



Software QGIS como ferramenta de ensino de tópicos em hidrologia para o ensino superior

Juarez Antônio da Silva Júnior¹ - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2898-0309>

Vanessa Silva de Moraes² - Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7415-3745>

Emylle Adrielly Miranda de Lira³ - Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6143-0192>

¹ Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, Brasil*

² Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, Brasil**

³ Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE, Brasil***

Artigo recebido em 07/02/2024 e aceito em 04/11/2024

RESUMO

A disciplina de Hidrologia é parte integrante do currículo obrigatório dos cursos de graduação em engenharias e ciências da Terra. Nos últimos tempos, tem havido uma reavaliação dos conteúdos e das abordagens pedagógicas empregadas nessa disciplina. Paralelamente, tem sido uma prioridade proporcionar aos estudantes uma compreensão mais ampla e contextualizada do assunto, com a incorporação de softwares de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) diretamente nas aulas. Portanto, o objetivo desta pesquisa é avaliar a utilização das ferramentas proporcionadas pelo software de código aberto QGIS como componentes funcionais e tecnológicos no processo de aprendizagem durante as aulas de tópicos em hidrologia, promovendo o papel de mediador do professor, diante das diretrizes práticas para a integração dessas ferramentas nas aulas, focalizando em quatro módulos nos temas como Bacia Hidrográfica, Precipitação e Gestão de Recursos Hídricos. Foi observado que as ferramentas disponíveis no QGIS abordaram de maneira abrangente os tópicos tratados na disciplina, capacitando os alunos a visualizarem espacialmente os fenômenos e conceitos, desde o conceito de bacia hidrográfica até a gestão dos recursos hídricos naturais, utilizando técnicas de geoprocessamento. Em resumo, a utilização de geotecnologias, por meio da implementação prática no QGIS nas aulas de hidrologia, tem o potencial de aprimorar a abordagem educacional da disciplina, visando uma compreensão mais completa por parte dos alunos sobre os temas, especialmente quando as aplicações têm relevância direta para a vida cotidiana dos estudantes.

Palavras-chave: educação; formação universitária; dados espaciais; recursos hídricos.

*Mestrando em Engenharia Civil pelo (PPGEC-UFPE) e Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor pelo Departamento de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal de Pernambuco (Decart - UFPE). E-mail: juarez.silvajunior@ufpe.br.

**Graduada em Engenharia Cartográfica pelo Departamento de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal de Pernambuco (Decart-UFPE). E-mail: vanessa.moares@ufpe.br

***Graduada em Engenharia Cartográfica pelo Departamento de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal de Pernambuco (Decart-UFPE). E-mail: emylle.lira@ufpe.br

QGIS software as a tool for teaching hydrology topics for higher education

ABSTRACT

The Hydrology discipline is an integral part of the mandatory curriculum for undergraduate courses in engineering and earth sciences. In recent times, there has been a reevaluation of the content and pedagogical approaches used in this discipline. At the same time, it has been a priority to provide students with a broader and more contextualized understanding of the subject, with the incorporation of Geographic Information Systems (GIS) software directly into classes. Therefore, the objective of this research is to evaluate the use of the tools provided by the open source software QGIS as functional and technological components in the learning process during classes on hydrology topics, promoting the teacher's role as mediator, given practical guidelines for the integration of these tools into classes, focusing on four modules on topics such as Watershed, Precipitation and Water Resources Management. It was observed that the tools available in QGIS comprehensively addressed the topics covered in the course, enabling students to spatially visualize phenomena and concepts, from the concept of river basin to the management of natural water resources, using geoprocessing techniques. In summary, the use of geotechnologies, through practical implementation in QGIS in hydrology classes, has the potential to improve the educational approach of the discipline, aiming for a more complete understanding on the part of students on the topics, especially when the applications are relevant directly into the daily lives of students.

Keywords: education; university education; spatial data; water resources.

INTRODUÇÃO

No ensino de graduação nas áreas afins as ciências da Terra, o estudo de tópicos em hidrologia tem como objetivo geral capacitar o aluno para atuar no controle de enchentes e drenagem pluvial, abrangendo tanto o projeto de sistemas de galerias pluviais quanto a análise e projeto de sistemas de canais. Historicamente, o planejamento da drenagem tem recebido menos ênfase, com o foco predominantemente direcionado para a quantificação dos fenômenos, os quais são representados como parte de esquemas mais amplos. Essa simplificação implica na negligência de diversos aspectos, como as interações entre a drenagem natural, os ecossistemas, o relevo e a topografia, a urbanização e as necessidades das comunidades envolvidas (Kelleher et al. 2022).

Conforme destacado por Seibert e Vis (2012), a aplicação de geotecnologias, como o QGIS, no ensino de hidrologia oferece ferramentas pedagógicas que tornam as aulas mais interativas e envolventes, diferenciando-se do uso tradicional de livros didáticos. O avanço tecnológico, o acesso gratuito a imagens orbitais e softwares de geoprocessamento de código aberto permitem aos alunos explorarem e interagir com informações espaciais, promovendo um aprendizado ativo na representação e análise espacial. Essa abordagem facilita a integração de aspectos georreferenciados e físicos com projeções cartográficas, ampliando as perspectivas sobre a paisagem e os estudos em hidrologia (Sousa, 2023).

A disponibilidade gratuita e o acesso garantido a informações geográficas por meio das Infraestruturas de Dados Espaciais (INDE) podem ser considerados como um valioso recurso para enriquecer os métodos de ensino existentes e fomentar o desenvolvimento de novas abordagens flexíveis. Esse avanço é de particular relevância no campo da hidrologia, visto que abre caminhos para a disponibilização de dados hidrológicos oficiais, que podem ser utilizados pelos alunos tanto dentro como fora do ambiente acadêmico. Instituições governamentais, como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), desempenham um papel fundamental na disseminação de dados relacionados aos recursos hídricos (Campinas et al. 2021).

Nesse contexto, o propósito deste estudo é promover a motivação do educador no que diz respeito à exploração das capacidades e aplicação do QGIS no ensino de tópicos em hidrologia, empregando dados oficiais de acesso público e a criação de quatro módulos de estrutura pedagógica que estabeleçam uma conexão entre os conceitos de hidrologia e as ferramentas correspondentes do QGIS como recursos de geoinformação para o ensino de nível superior.

METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho, consiste em estrutura a demonstração das funcionalidades do QGIS para o ensino em tópicos em hidrologia, o que possibilitará ao professor um direcionamento e a aplicação das ferramentas para o auxílio no processo de aprendizagem da disciplina, voltados a visualização e análises no software em conformidade com as bases conceituais em hidrologia. Diante disso, quanto maior for a flexibilidade de um curso, maior será sua capacidade de se tornar inclusivo em relação aos diferentes estilos de aprendizagem dos alunos. Isso implica que manter um ambiente de aprendizagem estável ao longo do curso, especialmente ao ensinar tópicos em hidrologia, desempenhando a importância na promoção de uma experiência de aprendizagem bem-sucedida (França; Santos, 2017).

O software QGIS 3.22 (versão Białowieża) foi utilizado como ferramenta computacional de visualização e exploração relacionados aos estudos em hidrologia para a aplicação das técnicas de geoprocessamento que poderão compor as aulas práticas em tópicos em hidrologia. Este foi escolhido devido a sua conhecida facilidade de acesso e por ser aparentemente um exemplo de boa aceitação dentre os softwares existentes de aplicações em SIG já reconhecidos nos estudos de Pivarníková e Trojan (2023). O QGIS é um software livre, lançado em julho de 2002, com código-fonte aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica (SIG) que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

As ferramentas do QGIS utilizadas neste estudo para demonstrar as potencialidades ensino de tópicos em hidrologia são resumidas na tabela 1.

Tabela 1 - Respectivas ferramentas e plugins do QGIS utilizados como demonstração neste estudo bem como sua função e linha de processamento.

Ferramenta ou plugin	Função	Processamento no QGIS
Estatística (Ferramenta)	Zonal Calcula vários valores de estatística de pixels de uma camada raster com o apoio de uma camada vetorial poligonal.	Processamento < Caixa de Ferramentas < Estatística Zonal
Terrain (Plugin)	Profile Gera perfis de elevação baseado em pixels	Complementos < Profile Tool < Terrain Profile
r.watershed	Gera produtos raster de direção de fluxo, linha de drenagem, declividade, delimitação de bacias hidrográficas.	Processamento < Caixa de Ferramentas < r.watershed
Interpolação IDW	Gera uma superfície em formato raster baseado do algoritmo de interpolação IDW	Raster < Análise < IDW
Interpolação TIN	Gera uma superfície em formato raster baseado do algoritmo de interpolação IDW	Raster < Análise < TIN
Polígonos de Thiessen	Calcula e espacializa o diagrama de Voronoi em formato vetorial.	Vetor < Geometrias < Polígonos de Voronoi
Recortar pela extensão	raster Realiza um recorte de raster delimitado por uma extensão	Raster < Extrair < Recortar raster pela extensão
Buffer	Delimitar uma zona de influência a partir de um raio definido.	Vetor < Geometrias < Buffer

Fonte: Autores (2024)

A tabela 2 resume o conjunto de dados utilizados na implementação deste trabalho bem como o tipo e a fonte. Todos os dados foram originados de órgãos governamentais e, portanto, foram de disponibilização livre.

Tabela 2 - Dados utilizados neste estudo.

Dados	Desenvolvedor	Formato	Fonte
Unidades de Planejamento Hídrico	ANA	Vetorial / Shapefile	ANA (2016)
Bacias Hidrográficas Otto 4	ANA	Matricial / raster	ANA (2012)
Trecho de drenagem	ANA	Vetorial / geopackage	ANA (2018)
MDE da Missão SRTM	NASA	Raster	EMBRAPA (2006)
Mapas de uso e cobertura do solo	Mapbiomas	Raster	MAPBIOMAS (2022)

Fonte: Autores (2024)

Também foram utilizados dados de precipitação acumulada de 7 postos pluviométricos para o ano de 2022 da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) mostrado na figura 1, sendo eles os postos de Altinho, Cachoerinha, Caetés, Calçados, Capoeiras, Ibirajuba, Jucati, Jupi, Lajedo, São Bento do Una, São Caetano e Tacaimbó disponível em (APAC, 2024).

A estrutura pedagógica foi organizada em quatro módulos de aprendizagem. Cada módulo foi acompanhado pela utilização do software QGIS e as bases de dados espaciais, baseado em conceitos relacionados à hidrologia. Essa abordagem visa aprimorar a análise integrada de problemas reais. Os módulos seguiram uma progressão lógica de aprendizado, onde os conhecimentos essenciais para o uso do QGIS neste contexto específico foram integrados ao conteúdo relacionado à hidrologia. Isso foi feito em uma sequência cuidadosamente estabelecida, permitindo que os alunos se familiarizassem progressivamente tanto com os conceitos teóricos quanto com as aplicações práticas e funcionalidades oferecidas pelo software (Pompêo, 1999; Cabral et al. 2001; Penner; Almeida; Mendonça, 2020).

A estruturação do conteúdo dos módulos foi orientada com base nos princípios conceituais presentes no material didático de Unesco (1974). Este trabalho se restringiu ao ensino superior devido ao aprofundamento dos tópicos que são abordados somente neste grau de escolaridade no Brasil. Como mostrado na figura 3, o conteúdo foi baseado em quatro módulos a saber: Módulo I – Informações de software; Módulo 2 – Manuseio de dados; Módulo 3 – Geração de informações e Módulo 4- SIG e Gestão de Recursos Hídricos.

Tabela 3- Módulos de aprendizagem baseados nos tópicos em hidrologia e conhecimentos obrigatórios exigidos para o uso do QGIS.

Módulos	Conhecimentos requeridos (QGIS)	Tópicos em hidrologia
Módulo I – Informações de software	Conceituação de espaço geográfico, geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas (SIGs); Tipos de dados e arquivos; Familiarização com estrutura e interface gráfica do software;	Objetivos, divisão e aplicações da hidrologia.
Módulo 2 – Manuseio de dados	Carregamento e visualização de arquivos vetoriais e matriciais;	Bacia hidrográfica: definição, delimitação e características fisiográficas.
Módulo 3 – Geração de informações	Interpoladores espaciais; Tipos de interpoladores; Manipulação de dados tabulares e vetoriais; estatística de dados raster.	Precipitação, Tipos de Precipitação, Precipitação Média,
Módulo 4- SIG e Gestão de Recursos Hídricos	Noções básicas de cartografia; Obtenção de informações por meio de mapas; Representações e Aplicações usando Mapbiomas; Exploração de dados espaciais do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)	Aquisição e sistematização de dados: redes hidrometereológicas, sistemas de informações em recursos hídricos.

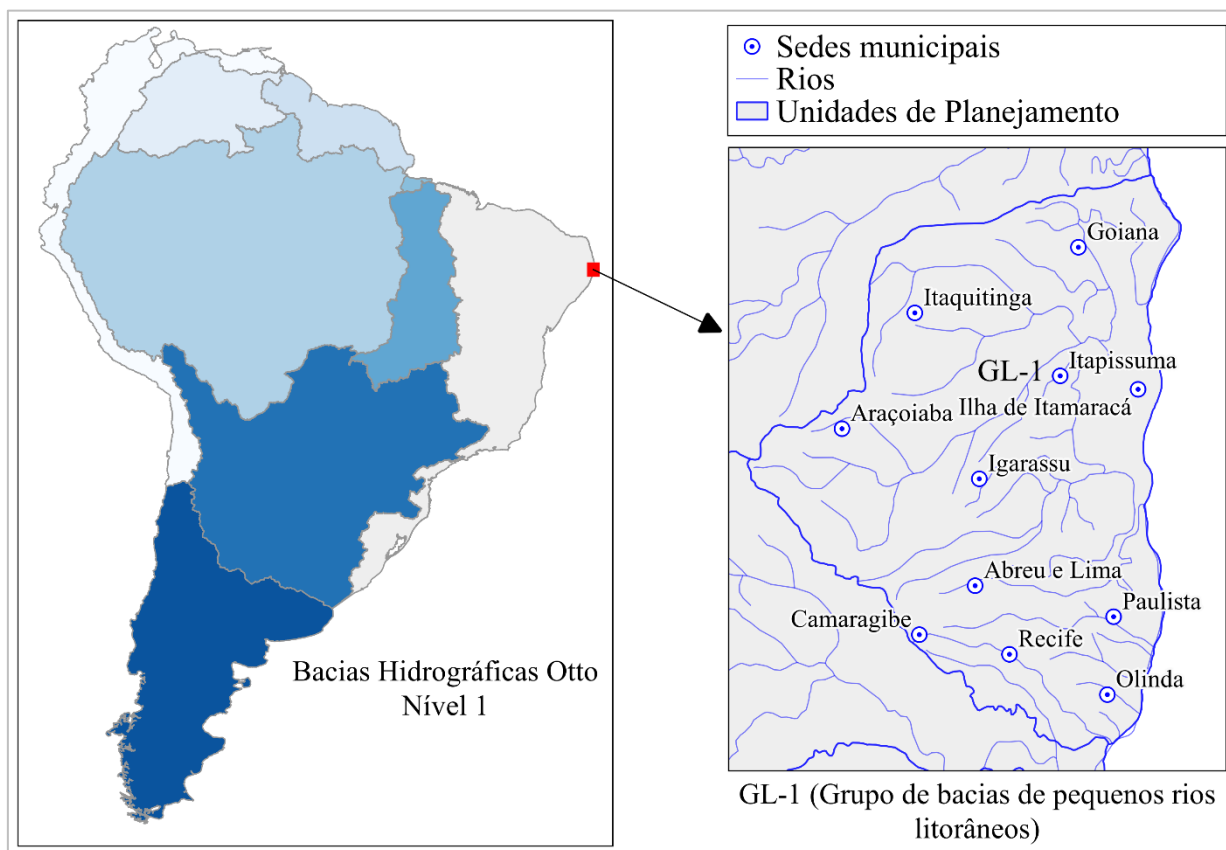
Fonte: Autores (2024)

Este trabalho se fundamenta na abordagem qualitativa do ensino, a qual, de acordo com Idrizi; Pashova; Nikolli (2021), enfatiza o processo e não se limita apenas aos resultados. Nele, foram apresentadas sugestões de ações didáticas com características técnicas que envolvem a interação entre as ferramentas do QGIS, visando aprofundar a compreensão da hidrologia, especialmente nos tópicos relacionados a bacias hidrográficas, precipitação e gestão de recursos hídricos. Isso possibilita um ensino mais prático, comprometido em proporcionar aos alunos uma maior conexão entre os conceitos abordados e sua aplicação prática (Thompson et al. 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades relacionadas aos elementos espaciais cruciais para o estudo da hidrologia podem ser abordadas de maneira individual, permitindo que os alunos visualizem e manipulem os dados de forma simples diretamente no QGIS. Um aspecto fundamental desse processo é a exploração dos dados vetoriais, bem como o exame da tabela de atributos. Dessa forma, a figura 1 mostra as Bacias Hidrográficas Otto Nível 1, principais bacias hidrográficas bem como a rede de drenagem e as sedes municipais da Bacia GL-1.

Figura 1- Representação das bacias hidrográficas e Unidades de Planejamento.

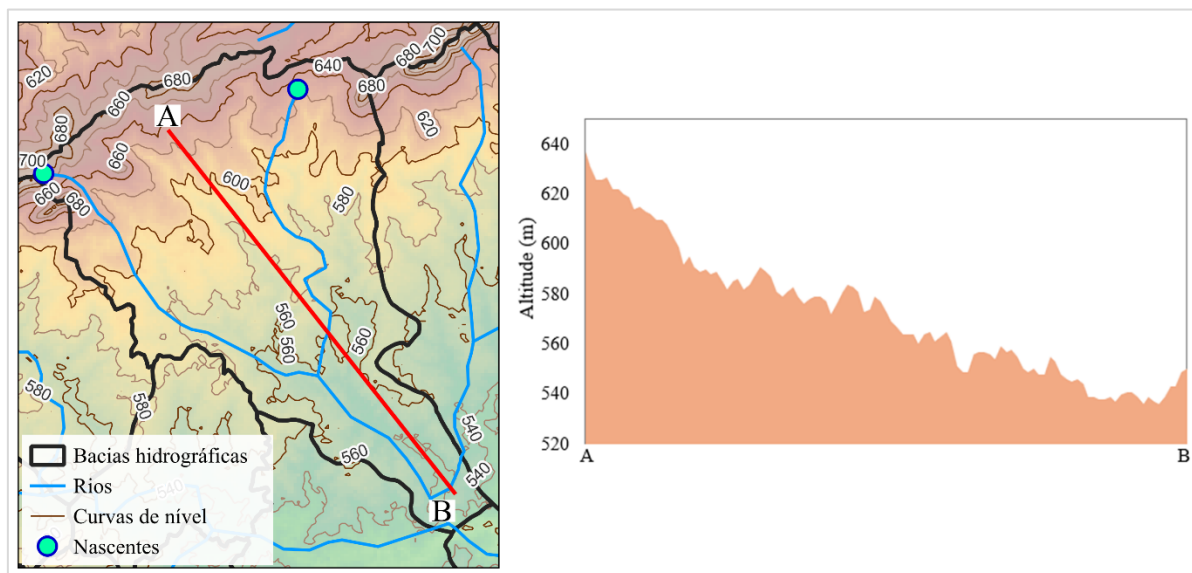


Fonte: Autores (2024), ANA (2012), ANA (2017) e IBGE (2022).

Essa abordagem permitirá que os alunos se familiarizem com as informações e funcionalidades iniciais dos dados dentro do software QGIS. Nesse sentido, como designado no Módulo 1, o professor pode designar algumas tarefas aos alunos, como realizar uma análise mais detalhada dos dados relativos à bacia hidrográfica em que estão situados (figura 1). Através da utilização de dados vetoriais fornecidos pela ANA (Agência Nacional de Águas) e do Modelo Digital de Elevação (MDE), o professor poderá conduzir atividades de

visualização cartográfica, centradas na identificação e mapeamento das bacias hidrográficas como caracterizado no módulo 2 (figura 2b).

Figura 2 - Recorte da distribuição espacial das altitudes das Bacias Hidrográficas Nível Otto 3 com a representação das nascentes.

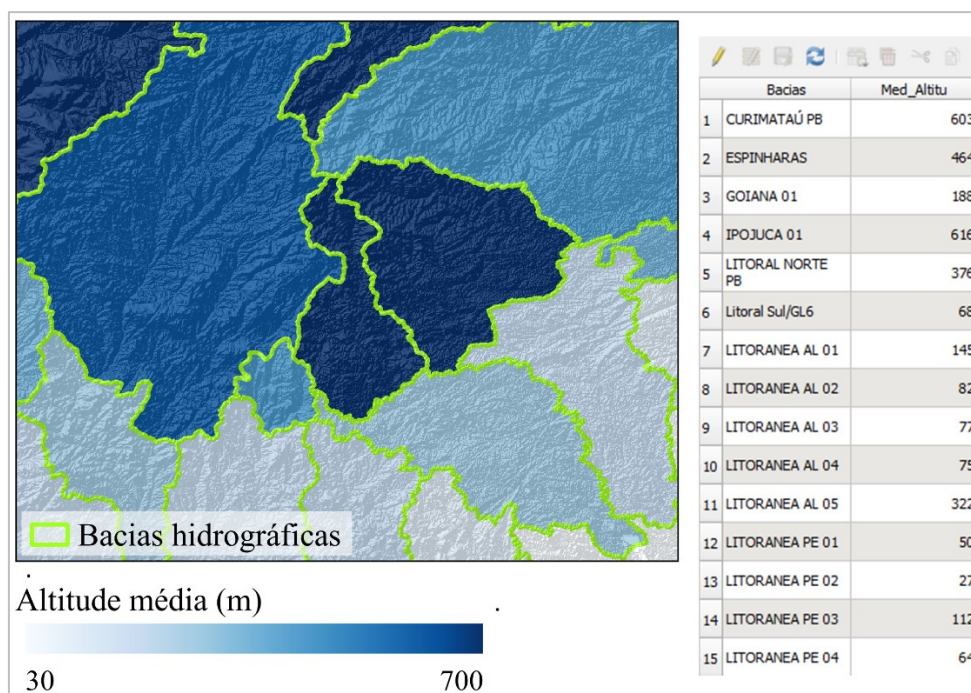


Fonte: Autores (2024) , EMBRAPA (2006) e ANA (2018)

Essas atividades permitirão aos alunos desenvolverem uma compreensão mais aprofundada das relações entre as características altimétricas da bacia, relevo, curvas de nível, localização do exultório e nascentes existentes. Essas informações podem ser aprimoradas pela criação de perfis topográficos e de inclinação dos rios, os quais podem ser gerados com o auxílio do plugin "*Terrain Profile*" (Figura 2a).

Utilizando técnicas de geoprocessamento e aproveitando a ferramenta "Estatística Zonal", os alunos serão capazes de adquirir dados essenciais, tais como a altitude média da bacia hidrográfica (Figura 3a) e armazená-las na tabela de atributos (Figura 3b).

Figura 3- (a) Alitude Média das bacias hidrográficas com os valores mostrados na Tabela de Atributos do QGIS.

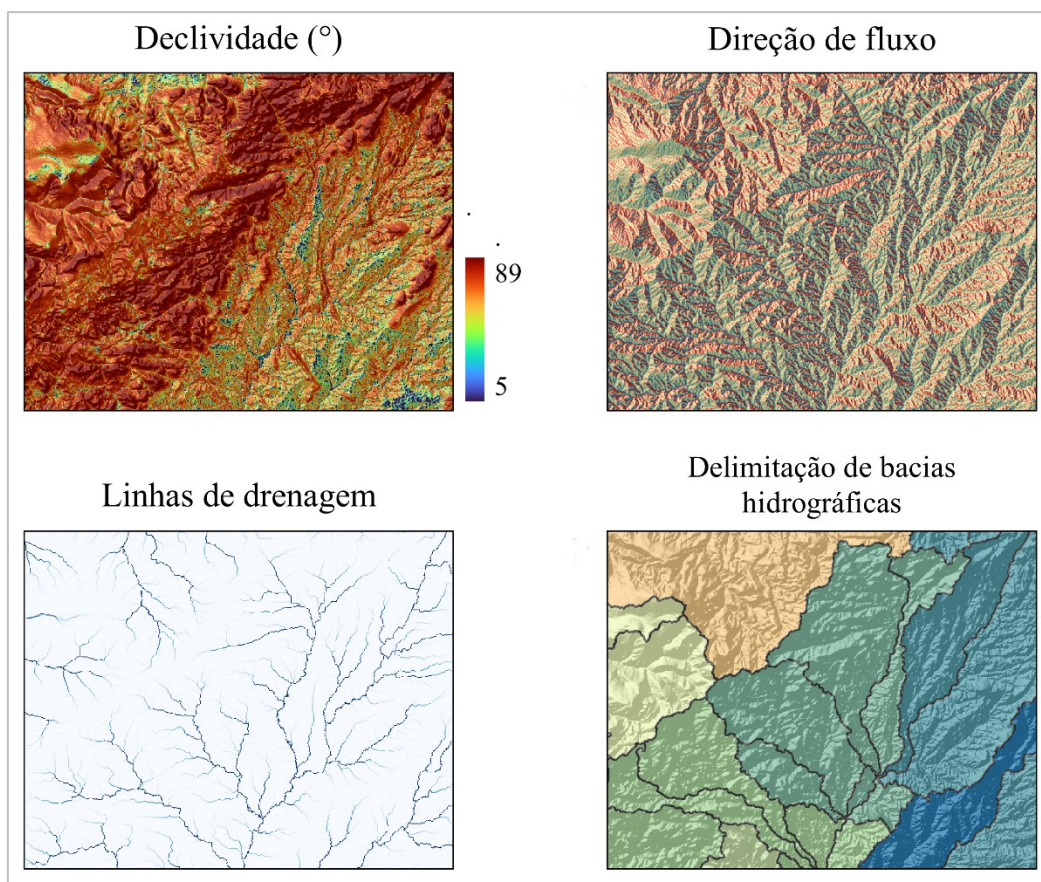


Fonte: Autores (2024) e ANA (2016)

É importante destacar que as camadas vetoriais disponibilizadas pela ANA representam uma fonte valiosa de informações tabulares. A tabela de atributos contém campos como “UPH_NM” (nome da Unidade de Planejamento Hídrico); “UPH_RHI_CD” (código da Região Hídrica); “UPH_CD” (código da Unidade de Planejamento Hídrico) (Figura 3b). Os alunos têm a possibilidade de integrar os dados estatísticos obtidos anteriormente com os dados disponíveis na tabela de atributos do *shapefile*. Isso permite a combinação de informações quantitativas e qualitativas para uma análise mais abrangente.

A análise estatística desses dados pode proporcionar ao aluno uma perspectiva estratégica para embasar tomadas de decisão informadas na gestão de recursos hídricos. Isso inclui a compreensão de padrões hidrológicos, como a elaboração de planos de infraestrutura e a implementação de políticas relacionadas à preservação e conservação, tendo em consideração as características espaciais das bacias hidrográficas. Através das aplicações diretas nas análises hidrológicas, uma das etapas iniciais consiste na delimitação da bacia hidrográfica e produtos raster auxiliares de uma área específica (Figura 4).

Figura 4- Representação da (a) Declividade; (b) Direção de fluxo (c) Linhas de drenagem e (d) Delimitação da bacia hidrográficas todos obtidos pelo MDE SRTM e a ferramenta *r.watershed* no QGIS.

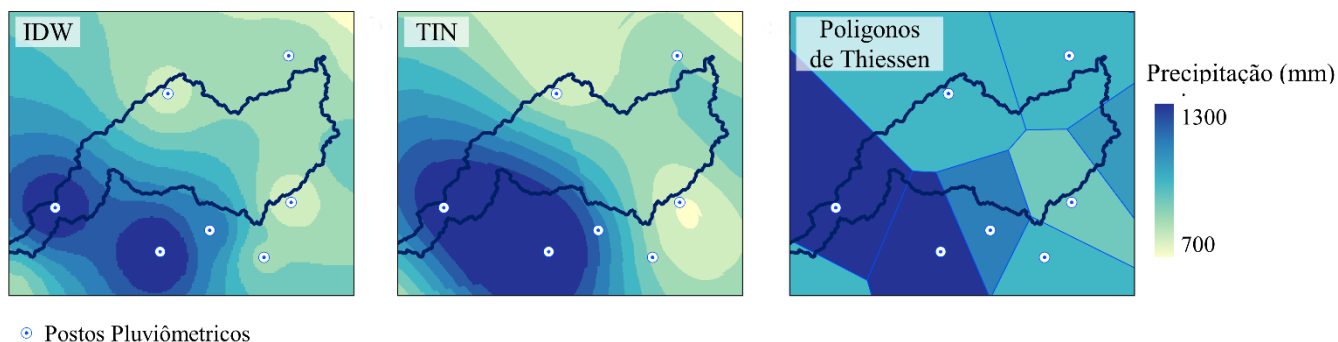


Fonte: Autores (2024) e EMBRAPA (2006)

Nesse contexto, os alunos terão a chance de criar a delimitação da bacia hidrográfica em uma região previamente selecionada. Com o uso do MDT e usando os módulos do QGIS/GRASS pelo menu Processamento no QGIS é possível fazer a delimitação das bacias hidrográficas e extração da rede de drenagens (*r.watershed*) de forma quase automatizada. Inclusive delimitar um bacia em particular, entrando as coordenadas do ponto de exutório (*r.water.outlet*), além de gerar outros produtos como segmentos de fluxo e direção de drenagem (Figura 4).

Para o estudo das precipitações, os estudantes podem iniciar familiarizando-se com a manipulação de dados hidrológicos, utilizando as informações georreferenciadas dos postos pluviométricos fornecidas pela APAC. Com o auxílio do QGIS, eles podem se especializar a precipitação numa bacia e realizar cálculos simples da precipitação média. O processo de espacialização pode ser conduzido pelos alunos por meio da utilização dos algoritmos de interpolação espacial disponíveis no QGIS (Figura 5).

Figura 5- Espacialização da precipitação acumulada interpolados pelos algoritmos IDW, TIN e pelo Método de Polígonos de Thiessen.



Fonte: Autores (2024) e APAC (2024)

Baseado no módulo 3, os professores podem orientar os alunos a explorarem diferentes métodos de interpolação espacial e demonstrar como aplicar esses métodos para espacializar a precipitação no QGIS. A Figura 5 exemplifica a distribuição espacial da precipitação usando dois interpoladores distintos, o IDW e o TIN (Figura 5a e 5b). Neste caso, esses interpoladores no QGIS geram um raster georreferenciado de pixels com a informação da precipitação. Isso permite aos alunos compreenderem que a escolha do método de interpolação pode variar de acordo com os objetivos do estudo e as limitações existentes. Além disso, o uso dessas técnicas possibilita estimar a precipitação em locais específicos onde não há dados pluviométricos terrestres disponíveis.

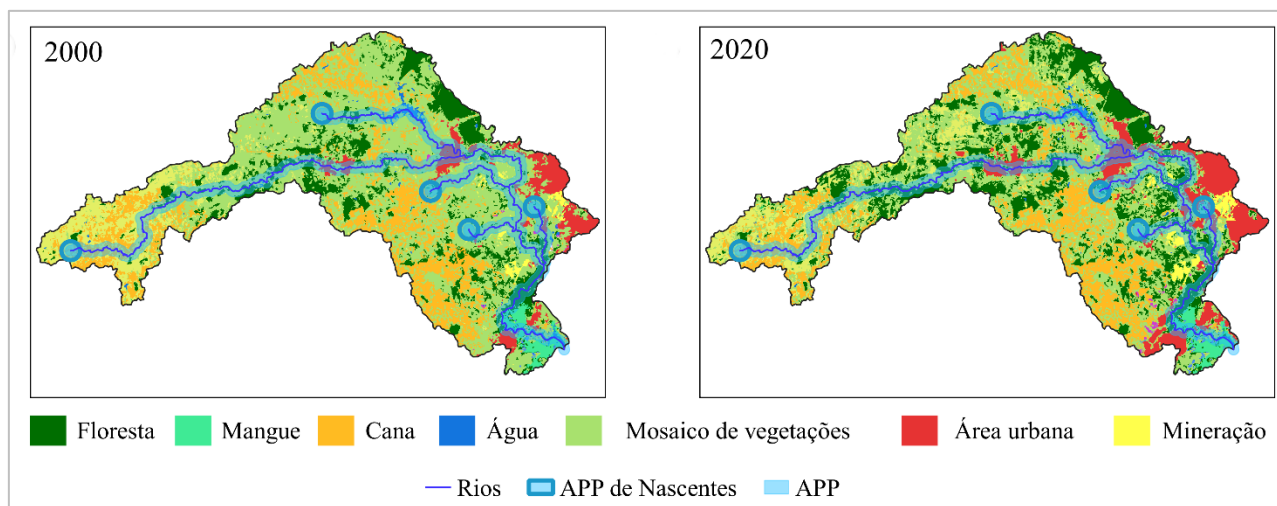
Para calcular a precipitação média, as estatísticas gerais dos rasters interpolados podem fornecer ao aluno informações básicas sobre a precipitação na bacia específica. Adicionalmente, o aluno poderá calcular a precipitação média usando o Método de Thiessen no QGIS, utilizando a ferramenta "Polígonos de Voronoi" como mostrado na figura 5c. Esse método é amplamente utilizado e envolve a atribuição de pesos proporcionais à área de influência de cada pluviômetro para determinar a média de precipitação. Esses métodos foram em sucedidos nos estudos de Baratto (2022).

A cobertura do solo em uma bacia está intrinsecamente ligada à gestão de recursos hídricos, uma vez que influencia a saúde dos ecossistemas aquáticos, a qualidade da água e a capacidade de resistência a eventos climáticos extremos. Diante disso a figura 6 mostra a variabilidade do uso e cobertura do solo de uma bacia hidrografia delimitada anteriormente para os anos de 2000 e 2021 baseado nos dados do Mapbiomas. Nesse contexto, ao utilizar as ferramentas de mapeamento fornecidas pelo projeto Mapbiomas em estudos de bacias hidrográficas caracterizado pelo módulo 4, os estudantes podem analisar as alterações

na cobertura terrestre ao longo de diferentes anos e entender como essas mudanças afetam o escoamento superficial, a vazão projetada e, sobretudo, os modelos hidrológicos.

Além disso, ao empregar um shapefile contendo informações sobre os cursos d'água e o comando "buffer" no software QGIS, os estudantes podem visualizar as áreas de influência das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e avaliar como a dinâmica da cobertura do solo se alinha ou entra em conflito com a legislação ambiental. Essas análises promovem discussões significativas entre os alunos, iniciadas pelo professor, acerca da gestão de recursos hídricos nas bacias hidrográficas e seu impacto na sociedade como um todo (Figura 6).

Figura 6 - Uso e cobertura do solo em bacia hidrográfica nos anos de 2000 e 2020, adicionalmente com o trecho de drenagem, nascentes e suas respectivas áreas de APP.



Fonte: Autores (2024) e ANA (2018) Mapbiomas (2024)

Nesse contexto, a pesquisa conduzida por Campinas et al. (2021) investigaram a utilização do software QGIS no ensino de geotecnologias, ressaltando a sua compatibilidade significativa com os sistemas de aprendizagem. Isso se deve à sua linguagem simples, o que o torna acessível a estudantes desde as séries iniciais do ensino fundamental até o ensino superior. No entanto, é importante ressaltar que o sucesso dessa abordagem requer a implementação de metodologias alinhadas com o nível cognitivo dos alunos e adaptadas aos conceitos básicos de sistemas de informação geográfica.

Hall et al. (2022) relataram que muitas disciplinas das ciências da Terra, incluindo a hidrologia, consolidaram a procura e a necessidade de ciência aberta. Existem até esforços comunitários inteiramente dedicados ao uso de SIG's de código aberto na forma de projetos de pesquisa e conferências. Da mesma forma, muitas organizações começaram a fornecer apoio, sessões de conferências, repositórios online e

oportunidades de formação educacional para superar desafios e apoiar investigadores durante a transição para a ciência aberta focados na hidrologia.

Rosas-Chavoya et al. (2022) mostraram um bom desempenho no uso do QGIS para a maioria das aplicações gerais na gestão de recursos hídricos. Os autores observaram que as funcionalidades podem ser aprimoradas vinculando-se ao GRASS. Pode-se concluir que o QGIS foi obviamente a melhor escolha para as plataformas de gestão em recursos hídricos na união europeia (Chen et al. 2010). Por outro lado, Thompson et al. (2022) mostraram que as ferramentas existentes no QGIS permitiram a entrega bem-sucedida de materiais de aprendizagem computacional, mostrando ao aluno uma visão ampla e geral de todos os condicionantes que envolvem projetos em recursos hídricos sem necessariamente estarem fisicamente no local, abrangendo uma gama maior de informações de uma bacia hidrográfica de grande extensão, por exemplo.

Leandro (2024) ressalta que trabalhar com o QGIS ou qualquer outro software na escola, é sim, na realidade da escola pública um salto relevante para consolidar no processo educativo e conscientização ambiental. Desse modo, o professor ao saber utilizá-lo para fazer o aluno compreender acima de tudo a cidade e o mundo, em que vive. Assim, é o primeiro passo para fortalecer seu papel, enquanto cidadão. Vieira, Augusto e Siqueira (2023) relataram que o uso do QGIS pode possibilitar o levantamento de debates acerca dos mapas elaborados tal como delimitações de áreas de APP, fronteira agrícola, biomas e ações antrópicas. Os autores também reforçam que a presença de softwares livres que possibilitam são de extrema importância para esse processo de aprendizado dos alunos seja da educação básica como do ensino superior o que auxilia no processo de compreensão da representação do espaço por meio de SIGs.

É importante destacar que o potencial educacional do QGIS no ensino da hidrologia é vasto. Além disso, plugins e módulos do SAGA e GRASS ampliam suas capacidades, permitindo a visualização de gráficos para análises de processos e modelagens hidrológicas, bem como análises do terreno, aspectos cruciais para a compreensão dos principais tópicos em hidrologia.

A escolha de um software consolidado como o QGIS é um fator inclusivo devido à sua natureza de código aberto, sua interface intuitiva e suas robustas ferramentas disponíveis para análises SIG complexas. Utilizar o QGIS como o único pacote de software ao longo do curso permite que os alunos concentrem seus esforços no conteúdo, em vez de se preocuparem com diferentes ferramentas. Essa abordagem de software sustentável pode ter impactos positivos em duas frentes: no desenvolvimento do curso e na experiência do aluno (Grosser et al. 2022). No primeiro caso, isso significa que o tempo e o esforço investidos no desenvolvimento do curso e na seleção de dados oficiais serão valiosos e continuarão a beneficiar os alunos

nos anos subsequentes. No segundo caso, isso implica que os alunos se tornarão proficientes em uma ferramenta de fácil acesso, com poucas barreiras à entrada, que poderá ser útil em seu desenvolvimento pessoal e profissional ao longo dos próximos anos (Thompson et al. 2012; Wagener et al. 2010).

Este estudo apresenta a implementação e avaliação das ferramentas práticas no software QGIS, desenvolvidas com o propósito de aprimorar o ensino de tópicos em hidrologia no nível superior. As funcionalidades incorporadas no QGIS possibilitam que os estudantes realizem análises e sínteses de forma eficiente, aproveitando a praticidade e rapidez inerentes ao sistema para manipular dados espaciais, o que, por sua vez, contribui para uma compreensão mais acessível da disciplina. A aplicação das ferramentas, em conjunto com os módulos de aprendizado associados, desempenha papéis essenciais em:

- Facilitam a interação contínua entre alunos e professores, incentivando ativamente a participação no processo de coleta, armazenamento, análise e representação de dados hidrológicos, proporcionando assim uma valiosa ferramenta de aprendizado que promove a descoberta e a experiência pessoal.
- Assistir estudantes de ciências da terra na assimilação de conceitos e processos multifacetados e complexos em hidrologia, bem como dotá-los com habilidades práticas vitais para suas futuras trajetórias profissionais em hidrologia e campos correlatos.

Foi observado que a utilização de recursos geoespaciais e outras ferramentas de visualização de dados é altamente valorizada, com uma forte preferência por dados e ferramentas de código aberto de domínio público. Portanto, este estudo demonstrou que as Infraestruturas de Dados Espaciais (INDE) desempenham e continuarão a desempenhar um papel crucial na disponibilização de informações espaciais, não apenas para fins educacionais e acadêmicos, mas também para o uso profissional de futuros profissionais na área de gestão de recursos hídricos e campos relacionados. A disponibilidade desses dados atualmente é ampla e facilmente acessível na internet, por meio de sites e geoportais de instituições governamentais, educacionais e de pesquisa, facilitando a realização de atividades práticas em sala de aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as ferramentas e plugins do QGIS empregados neste estudo atenderam de maneira abrangente às demandas do educador ao transmitir o conteúdo, estabelecendo uma ligação intrínseca entre o conceito e os resultados desejados pela ferramenta. Por fim, é importante destacar que as instituições de ensino podem não apenas fornecer aos estudantes de hidrologia uma base sólida de conhecimento científico e experiência prática, mas também incentivá-los a adotar abordagens criativas para resolver desafios

hidrológicos com uma perspectiva prática, que é amplamente facilitada pelo software QGIS. Essa reflexão fortalece a ideia de que o uso de tecnologias como o QGIS em contextos educacionais não é apenas uma ferramenta de apoio, mas um agente transformador na forma de ensinar e aprender sobre a hidrologia.

Estudos futuros podem ser conduzidos para avaliar a percepção e o desempenho dos alunos em relação à incorporação do QGIS nos tópicos de hidrologia, bem como para descrever a experiência de uso da ferramenta, explorar as possibilidades de integração de dados e promover a interação interdisciplinar.

REFERÊNCIAS

APAC. **Monitoramento Pluviométrico**. Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). (2024). Disponível em: <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>.

ANA. **Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017 5k (BHO)**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2018). Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/f7b1fc91-f5bc-4d0d-9f4f-f4e5061e5d8f>.

ANA. **Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (Níveis Otto 1-7)**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. 2012. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f>.

ANA. **Unidades de Planejamento Hídrico**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2016. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/df48de18-753b-4789-964d-7f0967c53d08>.

BARATTO, P. F. B. **Análise de interpoladores espaciais para o mapeamento de chuvas mensais na Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí**. Ufsm.br, 2022. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/26223>.

CAMPINAS, D. DO S. N., PEREIRA, A. G. C., ALEIXO, L. R., VIANA, J. A. DOS S., ROSÁRIO, R. R. DO, ALVES, J. L. M., JUNIOR, L. N. DOS S., & BARROS, M. N. R. (2021). As Geotecnologias como uma ferramenta no ensino da Geografia / Geotechnologies as a tool in the teaching of geography. **Brazilian Journal of Development**, 7(3), 27668–27676.

CHEN, D.; SHAMS, S.; CARMONA-MORENO, C.; LEONE, A. Assessment of open source GIS software for water resources management in developing countries. **Journal of Hydro-environment Research**, v. 4, n. 3, p. 253–264, 2010.

DANIELLE; CAMPINAS, G.; ALEIXO, L. R.; et al. As geotecnologias como uma ferramenta no ensino da geografia / geotechnologies as a tool in the teaching of geography. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 26668–26676, 2021.

EMBRAPA. Brasil em Relevo - **Embrapa Monitoramento por Satélite**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2006. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/index.htm>.

FRANÇA, E. B, SANTOS D. Uso do software livre “QGIS” na formação de docentes de geografia da Universidade Estadual de Alagoas - Campus III: **Encontro Nacional e XI Fórum Estado, Capital, Trabalho – ENGPECT**, IV., 2017, Aracaju-SE [...]: ISBN: 2237-0048, 2017. p. 1 – 16.

HALL, C. A.; SAIA, S. M.; POPP, A. L.; et al. A hydrologist’s guide to open science. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 26, n. 3, p. 647–664, 2022.

IBGE. **Malha Municipal**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>.

IDRIZI, B.; LYUBKA PASHOVA; PAL NIKOLLI. Lifelong training program on QGIS tools for earth observation sciences in south-east Europe. **European Journal of Geography**, v. 12, n. 3, 2021. Disponível em: <https://eurogeojournal.eu/index.php/egj/article/view/109>.

KELLEHER, C. A.; GANNON, J. P.; JONES, C. N.; AKSOY, Ş. Best Management Practices for Teaching Hydrologic Coding in Physical, Hybrid, and Virtual Classrooms. **Frontiers in Water**, v. 4, 2022.

LEANDRO, M. Utilização do software QGIS na confecção de material didático para o ensino de geografia. **Revista Ciranda**, v. 8, n. 02, p. 21–30, 2024.

MAPBIOMAS. **Mapbiomas Brasil**. (2022). Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>.

PAULA FARINA GROSSER; XIA, Z.; ALT, J.; UWE RÜPPEL; SCHMALZ, B. Virtual field trips in hydrological field laboratories: The potential of virtual reality for conveying hydrological engineering content. **Education and Information Technologies**, v. 28, n. 6, p. 6977–7003, 2022. Springer Science+Business Media.

PENNER, G. C.; ALMEIDA, H. DA S.; MENDONÇA, N. M. Identificação e análise de estilos de aprendizagem para aprimorar o ensino em uma disciplina da engenharia. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e2549108446, 2020.

PEREIRA C. J.; CIRILO, J.; JOSÉ, et al. Nova ferramenta para o ensino de hidrologia e recursos hídricos. 2001. In: **XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e V Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa**, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/155/363.pdf>.

POMPÊO, C. A. Ensino de Drenagem Urbana: em busca da motivação do aluno. **XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**. 1999. p. 2404-2410. (Congresso). Disponível em <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/20/st/q/q085.pdf>.

PIVARNÍKOVÁ V.; TROJAN, J. Adaptation of QGIS tools in high school geography education. The International Archives of the Photogrammetry, **Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. XLVIII-4/W7-2023, p. 161–168, 2023.

ROSAS-CHAVOYA, M.; GALLARDO-SALAZAR, J. L.; LÓPEZ-SERRANO, P. M.; ALCÁNTARA-CONCEPCIÓN, P. C.; LEÓN-MIRANDA, A. K. QGIS a constantly growing free and open-source geospatial software contributing to scientific development. **Cuadernos de Investigación Geográfica**, v. 48, n. 1, p. 197–213, 2022.

SEIBERT, J.; VIS, M. J. P. Teaching hydrological modeling with a user-friendly catchment-runoff-model software package. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 16, n. 9, p. 3315–3325, 2012.

SOUSA, I. Geotecnologias aplicadas no Ensino Fundamental II: contribuições da formação de professores de geografia em serviço. **Metodologias e Aprendizado**, v. 6, p. 127–142, 2023.

THOMPSON, S. E.; BOURKE, S. A.; CALLOW, J. N.; HIPSEY, M. R. Prioritizing Engagement of a Diverse Student Cohort in Online Hydrology Learning at the University of Western Australia. **Frontiers in Education**, v. 7, 2022.

THOMPSON, S. E.; NGAMBEKI, I.; TROCH, P. A.; SIVAPALAN, M.; EVANGELOU, D. Incorporating student-centered approaches into catchment hydrology teaching: a review and synthesis. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 16, n. 9, p. 3263–3278, 2012.

UNESCO. **The Teaching of hydrology**. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 32 p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000009051>.

VIEIRA, T.; AUGUSTO, A.; JOÃO VICTOR SIQUEIRA. Relatos e experiências: Oficina remota de introdução ao software Qgis na XII Semana Acadêmica de geografia da Universidade Federal de Santa Maria. **Metodologias e Aprendizado**, v. 6, p. 165–174, 2023.

WAGENER, T.; SIVAPALAN, M.; TROCH, P. A.; et al. The future of hydrology: An evolving science for a changing world. **Water Resources Research**, v. 46, n. 5, 2010.