisadas no SAD em todas as etapas do ciclo de vida da água.

Na etapa de ciclo hidrológico natural um indicador importante é o índice pluviométrico. As informações desse indicador podem ser coletadas utilizando uma rede de sensores IoT que transmitem o dado em tempo real. Desta forma é possível armazenar em uma base de dados os valores históricos, ou seja, dados de anos, meses e dias anteriores. Assim, a análise de dados históricos utilizando *Big Data* possibilita o a geração e o entendimento de padrões de comportamento deste indicador. Uma outra forma de análise é a projeção futura, essa técnica tem como objetivo projetar resultados futuros de um indicador a partir de padrões de comportamento de dados históricos.

A partir da coleta das informações na etapa de captação da água, a fase de análise pode ser útil para verificar se as quantidades que foram captadas são suficientes para atender a demanda de uma região e se existe previsão de aumento de volume de água em determinado rio, a partir da análise do volume em todo o seu curso. Na etapa de retenção e armazenamento, uma informação importante é o nível de água existentes nos reservatórios, desta forma, uma análise que pode ser feita é a disponibilidade futura de água que se encontra em um reservatório, face à previsão de consumo e escassez hídrica.

Na etapa de tratamento da água, um exemplo de informação que pode ser analisada é o pH. Assim, é possível identificar se existem valores que estejam fora da normalidade e em quais locais da bacia hidrográfica eles se encontram. Além disso, com a utilização de *Big Data*, podem ser identificados pontos de coleta em que a qualidade da água é melhor para substituir a captação na região onde foi detectado algum problema.

Para a distribuição e consumo é interessante analisar se a quantidade de água que é demandada para consumo de uma região está sendo entregue corretamente e se há disponibilidade para uso futuro. Um exemplo seria analisar se a solicitação de instalação de uma nova indústria em uma cidade pode ser aprovada, após ser avaliada se a nova demanda pode ou não comprometer a segurança hídrica dos consumidores residentes naquela região.

A análise na etapa de devolução da água para reuso pode ser feita através das informações desta etapa, que são, quantidade de água utilizada para reuso direto e indireto. Desta forma pode ser feita uma análise histórica dessa informação, sendo que o objetivo é identificar padrões sobre o reuso direto e indireto em determinadas regiões da bacia hidrográfica e projetar tendências de crescimento.

Após a fase de análise, é necessário que a informações sejam entregues aos gestores responsáveis pela tomada de decisão. Dessa forma, a próxima fase do modelo conceitual de SAD é a de disseminação da informação.

5.4 Disseminação da informação

A última fase do modelo conceitual de SAD é a fase de disseminação da informação. Nesta fase deve ser delimitada as formas para entregar aos gestores os resultados das análises que servirão de subsídio para a tomada de decisão. Desta forma, Ribeiro Neto (2021) indica duas principais formas de disseminar as informações, a primeira é utilizando *Dashboards* e a segunda é por meio de disponibilização de relatórios gerenciais. Nas duas formas é possível ter as informações e indicadores apresentados na forma de “*drill down*”, ou seja, em níveis, podendo ter informações e indicadores da bacia

como um todo, de cada sub-bacia, região, cidades da bacia, bairros de uma cidade, entre outros.

Exemplificando o conceito de “*drill down*” na etapa do ciclo hidrológico natural poderia se ter o índice pluviométrico médio da bacia hidrográfica, das subacias, de cada cidade e de cada bairro de uma cidade. Nesse exemplo, podem ser entregues as análises históricas que mostrem os valores calculados desse índice em um determinado período e as projeções de futuras desse indicador. Para a etapa de captação de água os resultados relacionados aos volumes de água que devem ser captados comparado com os valores que foram captados podem ser disponibilizados em um relatório gerencial.

Para disponibilização dos resultados da análise sobre a etapa de retenção e armazenamento da água, podem ser criados *dashboards* que mostrem em tempo real o volume de água em cada um dos reservatórios. Além disso, os *Dashboards* também podem ser úteis para disseminar as informações relacionadas ao nível de água em uma represa, e as possíveis alterações que podem ocorrer ao longo do tempo.

Para a etapa de tratamento da água, podem ser disponibilizados em um relatório gerencial os valores das análises o índice de qualidade da água. Em adição, pode ser útil a utilização de um *dashboard* que represente um mapa interativo da bacia hidrográfica, sendo possível identificar áreas em que os ribeirinhos possam indicar a eventual existência de problemas que afetem a qualidade da água.

Na etapa de distribuição e consumo é interessante que seja entregue aos gestores os resultados das análises referentes às quantidades de água que são demandadas em determinadas regiões, desta forma é possível calcular a quantidade de água que deve ser distribuída para atender o consumo. Além disso, o SAD pode auxiliar na disseminação de informação através da disponibilização de relatórios gerenciais que demonstrem cálculos de possíveis impactos, caso uma nova indústria deseje instalar uma sede dentro do espaço da bacia hidrográfica.

As informações relacionadas ao reuso da água podem ser disponibilizadas por *dashboards*, demonstrando as informações de volume de

água utilizada para reuso direto e a quantidade de água utilizada para reuso indireto em uma determinada área da bacia hidrográfica.

Com isso, a fase de disseminação da informação do SAD busca disponibilizar ao gestor informações e subsídios que possam servir como base para auxiliar o processo decisório na gestão de recursos hídricos.

6 CONCLUSÕES

A água é um dos bens naturais que desponta quanto a incerteza de sua disponibilidade futura. Desta forma, a gestão sustentável desse recurso é necessária, é essencial. Assim, um SAD que utilize tecnologias emergentes como *Big Data* e IoT é interessante para fornecer informações e subsídios que auxiliem os gestores na tomada de decisão na gestão de recursos hídricos.

O modelo conceitual de SAD foi proposto, descrito e ilustrado conforme Figuras 1, 2 e 3 e procurou-se seguir a metodologia de pesquisa na descrição do modelo a partir do que foi apresentado nas sínteses dos Quadros 1, 3 e 4. A proposta teve como base os conceitos de GI e as fases do ciclo Inteligência Organizacional e Competitiva, destacando que a etapa de Planejamento é realizada por seres humanos, gestores de recursos hídricos, o que sugere que qualquer sistema que seja implementado utilizando o modelo conceitual proposto vai ser diferente dos demais, uma vez que ele vai apresentar as informações e indicadores que cada gestor entende ser importante para o processo decisório.

Outro ponto de destaque é que, os SAD automatizados para a gestão de recursos hídricos dependem de muitas informações que estão dispersas no espaço territorial das bacias hidrográficas. Assim, para ter informações em tempo real elas precisam ser coletadas e dependem do uso de TIC. Nesse caso, a captura pode ser feita por meio de uma rede de sensores IoT. Uma vez tendo os dados capturados, devido à grande quantidade, dificilmente seres humanos conseguirão fazer a análise, nesse caso aplicações de *Big Data* são fundamentais para analisá-las, avaliá-las historicamente e fazer projeções futuras.

Além disso, como todos os estudos, também foi possível notar limitação, que talvez seja a dificuldade de instalar redes de sensores em todos os espaços de uma bacia hidrográfica, uma vez que nem sempre haverá sinal disponível para transmitir as informações capturadas em tempo real.

Finalmente, como sugestão para estudos futuros e complementares, é interessante que o modelo conceitual de SAD que foi proposto possa ser desenvolvido e automatizado. Além disso, a aplicação em um caso real seria possível identificar melhorias visando o seu aperfeiçoamento.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA das bacias PCJ. **Uso da água**. [s.l.]: Agência das Bacias PCJ, 2020. Disponível em: <https://agencia.baciaspcj.org.br/bacias-pcj/uso-da-agua/>. Acesso em: 15 maio. 2022.
- ALVES, R. P.; FALSARELLA, O. M. Modelo conceitual de inteligência organizacional aplicada à função manutenção. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 16, n. 2, p. 313-324, abr./jun. 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO [ANA]. **Relatório conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021**. Brasília (D.F.): ANA, 2021. Disponível em: <https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/>. Acesso em: 15 maio 2022.
- BEULKE, D. **Big Data impacts data management: The 5 Vs of Big Data**. [s.l.]: [s.n.], 2011. Disponível em: <https://davebeulke.com/big-data-impacts-data-management-the-five-vs-of-big-data/>. Acesso em: 15 maio 2022.
- BORTOLIN JR, S. A. M. Sistemas de Apoio à Decisão. **INFOCAMP**, Recife, [s.n.], [s.n.], p. 1–11, 2011.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília (D.F.): Presidência da República, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 16 maio 2022.
- CÂNDIDO, A. C.; VALE, M. A. Práticas de Gestão da Informação e inovação aberta em um polo tecnológico brasileiro. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 23, n. 4, p. 184–204, 2018. DOI 10.1590/1981-5344/3614.
- CHAVES, L. C.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; BORTOLUZZI, S. C. Construção de modelo para apoiar o processo de desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão. **Journal of Information Systems and Technology Management**, [s.l.], v. 17, [s.n.], 2020. DOI 10.4301/S1807-1775202017006.
- CHOO, C. W. Information management for the intelligent organization: roles and implications for the information professions. *In: DIGITAL LIBRARIES*

CONFERENCE, [s.n.], 1995, Singapura. **Proceedings...** Singapura: National Computer Board of Singapore, 1995. p. 81-99.

CORREIA, F. W. S.; MANZI, A. O.; CÂNDIDO, L. A.; SANTOS, R. M. N.; PAULIQUEVIS, T. Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 59, n. 03, p. 39-43, 2007.

DAVENPORT, T. H. **Ecologia da informação**: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação. São Paulo: Futura, 1998.

DIVANI, D.; PATIL, P.; PUNJABI, S. K. Automated plant watering system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATION OF POWER, ENERGY INFORMATION AND COMMUNICATION [ICCPEIC], [s.n.], 2016, Piscataway. **Anais...** IEEE: Piscataway, 2016. p. 180-182. DOI 10.1109/ICCPEIC.2016.7557245.

ENGENHEIROS SEM FRONTEIRAS. **Fique por dentro de como fazer um sistema de captação de água da chuva**. [s.l.]: [s.n.], 2019. Disponível em: <https://esf.org.br/captacao-de-agua-de-chuva/>. Acesso em: 15 maio 2022.

FERRAZ, I. C.; ROCHA, T. C. F.; GIACOMINI, I. B.; BEATO, C. E.; FRANCHI, N. **Indicadores ambientais para gestão de recursos hídricos do estado de São Paulo**. In: WORLD WATER CONGRESS, [s.n.], 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IWRA, 2007. p. 1-10.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

GUIMARAES, D. P.; REIS, R. J.; LANDAU, E. C. **Índices pluviométricos em Minas Gerais**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2010.

HASEEB, K.; ALMOGREN, A.; ISLAM, N.; UD DIN, I.; JAN, Z. An Energy-Efficient and secure routing protocol for intrusion avoidance in IoT-Based WSN. **Energies**, [s.l.], v. 12, n. 21, 2019. DOI 10.3390/en12214174.

JANNUZZI, C. A. S. C.; FALSARELLA, O. M.; SUGAHARA, C. R. Sistema de informação: um entendimento conceitual para a sua aplicação nas organizações empresariais. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 19, n. 04, p. 94-117, 2014.

KAISLER, S.; ARMOUR, F.; ESPINOSA, A. Introduction to Big Data: scalable representation and analytics for Data Science Minitrack. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 46., 2013, Wailea. **Preceeding...** Wailea: IEEE, 2013. p. 984-984. DOI 10.1109/HICSS.2013.292.

KOBIYAMA, Masato. Manejo de bacias hidrográficas: conceitos básicos. In: KOBIYAMA, Masato. Manejo de bacias hidrográficas sob a perspectiva florestal. Curitiba: UFPR, 1999. p. 52-54.



KRAMER, K. The challenge of protecting instream flows in Texas: closing the barn door after the horse has left? *In: WATER FOR TEXAS CONFERENCE*, 25., 1998, [s.l.]. **Proceeding...** [s.l.]: TWRI, 1998. p. 1–2. Tema: Water planning strategies for senate bill

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de Informação Gerenciais**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MACHADO, F. N. R. **Big Data: o futuro dos dados e aplicações**. São Paulo: Saraiva, 2018.

MARKS, S. R.; GRIEBELER, M. P. D. **Sistemas de Apoio à Decisão**. Ijuí: Editora Unijuí, 2012.

MUNCK, L.; SOUZA, R. B. Responsabilidade social empresarial e sustentabilidade organizacional: a hierarquização de caminhos estratégicos para o desenvolvimento sustentável. **Revista Brasileira de Estratégia**, Curitiba, v. 2, [s. n.], p. 185–202, 2009.

RIBEIRO NETO, J. A. **Big Data para Executivos e Profissionais de Mercado**. 2. ed. São Paulo, 2021.

NONATO, R. S.; AGANETTE, E. C. Gestão da informação: rumo a uma proposta de definição atual e consensual para o termo. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 27, n. 1, p. 133–159, 2022. DOI 10.1590/1981-5344/38428.

O'BRIEN, J. A.; MARAKAS, G. M. **Administração de Sistemas de Informação**. 15. ed. Porto Alegre: AMGH: McGraw-Hill: Bookman, 2013.

PHILIPPI JR., A.; SOBRAL, M. C.; CARVALHO, R. M. C. M. O. Bacia hidrográfica no contexto da sustentabilidade. *In: PHILIPPI JR., A.; SOBRAL, M. C. Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade*. Burueri: Editora Manole, 2019. p. 3–19.

POLETO, C. **Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2014.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008. DOI 10.1590/S0103-40142008000200004.

RIBEIRO, W. C.; SANTOS, C. L. S.; SILVA, L. P. B. Conflito pela água, entre a escassez e a abundância: Marcos teóricos. **Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 11, 2019. DOI: 10.48075/amb.v1i2.23619.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO [SABESP]. **Distribuição de água**. São Paulo: SABESP, 2020. Disponível em: <https://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=35#:~:text=Depois%20de%20tratada%2C%20a%20%20C3%A1gua,at%20chegar%20ao%20consumidor%20fina>. Acesso em: 15 maio 2022.

SANTANA, D. P. **Manejo integrado de Bacias Higráficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. Disponível em: www.cnpms.embrapa.br. Acesso em: 15 maio 2022.

SANTOS, R. M. O uso de indicadores para o diagnóstico da prestação de serviço de coleta e tratamento do esgoto doméstico na cidade de Aquidauana/MS. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Tupã, v. 8, n. 4, 2012. DOI 10.17271/19800827842012282.

SILVA, B. R.; MELO, M. C.; RIBEIRO, M. D. A.; BORGES, L. Sistemas de apoio à decisão médica (sadm). **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica**, [s.l.], v. 3, [s.n.], p. 1–11, 2013.

SILVA, M. L. R.; FALSARELLA, O. M.; MARIOSA, D. F. O processo de decisão na gestão de recursos hídricos: a contribuição da internet das coisas (iot) e big data. **Risus**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 45-58, jun. 2022.

SILVEIRA, D. T.; CORDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

TAMILSELVAN, K.; THANGARAJ, P. Pods: a novel intelligent energy efficient and dynamic frequency scalings for multi-core embedded architectures in an IoT environment. **Microprocessors and Microsystems**, [s.l.], v. 72, [s.n.], 2020. DOI 10.1016/j.micpro.2019.102907.

TUCCI, Carlos; CHAGAS, Maria. Segurança hídrica: conceitos e estratégia para Minas Gerais. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Blumenau, v. 14, n. 1, p. 1–16, 2017. DOI 10.21168/reg.v14e12.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **A Água**. São Carlos: Editora Scienza, 2020. DOI 10.26626/978-65-5668-005-7/B0001.

TURBAN, E.; RANIER JR., R. K.; POTTER, R. E. **Introdução a Sistemas de Informação uma abordagem gerencial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.