

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA e PÓS-GRADUAÇÃO

CENTRO DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO

PLANO DE TRABALHO DO ALUNO – 2023/2024

ALUNO DO CURSO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE

Aluno: Emílio José Biasi

RA: 21006674

<http://lattes.cnpq.br/1934023926383113>

DOCENTE ORIENTADOR

Prof. Dr. Orandi Mina Falsarella

GRUPO DE PESQUISA

Informação para Gestão e Inovação

Áreas de Tecnologias Prioritárias do MCTIC: Tecnologias Habilitadoras (Internet das Coisas IoT) e Tecnologias para qualidade de Vida (segurança hídrica)

Campinas, fevereiro de 2023

TÍTULO

Bacias hidrográficas inteligentes: tecnologias e aplicações de inteligência artificial para auxiliar na gestão de recursos hídricos

RESUMO

Para uma boa gestão dos recursos hídricos, especialmente visando a segurança hídrica, é importante existirem informações e subsídios para auxiliar o processo decisório. Nesse caso as Tecnologias da Informação e Comunicação, principalmente as tecnologias e aplicações que utilizam Inteligência Artificial (IA) podem contribuir, caso sejam aplicadas para monitorar as ações dos Planos de Recursos Hídricos. Assim, esse trabalho tem como objetivo relacionar e descrever as principais tecnologias e aplicações de IA utilizadas no contexto da gestão de recursos hídricos e segurança hídrica encontradas na literatura científica e verificar como elas poderiam ser utilizadas para auxiliar o processo decisório no monitoramento das ações do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2020-2035 (PRH-BHPCJ). O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória e os dados do estudo, de caráter qualitativo, serão obtidos por meio de uma pesquisa bibliográfica sobre os temas gestão de recursos hídricos, segurança hídrica, aplicações de inteligência artificial e tecnologias de inteligência artificial aplicando-se a técnica de revisão sistemática de literatura. A análise dos dados para verificar junto PRH-BHPCJ) que tecnologias ou aplicações de IA podem auxiliar o processo decisório adotará uma abordagem prescritiva. Como resultado espera-se relacionar as tecnologias e aplicações de IA encontradas na literatura e descrever como elas podem contribuir com a gestão das ações do PRH-BHPCJ.

Palavras-chave: Bacias Hidrográficas Inteligentes, Gestão de recursos hídricos, Segurança hídrica, Inteligência artificial.

INTRODUÇÃO

A Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) é utilizada em todas as áreas de conhecimento por empresas públicas e privadas para aumentar a competitividade e a eficiência operacional e de gestão e por universidades e centros de pesquisa para a geração de novos conhecimentos que possam trazer benefícios para a sociedade em geral.

Na gestão de recursos hídricos, o objetivo 6 da agenda 2030 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) trata de “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos, tendo como metas até 2030” (ONU, 2015):

- ✓ Alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos;
- ✓ Alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade;
- ✓ Melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente;
- ✓ Aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;
- ✓ Implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado;
- ✓ Proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos;
- ✓ Ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso.
- ✓ Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.

Para alcançar as metas sugeridas, a execução de quaisquer ações estratégicas pelos gestores dos recursos hídricos se dá no espaço territorial das bacias hidrográficas, como pode ser observado no Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PRH-BHPCJ) com previsão de execução nos anos de 2020 a 2035 (PCJ, 2020), o qual contém muitas ações estratégicas que contribuem com os objetivos e metas da

agenda 2030, principalmente o de número 6 que é “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos”.

Para Porto e Porto (2008), bacias hidrográficas são entes sistêmicos, uma vez que nelas são realizados processos de entrada de água, onde realizam-se as atividades humanas e abrange áreas urbanas, agrícolas, áreas de preservação e industriais, fornecendo água para todo esse espaço.

Para que a água seja disponível em quantidade e qualidade e atenda a necessidade de todos os seres vivos que dela necessitem para a sobrevivência e realização das suas atividades produtivas, deve existir uma boa gestão dos recursos hídricos e principalmente segurança hídrica.

Para Gleick e Iceland, (2018) segurança hídrica ocorre quando em determinado espaço territorial há garantias que certa quantidade de água chegue ao conjunto de consumidores na qualidade, volume e com a continuidade adequada para a manutenção da vida e também das atividades produtivas.

Formiga-Johnsson e Brito (2000) afirmam que para se alcançar a segurança hídrica são necessários serviços que garantam o direito humano a água e que a água seja disponibilizado em quantidade e qualidade, proporcionando universalização de acesso.

Para Beek e Arriens (2014), segurança hídrica não se refere apenas à quantidade e qualidade de água disponível, uma vez que envolve diversos aspectos incluindo a questão da escassez, do excesso e da potabilidade. Além disso, segundo esses autores, segurança hídrica se relaciona com a mitigação dos riscos relacionados à água, como secas e enchentes e também se relaciona com a resolução de conflitos em torno de recursos hídricos compartilhados entre os vários outros atores interessados nesse bem precioso.

Assim, o grande benefício que um bom processo de gestão de recursos hídricos pode trazer no contexto da segurança hídrica é ter dados, informações e subsídios para auxiliar o processo decisório para que se consiga avaliar se as ações propostas nos Planos de Recursos Hídricos, como é o caso do PRH-BHPCJ, estejam sendo executadas a contento. Nesse caso as TIC podem contribuir significativamente fornecendo informações e subsídios para auxiliar o processo decisório.

Para Dubey et al (2019), a utilização de métodos computacionais auxilia na avaliação adequada de desempenho sustentável das empresas, pela rapidez na veiculação das inúmeras informações.

Nesse contexto Ramos et al (2023) citam o termo Transformação Digital (TD) que incentiva a inovação digital das organizações e são aprimorados por várias tecnologias, como por exemplo a inteligência artificial (IA) que fornece ferramentas para apoiar a tomada de decisão e em muitos casos podem decidir autonomamente sem a necessidade de um ser humano. Ainda, segundo os mesmos autores, os aplicativos de software, além da IA podem integrar outras tecnologias como Big Data e IoT.

De acordo com Russell e Norvig (2021) tecnologias e aplicações de IA tem a capacidade de realizar uma ação racional, ou seja, é um agente inteligente que executa a melhor ação possível em uma determinada situação a partir de algoritmos que utilizam técnicas de *Machine Learning* (ML).

Para Witten et al (2011), ML utiliza o conceito de aprendizado por exemplos, ou seja, por meio de dados históricos, cujos algoritmos, a partir da aplicação de técnicas para criar ou evoluir um determinado modelo que é utilizado na formulação de hipóteses e soluções.

Assim, sabendo da importância da segurança hídrica, da necessidade de uma boa gestão dos recursos hídricos, que a água disponível para consumo está dispersa no espaço territorial das bacias hidrográficas e, principalmente, que é necessária informação para aprimorar o processo decisório dos gestores de recursos hídricos, este trabalho pretende responder as seguintes questões:

- ✓ Existem relatos na literatura científica da utilização de tecnologias e aplicações de IA voltadas para a temática segurança hídrica e gestão de recursos hídricos?
- ✓ Quais as principais tecnologias e aplicações de IA estão sendo utilizadas nestas áreas?
- ✓ Que tecnologias e aplicações de IA encontradas na literatura científica poderiam ser utilizadas para auxiliar no monitoramento das ações referentes a gestão de recursos hídricos e segurança hídrica descritas no Plano de Recursos

Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2020-2035 (PRH-BHPCJ)?

JUSTIFICATIVA

Com estes questionamentos, entende-se que este trabalho de iniciação científica se justifica, pois diante do estudo de conceitos, tecnologias e aplicações de IA já existentes e possivelmente utilizado na gestão de recursos hídricos e segurança hídrica disponíveis na literatura científica, pretende selecioná-las, e verificar como elas poderiam auxiliar nas ações descritas nos Planos de Recursos Hídricos, especialmente das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí de modo a auxiliar o processo decisório dos gestores de recursos hídricos e contribuir para a gestão dos recursos hídricos e segurança hídrica.

OBJETIVO

Nesse sentido, esse trabalho tem como objetivo relacionar e descrever as principais tecnologias e aplicações de inteligência artificial utilizadas no contexto da gestão de recursos hídricos e segurança hídrica encontradas na literatura científica e verificar como elas poderiam ser utilizadas para auxiliar o processo decisório no monitoramento das ações do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2020-2035.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória. Segundo Silveira e Córdova (2009), esse tipo de pesquisa também proporciona mais familiaridade com o tema tornando-o mais conhecido. Ele também se encaixa com estudos com os quais se pretende “(...) examinar um tema ou problema de investigação pouco estudado ou que não tenha sido abordado antes” (SAMPIERI, COLLADO, LUCIO, 1991, p. 59).

Os dados do estudo, de caráter qualitativo, serão obtidos por meio de uma pesquisa bibliográfica sobre os temas gestão de recursos hídricos, segurança hídrica, aplicações de inteligência artificial e tecnologias de inteligência artificial.

A análise dos dados para verificar junto ao Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2020-2035 que tecnologias ou tecnologias de IA podem auxiliar o processo decisório adotará uma abordagem prescritiva, uma vez que busca observar maneiras diferentes de avaliar como os conceitos envolvidos se integram e se complementam.

Para se obter as tecnologias e aplicações de IA aplicáveis à gestão de recursos hídricos e segurança hídrica, as informações serão coletadas em bases de dados documentais e bibliográficas, aplicando-se a técnica de revisão sistemática de literatura (CRESWELL; CLARK, 2015).

Uma revisão sistemática da literatura tem como objetivo conseguir assertividade na busca, extraindo com precisão o que há de mais relevante nos trabalhos já publicados e de acordo com os critérios de elegibilidade e qualificação previamente definidos dos estudos (BOAZ; ASHBY; YOUNG, 2002; HIGGINS et al., 2019; NEWELL; BURNARD, 2011).

Serão considerados elegíveis para esta pesquisa os estudos que contenham tecnologias e aplicações de IA relacionados à gestão de recursos hídricos e segurança hídrica. Os textos elegíveis serão selecionados por mecanismos de busca nas bases de dados da Web of Science, Scopus e EBSCOhost (Academic Search Complete) em artigos publicados nos últimos 10 anos.

Os termos de pesquisa a serem utilizados na busca serão ajustados e redefinidos, se necessário, a partir das expressões “tecnologias de IA” e “Aplicações de IA” em associação com as expressões “segurança hídrica” e “gestão de recursos hídricos”.

Os artigos passarão pela leitura colaborativa dos títulos e resumos na Plataforma Rayyan (OUZZANI et al., 2016). Uma vez identificados os artigos potencialmente relevantes, estes serão submetidos à análise do texto completo para determinar sua elegibilidade ou não.

Uma vez tendo sido selecionados, as tecnologias e aplicações de IA relacionadas à gestão de recursos hídricos e segurança hídrica serão descritas e será avaliado quais delas poderiam ser utilizadas para auxiliar o processo decisório na execução das ações descritas no Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2020-2035 (PRH_BHPCJ).

Para selecionar as ações do PRH-BHPCJ que farão parte da análise serão avaliadas quais delas tem como propósito contribuir com as metas do objetivo 6 da agenda 2030 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2015).

RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se no decorrer deste trabalho de Iniciação Científica, além do cumprimento do cronograma e do objetivo do trabalho, desenvolver no estudante espírito investigativo, autonomia intelectual e capacidade de sistematização dos vários saberes com os quais estará interagindo ao longo da vigência do projeto.

CRONOGRAMA

Atividade	setembro a outubro 2023	Novembro 2023 a janeiro 2024	Fevereiro a abril 2024	Maió a agosto 2024
Estudar e conceituar segurança hídrica, gestão dos recursos hídricos e inteligência artificial	X	X		
Desenvolver a revisão sistemática da literatura descrevendo as tecnologias e aplicações de IA que podem utilizadas no contexto da gestão dos recursos hídricos e segurança hídrica	X	X	X	
Avaliar quais Tecnologias e aplicações de IA poderiam ser utilizadas para auxiliar o processo decisório na execução das ações descritas PRH-BHPCJ)			X	X
Elaborar artigos científicos	X	X	X	X
Elaborar relatórios parcial e final		X		X

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEEK, E. V.; ARRIENS, W.L. Water Security: Putting the Concept into Practice. Global Water Partnership, Stockholm, 2014.

BOAZ, Annette; ASHBY, Deborah; YOUNG, Ken. Revisões sistemáticas: ¿qué pueden ofrecer a las políticas y prácticas basadas en la evidencia? Londres - Reino Unido: ESRC UK Centre for Evidence Based Policy and Practice London, 2002.

CRESWELL, John W; CLARK, Vicki L Plano. Investigación con métodos mixtos-: Serie de métodos de investigación. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

DUBEY, Rameshwar; GUNASEKARAN, Angappa; CHILDE, Stephen J.; PAPADOPOULOS, Thanos; LUO, Zongwei; WAMBA, Samuel Fosso; ROUBAUD, David. Can big data and predictive analytics improve social and environmental sustainability? Technological Forecasting and Social Change, 2019.

FORMIGA-JOHNSON, Rosa Maria; BRITTO, Ana Lucia. Segurança hídrica, abastecimento metropolitano e mudanças climáticas: considerações sobre o caso do Rio de Janeiro. Revista Ambiente e Sociedade, Vol. 23, 2000.

GLEICK, P.; ICELAND, C. Water, Security, and Conflict. Issue Brief. World Resource Institute and Pacific Institute., p. 1–16, ago. 2018.

HIGGINS, Julian PT; THOMAS, James; CHANDLER, Jacqueline; CUMPSTON, Miranda; LI, Tianjing; PAGE, Matthew J.; WELCH, Vivian A. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. [s.l.] : John Wiley & Sons, 2019.

NEWELL, Robert; BURNARD, Philip. Investigación para la práctica sanitaria basada en la evidencia. John Wiley & Sons, 2011.

ONU, Organização das Nações Unidas, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, 2015, disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>

OUZZANI, Mourad; HAMMADY, Hossam; FEDOROWICZ, Zbys; et al. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. Revisões sistemáticas, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2016.

PCJ, 2020. Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2020-2035, disponível em https://www.comitespcj.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=957:pb-pcj-2020-2035&catid=148:plano-das-bacias&Itemid=332.

PORTO, Monica FA; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos avançados, v. 22, p. 43-63, 2008.

RAMOS, M.E.; AZEVEDO, A.; MEIRA, D.; CURADO Malta, M. Cooperatives and the use of artificial intelligence: a critical view. Sustainability, n.15, n. 329, 2023. <https://doi.org/10.3390/su15010329>

RUSSELL, S.J.; NORVIG, P. Artificial intelligence: a Modern approach, 4 ed, Pearson: London, UK, 2021.

SAMPIERI, Roberto Hernandez; COLLADO, Carlos Fernadez; LUCIO, Pilar Batista Otros Metodología de la Investigación, v. 3, 1991.

SILVEIRA, D. T.; CÓDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDDT, T. E. e SILVEIRA, D. T. (org.). Métodos de Pesquisa. Porto Alegre: Editora de UFRGS, P. 31-42, 2009.

WITTEN, I.; FRANK, E.; HALL, M.A.; PAL, C.J. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2011; ISBN 9780123748560.