



XIV ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE

DESENVOLVIMENTO DE UM BANCO DE DADOS HIDROGEOLÓGICO DO IGARN PARA ANÁLISE INTEGRADA USANDO TÉCNICAS DE *MACHINE LEARNING*

Alanny Christiny Costa de Melo¹; Antônio Marozzi Righetto¹; Carla Michelly da Costa Fernandes¹; Jarina Idália Avelino Danta¹; Kaio Geovanne de Medeiros¹; Luana Silvestre Fernandes¹; Maria Isabela Batista Clemente¹; Radimilla Fernanda Avelino de Oliveira¹; Ana Clara Pereira dos Santos^{1,2} & Elica Lorrane Costa Nascimento^{1,2}

RESUMO: *Pesquisas sobre a elaboração de banco de dados hidrogeológicos georreferenciados são escarças, mas necessárias para que se obtenha um padrão no armazenamento dessas informações. Contudo, o foco sobre hidrogeologia parece não estar presente como a literatura tem abordado. Este trabalho propõem a criação de um banco e dados hidrogeológicos do Estado do Rio Grande do Norte, dentro de um sistema de informações georreferenciado. A presente pesquisa tem por objetivo principal preencher a lacuna da existência de um banco e dados capaz de reunir os dados existente em uma plataforma de sistema de informação geográfico (SIG) utilizando um software livre, de acesso aberto e gratuito, o QGis 3.16 (versão 2021) e a técnica de aprendizado de máquina (Machine Learning) para reconhecimento de padrões, otimizando o processo de emissão de outorgas para exploração de águas na área de estudo. A nova estrutura da base de dados hidrogeológicos irá facilitar a manipulação das informações tanto por especialistas quanto pelos demais usuários, bem como a organização dos arquivos, considerando o intercâmbio, a integração e a utilização dos dados. Podendo ser acessada de forma remota de qualquer lugar através do acesso à internet.*

Palavras-Chave – Recursos Hídricos, Dados Hidrogeológicos, Sistema de Informação Geográfica.

1) Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte, Rua Raposo Câmara nº 3588, Candelária, Natal/RN, (84)98137-2094, alannymelo@gmail.com.

2) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário s/nº, Lagoa Nova, Natal/RN.

1 INTRODUÇÃO

As pesquisas em geociências produzem grandes quantidades de dados hidrológicos, geológicos, químicos, físicos e biológicos. Geralmente, esses dados são coletados a uma taxa mais rápida do que eles podem ser analisados e integrados (Melo *et al.*, 2021).

Pesquisas recentes desenvolvidas por Dias (2020) e Cirilo *et al.* (2010), demonstram a baixa disponibilidade hídrica existente no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1) e a necessidade de uma gestão eficiente, moderna e inovadora para lidar com esse problema no cenário potiguar. Estudos voltados ao entendimento dos processos hidrológicos são de suma importância para auxiliar a gestão e a tomada de decisões relacionadas aos recursos hídricos. É neste sentido que essa pesquisa se torna fundamental para contribuir com a produção de conhecimento aplicada à gestão pública de modo inovador e tecnológico.

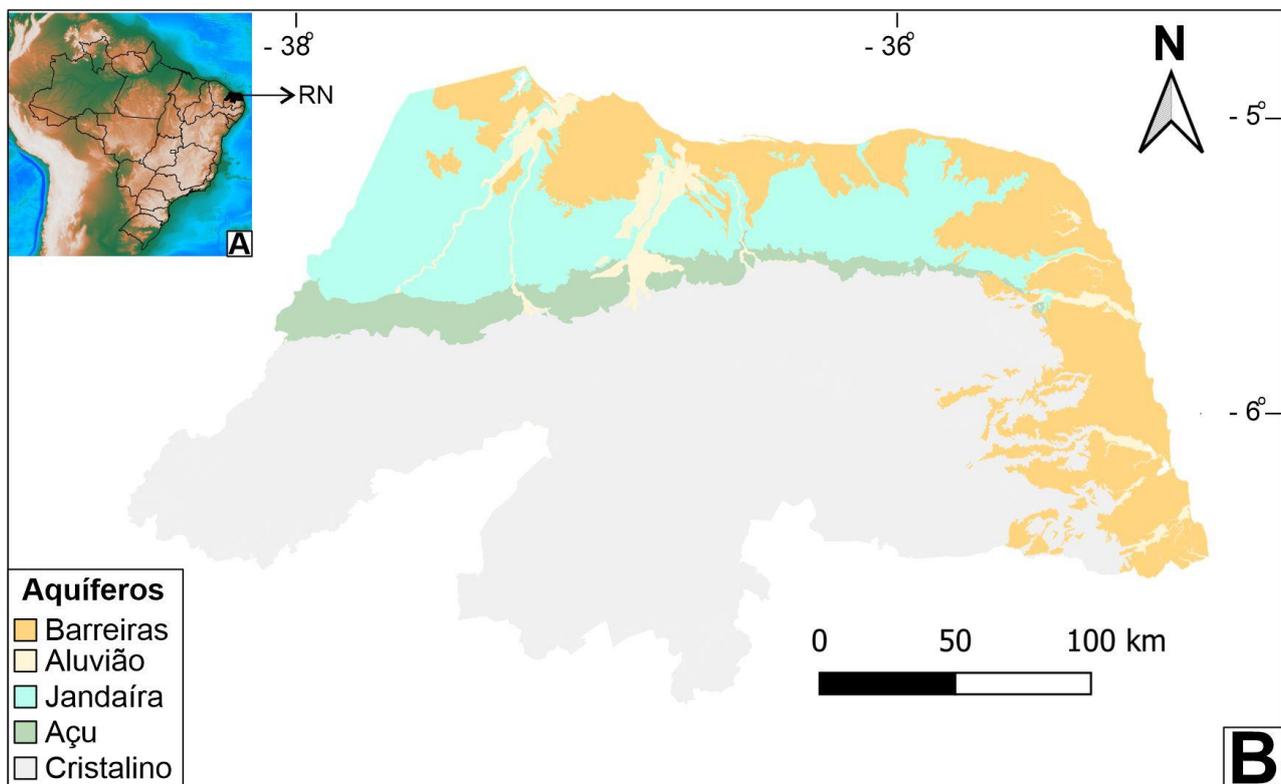


Figura 1: (A) Mapa de localização da área de estudo. Base de dados: SRTM30_Plus V7.0 (2021); (B) Mapa de distribuição dos aquíferos do Estado do Rio Grande do Norte. Limites dos aquíferos, dos estados brasileiros e do Brasil extraídos do Geobank do Serviço Geológico do Brasil (CPRM; <https://geosgb.cprm.gov.br/>). Elaboração própria.

Para os processos de outorgar de captação de água subterrânea faz necessário o Estudo Hidrogeológico, Perfil Construtivo do Poço, Teste de Bombeamento e Vazão, gerando grande quantidade de dados. O volume extraordinário de dados multidisciplinares e a complexidade de suas inter-relações gera uma necessidade do emprego de métodos e tecnologias para melhorar a eficiência e a eficácia da interpretação desses dados. No entanto, interpretar uma grande quantidade de dados e compreender a complexidade das interrelações dados hidrogeológicos criam uma excelente oportunidade para o uso de técnicas de otimização para melhorar a eficiência e a eficácia da interpretação conjunta de múltiplos dados. Este problema pode ser objetivamente abordado usando técnicas de aprendizagem de máquina (*machine learning*), que trabalhem no hiperespaço multivariado, usando parâmetros que quantificam características dos dados.

Nas últimas décadas, grande quantidade de dados hidrogeológicos do Estado do Rio Grande do Norte foram obtidos e armazenados pelo Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do



Norte (IGARN). Os dados decorrentes de pesquisas desenvolvidas pelo órgão público, processos de outorga, relatórios de graduação, dissertações de mestrado, teses de doutorado, além de relatórios de pesquisadores locais. Mas esse acervo de dados nunca foi objetivo de uma centralização, tornando dificultoso e mais demorado o processo de emissão de outorga pelo órgão.

A presente pesquisa tem por objetivo principal preencher a lacuna da existência de um banco e dados capaz de reunir os dados existente em uma plataforma de sistema de informação geográfico (SIG) utilizando um software livre, de acesso aberto e gratuito, o QGis 3.16 (versão 2021) e utilizar a técnica do *Machine Learning* para otimizar o processo de emissão de outorgas para exploração de águas na área de estudo. Para isso faz necessário elencar os seguintes objetivos específicos: (1) organizar e padronizar todos os dados hidrogeológicos disponíveis do IGARN em um ambiente SIG, visando à recuperação de dados e melhoria da qualidade das informações; (2) testar a capacidade do banco de dados de fornecer um acesso a um amplo acervo de dados originados de fontes variadas e auxiliar a equipe do IGARN no tratamento desses dados; (3) aplicar a técnica do *Machine Learning*, treinando e utilizando o aprendizado de máquina a máquina para gerar novas interpretações a partir de dados existentes, otimizando e integrando sua interpretação.

O Banco de Dados será incorporado ao Sistema de Informações Geográficas (SIG), permitindo interações com este e o processamento de informações. A elaboração de um banco de dados georreferenciado, é essencial para o desenvolvimento de sistemas de informação.

O desenvolvimento do SIG e a aplicação do aprendizado de máquina (*machine learning*) possibilitará aos pesquisadores do IGARN, bem como qualquer outro público interessado, o processamento ágil e eficiente da informação georreferenciada armazenada no Banco de Dados, bem como a visualização espacial da distribuição desses dados, contribuindo com a elaboração de um sistema de gestão e suporte a decisão de outorga.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Pode-se definir Gestão dos Recursos Hídricos como sendo uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e diretrizes, ao preparo de documentos orientadores e normativos, à estruturação de sistemas gerenciais e à tomada de decisões que tem por objetivo final promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos.

A outorga é instrumento através do qual o Poder Público autoriza o usuário a utilizar as águas de seu domínio, por tempo determinado e com condições preestabelecidas, com o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos das águas superficiais e subterrâneas e o efetivo exercício do direito de acesso à água (art. 11 da lei 9.433/97).

Todos os usuários, ou seja, aqueles que fazem captação para qualquer finalidade de uso nas águas de rios, lagos ou águas subterrâneas, deve ser solicitada uma Outorga ao Poder Público.

Para iniciar o processo de outorgar é necessário o querente apresentar Estudo Hidrogeológico, Perfil Construtivo do Poço, Teste de Bombeamento e Vazão todas essas informações geram uma grande quantidade de dados que se não forem reunidos em um banco de dados em SIG poderão ser perdidos, demandando mais tempo e trabalho.

A principal função de um SIG é trabalhar com dados que possuem uma componente espacial (posição geográfica definida) e uma componente não-espacial (seus atributos, suas características, suas propriedades (Câmara *et al.*, 1996).

A técnica de *machine learning* utilizada será a mesma empregada com sucesso por Melo *et al.*, 2021, de forma não supervisionada desenvolvida para a análise integrada e mapeamento semiautomático, que funciona como uma ferramenta de análise e visualização de dados em espaço n-dimensional, baseada em princípios de quantização vetorial (VQ) e medidas de similaridade de vetor (VS) (Kohonen, 1982, 2001).



3 METODOLOGIA

Neste trabalho será adotada uma metodologia similar à que foi desenvolvida por Melo *et al.*, 2021 e baseada nos estudos de Fraser e Dickson, 2007. Inicialmente será realizado um levantamento dos dados hidrogeológicos disponíveis no IGARN, tanto em meio digital quanto em meio analógico (dados em papel). Os dados analógicos serão incorporados ao meio digital no padrão adotado para o banco de dado. E seguida ocorrerá uma formatação e padronização de dados a ser seguida, determinando qual a melhor forma de representar em um único documento informações hidrogeologias coletadas ao longo de vários anos e por vários pesquisadores e requerentes. Posteriormente será construído o banco de dados feito a partir de uma modelagem que agrupa dados em forma de raster e vetor.

Numa outra etapa, ocorrerá o processamento, interpretação de dados e plotagem dos dados para a visualização espacial da distribuição dessas informações. E por fim promover a integração de resultados utilizará técnica do *machine learning* utilizando princípio do vetor competidor, baseada em princípios de quantização vetorial (VQ) e medidas de similaridade de vetor (VS).

I – Levantamento dos dados hidrogeológicos disponíveis no IGARN, tanto em meio digital quanto em meio analógico (dados em papel). Os dados analógicos serão incorporados ao meio digital no padrão adotado para o banco de dado;

II - Definição da formatação de dados a ser seguida, determinando qual a melhor forma de representar em um único documento informações hidrogeologias coletadas ao longo de vários anos e por vários pesquisadores e requerentes;

III - Desenvolvimento do banco de dados feito a partir de uma modelagem que agrupa dados em forma de raster e vetor;

IV - Processamento, interpretação de dados e plotagem dos dados para a visualização espacial;

V - Integração de resultados usando a técnica do *machine learning* utilizando princípio do vetor competidor, baseada em princípios de quantização vetorial (VQ) e medidas de similaridade de vetor (VS);

VI - Elaboração de mapas e relatórios técnicos.

4 RESULTADOS ESPERADOS

A pesquisa apresentada visa uma gestão e análise de dados hidrogeológicos mais eficiente, moderna e inovadora para lidar com a situação de escarcas hídrica vivida pelo Estado do Rio Grande do Norte. Esse projeto se torna articula com um dos eixos estabelecidos no projeto institucional do IGARN, Ciência, Tecnologia e Inovação para gerenciamento dos recursos hídricos, plano Estadual de Recursos Hídrico, e o Plano de Governo /Plano Plurianual (PPA, 2020-2023). Já que irá proporcionar a modernização da gestão dos recursos hídricos além de prover uma melhoria na comunicação externa do órgão, facilitando o acesso dos dados a todos os interessados. Tornando mais efetivo os processos de análise de outorgar e agilizando trâmites processuais.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nova estrutura da base de dados hidrogeológicos do IGARN irá facilitar a manipulação das informações tanto por especialistas quanto pelos demais usuários, bem como a organização dos arquivos, considerando o intercâmbio, a integração e a utilização dos dados. Podendo ser acessada de forma remota de qualquer lugar através do acesso à internet. Otimizando os processos de outorgas, minimizando riscos e reduzindo custos.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) pelos dados e infraestrutura para a execução do trabalho. A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (FAPERN) pelas bolsas de pesquisa dos autores Edital IGARN/FAPERN Nº 15/2021. “Projeto de Inovação para a Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte”, executado pelo Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN), financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (FAPERN).

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Agência Nacional de Águas. Lei Federal nº9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- CÂMARA, G.; CASANOVA, M.; HEMERLY, A.; MEDEIROS, C. B.; MAGALHÃES, G., (1996). “*Anatomia de sistemas de informação geográfica*”. UNICAMP - Instituto de Computação, Campinas - SP, 193p.
- CIRILO, J.A.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; CAMPOS, J.N.B. (2010). “*A questão da água no semiárido brasileiro*”. Org. por Bicudo, C.E.M.; Tundisi, J.G. e Scheunstuhl, M.C.B., Águas do Brasil análises estratégicas, ed. Instituto de Botânica, São Paulo - SP, 1, p. 81-91.
- DIAS, E.S. (2000). “*Mudanças climáticas e recursos hídricos: percepções sobre riscos climáticos e capacidade adaptativa na região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil*”. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 137f.
- KOHONEN, T. (1982). “*Analysis of a simple self-organizing process*”. Biological Cybernetics 44, pp. 135-40.
- KOHONEN, T. (2001). “*Self-Organizing Maps*”. Springer Berlin Heidelberg, Third edit. ed.
- MELO, A.C.C., DE CASTRO, D.L., FRASER, S.J. MACÊDO FILHO, A.A. (2021). “*Using self-organizing maps in airborne geophysical data for mapping mafic dyke swarms in NE Brazil*”. Journal of Applied Geophysics, 192, pp. 1-16.
- QGIS, Geographic Information System. QGIS Association.
- RIO GRANDE DO NORTE, Plano de Governo /Plano Plurianual (PPA, 2020-2023); TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Educação e pesquisa, v. 31, p. 443-466, 2005.