

HydroAR : Desenvolvimento de um aplicativo para estudo da hidrografia brasileira com Realidade Aumentada

Henrique Schroder Comin¹, Claudiany Calaça de Sousa¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - *Campus Ibirubá*

Rua Nelsi Ribas Fritsch, 1111 – CEP: 98200-000 – Ibirubá – RS – Brasil

Abstract. *Digital and networked technologies have become increasingly present in education, and in this context, Augmented Reality (AR), although not new, is still underutilized as a pedagogical resource, despite its great educational potential. It allows for the practical and clear illustration of functions and concepts that were previously taught only with pencil and paper. This investigation aimed to develop a mobile application that enhances the study of hydrography and the importance of conserving Brazilian rivers, leveraging the interactive experience provided by Augmented Reality (AR).*

Resumo. *As tecnologias digitais e em rede têm se tornado uma presença crescente na educação, e nesse contexto, a Realidade Aumentada (RA), embora não seja uma novidade, ainda é subutilizada como recurso pedagógico, apesar de seu grande potencial educacional. Ela permite ilustrar de forma prática e clara funções e conceitos que antes eram ensinados apenas com lápis e papel. A presente investigação teve como objetivo desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis que potencializa o estudo da hidrografia e a importância da conservação dos rios do Brasil, se apropriando da experiência interativa proporcionada pela Realidade Aumentada (RA).*

1. Introdução

O ensino de Geografia tem passado por transformações didáticas que buscam tornar as aulas mais interativas e alinhadas às mudanças da sociedade. Um exemplo dessas transformações é a apropriação de tecnologias móveis no processo de produção do conhecimento, que, quando utilizadas corretamente, auxiliam de maneira significativa o processo de ensino-aprendizagem (FREITAS; SOUSA; FIALHO, 2020).

Nesse sentido, o ensino da Geografia precisa acompanhar as transformações do mundo atual, sobretudo por meio do desenvolvimento e apropriação de tecnologias digitais. O professor, nesse contexto, deve assumir uma postura crítica ao selecionar e produzir os conhecimentos em conjunto com tais recursos em sala de aula (FREITAS; SOUSA; FIALHO, 2020).

Contudo, as escolas públicas de Educação Básica no Brasil enfrentam grandes desafios relacionados ao acesso à infraestrutura tecnológica. Embora algumas instituições possuam conexão à internet, essa muitas vezes apresenta baixa velocidade e carece de rede Wi-Fi. Além disso, os computadores das salas de informática, quando disponíveis, costumam ser equipamentos defasados ou sucateados, dificultando a implementação de práticas pedagógicas que utilizem tecnologias digitais e em rede. Esse cenário pode comprometer a qualidade do aprendizado e a eficácia do processo educativo (SCHERER; BRITO, 2020).

Trabalho de Conclusão de Curso do Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá. Ibirubá, RS - 05 de novembro de 2025.

Nesse contexto, a apropriação de tecnologias imersivas, como a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV), surgem como uma solução inovadora para potencializar o ensino de Geografia (BELCAVELLO, 2019). Essas ferramentas não apenas ajudam a superar as limitações da infraestrutura deficiente, mas também permitem a visualização interativa de sistemas fluviais e das dinâmicas das águas. Dessa forma, proporcionam aos estudantes uma experiência prática e imersiva, favorecendo a compreensão e o engajamento com os conteúdos.

Apesar da disponibilidade de diversas tecnologias digitais voltadas à educação, ainda há dificuldades em integrá-las ao ensino. A falta de recursos tecnológicos, somada à necessidade de capacitação e formação dos professores para utilizá-los de forma adequada, torna o processo mais lento e desafiador (BRANCO et al., 2020). Além disso, a ausência de motivação dos alunos pode gerar desinteresse e impactar negativamente na qualidade da aprendizagem (CAETANO, 2015). Outro aspecto que dificulta a integração das tecnologias digitais refere-se às aplicações com interfaces complexas ou baixa usabilidade, que podem comprometer a relação entre professor, conteúdo e tecnologia, tornando-se obstáculos aos processos de ensino-aprendizagem.

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um aplicativo educacional utilizando técnicas de Realidade Aumentada com a finalidade de apoiar o ensino e minimizar as dificuldades geradas pela falta de recursos tecnológicos nas escolas públicas, oferecendo uma experiência interativa capaz de melhorar a compreensão dos alunos sobre a hidrografia brasileira e aumentar o engajamento nos processos de ensino-aprendizagem. Para isso, foi realizado um teste de usabilidade *System Usability Scale* (SUS), com professores do Ensino Fundamental, a fim de avaliar se a aplicação possibilita uma experiência interativa eficaz e contribui para o aprendizado dos estudantes.

A pesquisa seguiu todos os princípios éticos estabelecidos pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, garantindo o respeito à dignidade, à liberdade e à privacidade dos participantes. A seguir, apresentam-se o referencial teórico, os trabalhos correlatos, a metodologia, os resultados obtidos e a discussão destes.

2. Referencial Teórico

Esta seção aborda os principais conceitos que fundamentam o uso das tecnologias digitais no ensino de Geografia e a aplicação da Realidade Aumentada (RA) como recurso pedagógico. Inicialmente, aborda-se o papel das tecnologias digitais no contexto educacional, bem como os desafios para sua efetiva integração às práticas de ensino. Em seguida, apresenta-se a Realidade Aumentada como uma tecnologia que integra elementos virtuais ao ambiente real, potencializando a aprendizagem de conteúdos geográficos de forma dinâmica e interativa.

2.1. Tecnologias Digitais no ensino de Geografia

O ensino de Geografia desempenha um papel significativo para a formação de cidadãos críticos e participativos no contexto em que vivem. No entanto, observa-se que os métodos e abordagens adotados podem limitar essa capacidade de análise crítica. Segundo Straforini (2018), a Geografia se define como "ciência do presente" e se propõe a trazer para a sala de aula uma compreensão crítica do mundo contemporâneo, baseada na sua constituição como um conhecimento científico capaz de revelar as condições atuais, ou seja, ela é vista como uma disciplina essencial para interpretar criticamente o presente, capacitando os alunos a entenderem e questionarem o mundo ao seu redor a partir de uma perspectiva científica e atual.

Em termos etimológicos, a hidrografia é a parte da Geografia que descreve as águas correntes, paradas, oceânicas e subterrâneas. A esse respeito, a hidrografia do Brasil em especial, é o estudo que na escola tem um caráter pedagógico, devido à realização dos cursos de rios:

entende-se por que a geografia e a conservação dos recursos hídricos são importantes. Isso também ajuda a provocar o interesse dos alunos na arquitetura urbana, seu papel nos sistemas de transporte e distribuição de carga dos serviços populacionais, apresentando uma situação dos baixos padrões de abastecimento de água e esgotamento sanitário nas cidades brasileiras, perceber as estratégias de desenvolvimento urbano que ignora os rios e os problemas de natureza socioambiental, que estão conectados com inundações e enchentes (DIAS, 2019).

As tecnologias digitais vêm transformando os contextos e práticas de aprendizagem. Sua importância se torna evidente nos processos educacionais, pois, essas inovações têm o potencial de enriquecer o aprimoramento das competências e habilidades tanto de educadores quanto de estudantes (SILVA; TEIXEIRA, 2020), facilitando a compreensão e desenvolvimento de suas próprias capacidades. Para Moran (2017), as tecnologias digitais e em rede também expandem as oportunidades de integrar os mundos físico e digital, utilizando recursos como a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA), o que para o contexto de ensino de áreas como Geografia, Biologia, Química entre outras áreas podem se tornar ferramentas valiosas na promoção de um processo de ensino-aprendizagem mais atrativo e eficaz.

A Geografia, na área do estudo da hidrografia, envolve conceitos complexos e desafiadores que, muitas vezes, quando abordados por métodos tradicionais de ensino, podem não ser tão eficazes para captar o interesse e a atenção dos alunos, desse modo, dificultando a assimilação do conteúdo. Todavia, o estudo da área de metodologias ativas que integram tecnologias digitais como a realidade aumentada que possibilita a inserção de imagens virtuais em ambientes reais por meio de dispositivos tecnológicos, como *tablets e smartphones* (MORAN, 2017), pode contribuir significativamente para o aprimoramento deste cenário.

É importante frisar, que apesar de já existirem iniciativas para a inserção das tecnologias em ambientes de ensino, ainda há algumas barreiras para a utilização dessas tecnologias digitais, como, em alguns casos, a falta de capacitação de professores, falta de infraestrutura (computadores, *smartphones, tablets*) e principalmente a falta de conexão com a internet, as quais limitam o potencial de um aprendizado mais interativo e dinâmico dentro do espaço escolar. Portanto, visando sanar ao máximo as dificuldades, buscou-se desenvolver uma aplicação *mobile* com recursos interativos e imersivos, permitindo a visualização de modelos de rios em tempo real. Além disso, a aplicação conta com um guia didático para uso extraclasse, garantindo a continuidade dos estudos de forma acessível e respeitando as diretrizes legais. Essa estratégia visa o cumprimento do Projeto de Lei nº 104, de 2015, que proíbe o uso de dispositivos eletrônicos portáteis nas salas de aula das instituições de ensino básico e superior, salvo para fins pedagógicos e de acessibilidade (BRASIL, 2015). Reformulada e aprovada em 2024, a lei entrará em vigor em 2025, permitindo o uso desses dispositivos exclusivamente para atividades com objetivos pedagógicos, acessibilidade, e inclusão, conforme autorizado pelo projeto.

A ausência de uma formação voltada para as tecnologias educativas prejudica a inserção da tecnologia de maneira mais efetiva no espaço escolar e conseqüentemente nas práticas pedagógicas. Além disso, o avanço das tecnologias digitais e em rede é visto como uma barreira adicional para as instituições educacionais, pois, as práticas de ensino-aprendizagem não acompanham os avanços e a disponibilidade da tecnologia (BITTENCOURT; ALBINO, 2017).

Nesse sentido, evidencia-se a importância da apropriação de tecnologias digitais como a RA, pois ao integrar elementos virtuais ao ambiente real, torna-se possível favorecer uma interação mais natural com esses elementos. Estas tecnologias proporcionam ainda benefícios significativos no ensino de Geografia, devido às suas diversas possibilidades de aplicação (CIM; TORI; HUANCA, 2022). Em concordância a isso (SILVA; RUFINO, 2021) colocam que o

uso da RA no estudo da hidrografia proporciona diversas vantagens, como a possibilidade de visualizações interativas de recursos hídricos e processos hidrológicos, podendo potencializar o aprendizado do aluno, aumentando a motivação para realização de tarefas e favorecendo uma melhor abstração de conceitos.

2.2. Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada (RA) pode ser definida como a integração de objetos virtuais tridimensionais gerados por computador com o ambiente físico, exibidos ao usuário em tempo real utilizando um dispositivo tecnológico. Ao usar dispositivos como óculos de realidade mista, *tablets ou smartphones*, o usuário é capaz de ver e interagir com essas projeções digitais em tempo real, permitindo uma integração dinâmica entre o digital e o físico (KIRNER; TORI, 2006).

Ao contrário da Realidade Virtual (RV), que busca imergir o usuário em um ambiente completamente virtual, a RA mantém o usuário em seu espaço físico, integrando elementos virtuais nesse contexto por meio de dispositivos tecnológicos. Dessa forma, a interação com os objetos virtuais é feita de forma natural e intuitiva, possibilitando a adaptação intuitiva do usuário, sem a necessidade de treinamento prévio (RIBEIRO; ZORZAL, 2011).

Os experimentos de Sutherland, considerado o pai dos gráficos computacionais interativos, na década de 60, desempenharam um papel importante na história da RA. Em 1968, ele criou um dispositivo montado na cabeça que utilizava monitores monocromáticos e espelhos semi-reflexivos, que permitiam a sobreposição de gráficos digitais ao ambiente real (SUTHERLAND, 1968). Desde então, a RA evoluiu a ponto de se tornar parte do nosso dia a dia em várias áreas como a educação, medicina e entretenimento, transformando a maneira como interagimos com o mundo real.

A sociedade contemporânea está passando por mudanças significativas em seus modelos de produção comercial, que exigem uma abordagem mais criteriosa no aprendizado. Isso demanda habilidades criativas e flexíveis para a resolução de problemas. A compreensão de conhecimentos torna-se mais eficiente quando o conteúdo teórico é aplicado na prática, assim, permitindo a visualização dos resultados através de movimentos e imagens. Nesse contexto, a RA se destaca por facilitar a aprendizagem e apoiar educadores com diversas metodologias de ensino, especialmente em conteúdos complexos e difíceis que exigem mais concentração e entendimento (CARDOSO et al., 2014).

3. Trabalhos Correlatos

Nesta seção, são apresentados quatro artigos relacionados ao trabalho proposto que utilizam a tecnologia de RA para seu desenvolvimento. Os artigos estão organizados no Quadro 1 para facilitar a visualização.

O trabalho de Pinto, Pilan e Almeida (2018) objetivou criar um aplicativo voltado para potencializar o ambiente escolar e acadêmico em disciplinas que envolvem a química. Durante o desenvolvimento, foi utilizada a linguagem *C#* para gerenciar o controle de exibição e interação dos objetos em RA, proporcionando uma experiência de uso fluida e intuitiva, que permite ao usuário interagir facilmente com a aplicação. O projeto também fez uso do motor de jogos *Unity* para a modelagem de algumas moléculas químicas, em conjunto com o *Vuforia*, um pacote especializado em RA. O resultado final foi um aplicativo *mobile* para *Android* que permite que os usuários interajam com modelos de moléculas químicas, facilitando o estudo e a visualização desses componentes de forma prática e envolvente.

De modo semelhante Schmitz, Reis e Lopes (2017) criaram um aplicativo para auxiliar no ensino do sistema solar utilizando RA. Para o desenvolvimento, foi utilizado o motor de jogos *Unity 3D* juntamente com o SDK *Vuforia* para a integração com a Realidade Aumentada. Além disso, a linguagem de desenvolvimento utilizada foi *C#*. O projeto também fez uso do software *Blender*, para a modelagem dos interiores dos planetas e anéis de alguns desses planetas. As texturas dos planetas vieram do site *Solar System Scope*. O aplicativo foi exportado para *Android* e realizado testes com o usuário final, sendo que nesses testes, o projeto teve reação positiva.

Nazar et al. (2020) conduziram um projeto de pesquisa seguindo o modelo AGILE, estruturado em cinco etapas: Análise, Design, Desenvolvimento, Implantação e Revisão. Durante a fase de análise, os alunos responderam a sete perguntas sobre sua experiência com o aprendizado de formas moleculares, suas interações com diferentes mídias educativas e seu conhecimento sobre tecnologia de RA. A partir das respostas, na fase de design foram selecionados todos os elementos necessários para criar a RA, como marcadores, objetos 3D e software. Os marcadores foram criados com o *Blender*, e os modelos 3D das moléculas foram desenvolvidos no *Unity*, enquanto o aplicativo foi construído em parceria entre *Unity* e *Vuforia*, resultando em um arquivo APK que pode ser executado em sistemas *Android*. A fase de testes envolveu um grupo de 17 alunos do Departamento de Educação em Química da Universidade Syiah Kuala, e a usabilidade do aplicativo foi medida utilizando o *System Usability Scale* (SUS), um questionário com 10 afirmações.

Já Chitaniuc e Iftene (2018) apresentaram o GeoAR, um aplicativo criado para auxiliar alunos do ensino médio na aprendizagem da Geografia da Europa. O software acompanha mapas impressos contendo apenas os contornos dos países, sem informações escritas. Ao visualizar o mapa na tela do celular, o usuário vê o nome do país, sua bandeira, capital e vizinhos. O aplicativo oferece a possibilidade do usuário salvar o mapa com a bandeira, ajustando o tamanho e posição dos elementos, conforme sua preferência. O processo de desenvolvimento envolveu o uso de *Unity* e *Vuforia* para criar a interface e, após concluir as etapas, o projeto foi exportado para o *Android Studio*. Os arquivos exportados incluíam *scripts* em *C#* e bibliotecas necessárias para garantir que o projeto funcionasse corretamente no *Android*. Foram realizados testes de usabilidade e a coleta de opiniões de usuários finais, tanto de professores quanto de alunos. No resultado dos testes, os alunos ficaram impressionados e satisfeitos com o aplicativo.

Trabalho	Área de Aplicação	Tecnologias	Contribuição	Avaliações
(PINTO; PILAN; ALMEIDA, 2018)	Química	Unity Vuforia C#	Desenvolvimento de aplicativo móvel para interação com moléculas	Feedback positivo e engajamento
(SCHMITZ; REIS; LOPES, 2017)	Astronomia	Unity Vuforia C# Blender	Desenvolvimento de aplicativo com RA para visualização do sistema solar	Reação positiva nos testes com usuários
(NAZAR et al., 2020)	Química	Unity Vuforia Blender	Aplicativo baseado em RA para ensinar formas moleculares	Testes de usabilidade com feedback positivo
(CHITANIUC; IFTENE, 2018)	Geografia	Unity Vuforia C#	Desenvolvimento de um aplicativo para ajudar alunos do ensino médio a aprender a Geografia da Europa	Testes de usabilidade e opiniões onde os alunos ficaram impressionados e satisfeitos com o aplicativo

Quadro 1. Trabalhos correlatos.

Fonte: Autor (2024).

4. Percurso Metodológico

A aplicação desenvolvida teve como público atendido os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, para os quais foi desenvolvido o aplicativo HydroAR, que disponibiliza modelos 3D interativos de três rios brasileiros: Amazonas, Paraná e Jacuí em Realidade Aumentada, visando potencializar o aprendizado em Geografia. O aplicativo foi desenvolvido exclusivamente para a plataforma Android, sistema predominante no Brasil, com utilização de 85,09% (STATCOUNTER, 2024).

A pesquisa foi realizada em escolas públicas da região Norte do Rio Grande do Sul, com a participação de oito professores de Geografia que atuam do 6º ao 9º ano. Após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), houve contato com as direções escolares para apresentação da proposta e solicitação de autorização. Com a anuência das instituições, os docentes foram convidados a participar, sendo informados sobre os objetivos, a metodologia, os procedimentos, o uso da ferramenta em Realidade Aumentada e a aplicação do questionário *System Usability Scale* (SUS). Além disso, receberam um guia didático¹ com orientações sobre o uso do aplicativo e sugestões para sua utilização em sala de aula.

A coleta de dados ocorreu em reuniões presenciais de aproximadamente 30 minutos, nas próprias instituições participantes. As sessões incluíram uma apresentação inicial sobre o aplicativo, seguida por uma demonstração prática do HydroAR e do guia didático. Na sequência, os professores responderam ao questionário SUS, aplicado de forma voluntária durante o horário regular de trabalho, sem implicar custos adicionais de deslocamento.

O teste de usabilidade SUS (*System Usability Scale*), consiste em um questionário composto por dez afirmações, com uma escala para as respostas. O método de avaliação de usabilidade SUS foi desenvolvido em 1986 por John Brooke no laboratório da *Digital Equipment Corporation*, no Reino Unido. O questionário é composto por uma escala, com cinco pontos que variam de 'Discordo totalmente' (*Strongly disagree*) a 'Concordo totalmente' (*Strongly agree*), conforme a Figura 1.

¹O guia pode ser acessado através do link: <https://drive.google.com/file/d/1-2J4whacZKSTHWRg6YGP2AgLW5-HM-tM/view?usp=sharing>

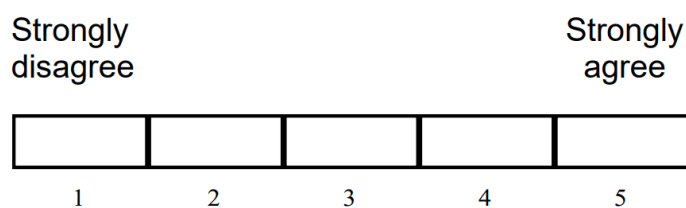


Figura 1. Exemplo de resposta do SUS.

Fonte: (BROOKE et al., 1996).

As questões alternam entre afirmações positivas e negativas, estimulando maior atenção às respostas. O cálculo da pontuação segue regra específica: nos itens ímpares (positivos), subtrai-se 1 da pontuação; nos pares (negativos), subtrai-se a resposta de 5. A soma dos valores ajustados é multiplicada por 2,5 gerando pontuação entre 0 e 100. Embora a escala vá até 100, trata-se de uma métrica relativa, em que resultados acima de 68 indicam boa usabilidade. O questionário buscou avaliar a viabilidade do HydroAR como recurso tecnológico no ensino de Geografia, especialmente em conteúdos de Hidrografia, analisando aspectos como facilidade de uso, complexidade e necessidade de suporte.

Os dados coletados foram tabulados no Google Planilhas (2025) e analisados quantitativamente e qualitativamente por meio de estatísticas descritivas, incluindo frequências, percentuais e cálculo do score do SUS. Além disso, as observações qualitativas registradas durante as sessões de demonstração foram consideradas na análise dos resultados, possibilitando compreender de que forma os professores interagiram com o aplicativo e quais dificuldades ou potencialidades identificaram em seu uso. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, parecer nº 7.706.689. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em conformidade com as diretrizes éticas vigentes.

5. Resultados

5.1. Aplicação desenvolvida

O HydroAR é um aplicativo *mobile* educacional desenvolvido especificamente para a plataforma Android, com o objetivo de apoiar o processo de ensino-aprendizagem de Geografia nos anos finais do Ensino Fundamental, e tornar as aulas mais dinâmicas e interativas. Com ele, é possível explorar modelos 3D de rios brasileiros e compreender de forma prática fenômenos hídricos, como as enchentes e estrutura dos rios. Através da RA, o usuário interage com os modelos no espaço físico utilizando a câmera do dispositivo móvel, e analisa aspectos como extensão, percurso e relação com o relevo.

Para o desenvolvimento do aplicativo HydroAR, foi utilizado o motor de jogos *Unity 3D*, em sua versão 6000.1.3f1, juntamente com o pacote *AR Foundation*, responsável pela integração dos recursos de Realidade Aumentada compatíveis com dispositivos Android. O ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) empregado foi o *Visual Studio 2022*, utilizando a linguagem de programação *C#* para a implementação das funcionalidades e controle das interações entre os elementos virtuais e o ambiente físico. Os modelos tridimensionais dos rios e relevos foram elaborados no *Blender* versão 4.4, com base em dados topográficos obtidos no site *OpenTopography*², os quais serviram de referência para representar de forma mais realista as variações de

²O site pode ser acessado através do link: <https://opentopography.org/>

terreno. Esses modelos foram posteriormente otimizados para garantir desempenho adequado em dispositivos móveis. As interfaces e menus interativos foram desenvolvidos com o sistema nativo de *UI* da *Unity*, assegurando uma navegação simples e intuitiva.

A versão inicial do HydroAR (Figura 2) foi desenvolvida como protótipo funcional voltado para a pesquisa acadêmica, tendo como foco principal a avaliação de sua usabilidade por docentes de Geografia. Para facilitar o acesso e a transparência do desenvolvimento, foi criado um repositório público do projeto HydroAR na plataforma GitHub, que reúne tanto os arquivos da aplicação quanto o guia de utilização. O repositório está disponível no seguinte endereço: <https://github.com/HSComin/HydroAR.git>.



Figura 2. Telas do aplicativo.

Fonte: Autor (2025).

Esta versão disponibiliza modelos interativos de três rios brasileiros: Rio Amazonas, Rio Paraná e Rio Jacuí (Figura 2 - Tela A), que podem ser explorados em RA. Essa tecnologia permite ao usuário aproximar, afastar e visualizar os modelos 3D sob diferentes ângulos, além de observar a localização de cada rio no mapa do Brasil (Figura 2 - Tela B). A experiência interativa é contextualizada, pois se relaciona diretamente com os conteúdos de hidrografia estudados nos anos finais do Ensino Fundamental.

Além disso, o HydroAR conta com uma simulação de enchentes (Figura 2 - Tela C e D), que possibilita aos usuários observar de forma interativa como o aumento do nível da água impacta as áreas próximas aos rios. Essa visualização contribui significativamente para o aprendizado sobre fenômenos climáticos e desastres naturais, tornando o conteúdo mais concreto e abrangente. A simulação ganha ainda mais relevância quando relacionada aos eventos de enchente que afetaram o sul do Brasil em 2024, especialmente o estado do Rio Grande do Sul, despertando nos estudantes a consciência ambiental e social diante das consequências desses fenômenos.

5.2. Teste de Usabilidade - SUS

A usabilidade do HydroAR foi analisada considerando as seguintes dimensões: *eficiência, efetividade e satisfação* dos docentes participantes. Essa categorização é baseada em estudos de Lewis e Sauro (2017), que analisaram estatisticamente como os itens do SUS se relacionam com essas dimensões. Os pontos avaliados incluíram a visibilidade dos elementos do aplicativo, as informações disponibilizadas para exploração dos modelos 3D em RA, bem como aspectos relacionados à interação, navegação e utilização das funcionalidades de simulação de enchentes. Sendo assim, apresenta-se a seguir os resultados do teste com base nos aspectos mencionados.

5.2.1. Eficiência

Esta dimensão mede o esforço e os recursos necessários para que o usuário atinja seus objetivos ao interagir com o HydroAR. Para esta análise, foram consideradas três afirmativas, representadas na Tabela 1, que avaliaram aspectos essenciais da experiência do usuário com o aplicativo. A primeira afirmativa (A1) avaliou a facilidade de uso; a segunda (A2), a consistência e a integração entre as partes do sistema; e a terceira (A3), a capacidade dos usuários aprenderem rapidamente a utilizar o sistema. Esses fatores influenciam diretamente na agilidade e na eficiência de uso.

Tabela 1. Questões relacionadas à eficiência de uso do aplicativo HydroAR

	A1. Achei o sistema fácil de usar		A2. As várias funções do sistema parecem bem integradas		A3. Imagino que a maioria das pessoas aprenderia a usar este sistema rapidamente	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
Discordo totalmente	0	0	0	0	0	0
Discordo	0	0	0	0	0	0
Neutro	0	0	0	0	0	0
Concordo	1	13	2	25	2	25
Concordo totalmente	7	87	6	75	6	75
Total	8	100	8	100	8	100

Fonte: Autor (2025).

Os resultados demonstram um desempenho satisfatório do aplicativo em relação a sua eficiência. Observou-se que 100% dos participantes concordaram total ou parcialmente com as três afirmativas, evidenciando uma percepção positiva e consistente quanto à eficiência de uso. Na A1, 87% dos usuários afirmaram concordar totalmente e 13% concordaram, indicando que o sistema é amplamente reconhecido como fácil de utilizar. Na A2, 75% dos respondentes concordaram totalmente e 25% concordaram, reforçando a boa integração e coerência funcional entre os componentes do aplicativo. Já na A3, os mesmos percentuais foram observados, revelando que o processo de aprendizado para operar o HydroAR é rápido e acessível, mesmo para novos usuários.

5.2.2. Efetividade

Esta dimensão mede a precisão e a capacidade do usuário de realizar suas tarefas de forma completa e correta ao interagir com o HydroAR. Nesta análise, foram consideradas outras três afirmativas, representadas na Tabela 2, que avaliaram os aspectos de efetividade na utilização do aplicativo. Na afirmativa 4 (A4), foi avaliado a complexidade de uso do sistema, enquanto a afirmativa 5 (A5) avaliou se o usuário precisava de apoio técnico para utilizar o aplicativo de forma adequada, e a afirmativa 6 (A6), verificou se o sistema apresenta uma consistência adequada para que os usuários atinjam seus objetivos.

Tabela 2. Questões relacionadas à efetividade de uso do aplicativo HydroAR

	A4. Eu achei esse sistema desnecessariamente complexo		A5. Eu achei que precisaria de ajuda de uma pessoa técnica para ser capaz de usar esse sistema		A6. Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%
Discordo totalmente	6	75	4	50	4	50
Discordo	2	25	4	50	4	50
Neutro	0	0	0	0	0	0
Concordo	0	0	0	0	0	0
Concordo totalmente	0	0	0	0	0	0
Total	8	100	8	100	8	100

Fonte: Autor (2025).

Os resultados indicam uma avaliação positiva da efetividade de uso do aplicativo HydroAR. Na A4, 75% dos participantes discordaram totalmente e 25% apenas discordaram, o que demonstra que o aplicativo é percebido como simples e intuitivo, não apresentando níveis de complexidade que prejudiquem a experiência do usuário. Na A5 observa-se equilíbrio entre as respostas: 50% discordaram totalmente e 50% apenas discordaram, indicando que nenhum participante sentiu necessidade de suporte técnico para utilizar o HydroAR, o que reforça sua autossuficiência e facilidade de operação. Já na A6 verificou-se o mesmo padrão: 50% discordaram totalmente e 50% discordaram, evidenciando que o aplicativo apresenta alto grau de consistência funcional, permitindo que os usuários alcancem seus objetivos de forma estável e confiável.

5.2.3. Satisfação

Nesta última dimensão, avalia-se o conforto, prazer e aceitação do usuário durante a interação com o HydroAR, refletindo diretamente na experiência pessoal e na percepção positiva do aplicativo. Para esta avaliação, foram consideradas quatro afirmativas, onde, na Tabela 3, estão duas afirmativas (A7 e A8) relacionadas à satisfação e confiança do HydroAR, enquanto na Tabela 4, estão outras duas afirmativas (A9 e A10) relacionadas à facilidade de uso.

Tabela 3. Questões relacionadas à satisfação de uso do aplicativo HydroAR

	A7. Eu acho que gostaria de usar esse sistema frequentemente		A8. Eu me senti muito seguro usando o sistema	
	Freq.	%	Freq.	%
Discordo totalmente	0	0	0	00
Discordo	0	0	0	0
Neutro	0	0	0	0
Concordo	3	37	4	50
Concordo totalmente	5	63	4	50
Total	8	100	8	100

Fonte: Autor (2025).

Os dados representados na Tabela 3 mostram que todos os participantes responderam de forma positiva em ambas as afirmativas, ainda que em diferentes graus. Na A7, 63% concordaram totalmente e 37% concordam, indicando que os usuários demonstraram interesse em utilizar o sistema com frequência. Na A8, a distribuição foi 50% concordaram totalmente e 50% concordaram, mostrando que todos os participantes se sentiram seguros durante o uso do aplicativo, sem manifestações de neutralidade ou discordância.

Tabela 4. Questões relacionadas à facilidade de uso do aplicativo HydroAR

	A9. Eu achei esse sistema muito difícil para usar		A10. Eu precisei aprender muitas coisas antes que pudesse utilizar esse sistema	
	Freq.	%	Freq.	%
Discordo totalmente	5	63	4	50
Discordo	3	37	3	37
Neutro	0	0	0	0
Concordo	0	0	1	13
Concordo totalmente	0	0	0	0
Total	8	100	8	100

Fonte: Autor (2025).

Os dados representados na Tabela 4 indicam que o HydroAR é intuitivo e de fácil utilização. Na afirmativa A9, 62% dos participantes discordaram totalmente e 37% discordaram, mostrando que todos os usuários perceberam o sistema como acessível, sem dificuldades significativas. Na A10, a distribuição foi semelhante: 50% discordaram totalmente, 37% discordaram e apenas 13% concordaram parcialmente, o que evidencia que a grande maioria dos participantes conseguiu operar o aplicativo sem necessidade de aprendizado extensivo ou prévio, reforçando a eficiência da interface e a clareza das funcionalidades.

5.3. Discussão

A avaliação do HydroAR revelou excelente desempenho em *eficiência e efetividade*, com os professores considerando o sistema fácil de usar, integrado, consistente e capaz de per-

mitir a execução completa e correta das tarefas sem necessidade de suporte técnico. Na dimensão de *satisfação*, os resultados também foram positivos: o aplicativo foi considerado seguro, intuitivo e confiável, e os participantes manifestaram interesse em utilizá-lo com frequência, confirmando uma aceitação favorável do produto. Em síntese, o HydroAR combina alta funcionalidade e usabilidade com potencial para aprimorar a experiência subjetiva, tornando-se não apenas eficiente e preciso, mas também mais atraente e envolvente para os usuários.

A média final obtida no teste de usabilidade do HydroAR foi de 90,31 pontos, em uma escala de 0 a 100, valor significativamente acima do ponto de referência de 68 pontos, geralmente considerado indicativo de boa usabilidade de com o estudo de BROOKE et al., (1996). Esse resultado posiciona o aplicativo na faixa de excelente usabilidade, sugerindo que os professores tiveram uma experiência positiva ao interagir com o sistema. Esses achados corroboram estudos semelhantes que avaliaram aplicativos educacionais em RA. Por exemplo, Nazar et al. (2020) utilizaram o SUS com 17 alunos universitários e também verificaram altos índices de aceitação, confirmando a pertinência do método para validar recursos educacionais baseados em RA. De forma similar, Chitaniuc e Iftene (2018) realizaram testes de usabilidade com professores e alunos, observando que os usuários ficaram impressionados e satisfeitos com os aplicativos avaliados, reforçando a relevância da abordagem para a implementação de tecnologias educacionais inovadoras.

Na apresentação do HydroAR aos participantes, foi possível observar que os usuários demonstraram boa compreensão das funcionalidades e das instruções disponibilizadas pelo aplicativo, apoiadas também pelo guia didático, que facilitou a percepção da tecnologia e sua utilização no contexto educacional. Apesar disso, alguns professores relataram dificuldade inicial ao interagir com uma tecnologia ainda pouco familiar. Um dos participantes destacou: *“Achei muito interessante e inovador; precisamos cada vez mais inovar em nossas aulas para tentarmos atrair a atenção dos estudantes, que em sua maioria demonstram apatia e pouco interesse nos estudos”*. Esse depoimento reforça que tecnologias baseadas em RA funcionam como ferramentas de apoio pedagógico, capazes de estimular o interesse e a curiosidade dos alunos por meio de experiências interativas.

De forma geral, os participantes ressaltaram que a utilização do HydroAR contribuiu para tornar o conteúdo mais atrativo e dinâmico, favorecendo o engajamento dos estudantes durante as atividades. Observa-se que a tecnologia se torna mais eficiente quando alinhada a outros recursos pedagógicos, como o guia didático, e, por esse motivo, a aplicação do HydroAR tem como objetivo apoiar o ensino, sem substituir funções pedagógicas tradicionais, mas complementando e enriquecendo a experiência de aprendizagem.

6. Conclusão

Os resultados obtidos com o desenvolvimento e a avaliação do aplicativo HydroAR demonstram o potencial significativo da RA como ferramenta pedagógica inovadora no ensino de Geografia. A análise de usabilidade realizada com base no questionário SUS evidenciou um pontuação positiva considerando dimensões de eficiência, efetividade e satisfação entre os professores participantes, com destaque para a facilidade de uso, a clareza das informações e a integração funcional da interface. A média obtida no SUS é de 90,31 pontos, o que posiciona o HydroAR na categoria de excelente usabilidade, segundo os critérios de Bangor, Kortum e Miller (2009), reforçando sua viabilidade como recurso didático.

Além de atender aos objetivos pedagógicos, o HydroAR também promove a conscientização socioambiental, ao relacionar conteúdos curriculares com eventos reais, como as enchentes ocorridas no Rio Grande do Sul em 2024. Portanto, o HydroAR não apenas representa

uma tecnologia que pode ser apropriada à educação básica, mas também reforça a importância de práticas educacionais inovadoras que dialogam com as novas gerações e suas formas de produzir conhecimentos.

Conclui-se, portanto, que o HydroAR representa uma contribuição significativa para o campo educacional, ao propor uma abordagem tecnológica que potencializa o ensino de Geografia. O estudo apresenta algumas limitações, como a dependência de dispositivos móveis com o sistema operacional Android. Como perspectiva para trabalhos futuros, pretende-se expandir o aplicativo com novos modelos tridimensionais de rios e ampliar as informações disponibilizadas sobre esses elementos. Além disso, planeja-se aplicar o HydroAR em atividades escolares, com o objetivo de analisar suas contribuições sob a perspectiva do processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

Referências

- BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining what individual sus scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies*, Usability Professionals' Association Bloomingdale, IL, v. 4, n. 3, p. 114–123, 2009.
- BELCAVELLO, R. S. O estudo da paisagem na geografia a partir do apoio da realidade aumentada. Nova Venécia, 2019.
- BITTENCOURT, P. A. S.; ALBINO, J. P. O uso das tecnologias digitais na educação do século xxi. *Revista Ibero-Americana de estudos em educação*, p. 205–214, 2017.
- BRANCO, E. P. et al. Recursos tecnológicos e os desafios da educação em tempos de pandemia. *Anais CIET: Horizonte*, 2020.
- BRASIL. *Projeto de Lei nº 104, de 2015*. 2015. Proposta que dispõe sobre o uso de dispositivos eletrônicos portáteis em salas de aula das instituições de ensino básico e superior. Reformulada em 2024, com vigência a partir de 2025. Acesso em: 30 de novembro de 2024. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1562535&filename=Avulso\%20PL\%20104/2015>.
- BROOKE, J. et al. Sus-a quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, London, England., v. 189, n. 194, p. 4–7, 1996.
- CAETANO, L. M. D. Tecnologia e educação: quais os desafios? *Educação UFSM*, v. 40, n. 2, p. 295–309, 2015.
- CARDOSO, R. G. et al. Uso da realidade aumentada em auxílio à educação. *Anais do Computer on the Beach*, v. 5, p. 330–339, 2014.
- CHITANIUC, M.; IFTENE, A. Geoar-an augmented reality application to learn geography. *Romanian Journal of Human-Computer Interaction*, v. 11, n. 2, 2018.
- CIM, V. S.; TORI, R.; HUANCA, C. M. Realidade aumentada no ensino de geografia: Panorama mundial. *Anais CIET: Horizonte*, 2022.
- DIAS, J. A. O ensino da hidrografia no contexto da geografia escolar. *Nome do Periódico*, 2019.
- FREITAS, F. C. C. de; SOUSA, F. G. A. de; FIALHO, L. M. F. Uso de tecnologias nas aulas de geografia no ensino médio. *EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação*, v. 7, n. 17, p. 653–671, 2020.

- KIRNER, C.; TORI, R. Fundamentos de realidade aumentada. *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*, VIII Symposium on Virtual Reality Belém-PA: Editora SBC-Sociedade Brasileira . . . , v. 1, p. 22–38, 2006.
- LEWIS, J. R.; SAURO, J. Can i leave this one out? the effect of dropping an item from the sus. *Journal of Usability Studies*, Usability Professionals Association, v. 13, n. 1, p. 38–46, 2017.
- MORAN, J. *A Educação que Desejamos: novos desafios e como chegar lá*. [S.l.]: Editora Loyola, 2017. v. 5. 1–232 p. Tecnologias digitais para uma aprendizagem ativa e inovadora.
- NAZAR, M. et al. Development of augmented reality application for learning the concept of molecular geometry. In: IOP PUBLISHING. *Journal of Physics: Conference Series*. [S.l.], 2020. v. 1460, n. 1, p. 012083.
- PINTO, L. T. G.; PILAN, J. R.; ALMEIDA, O. C. P. de. Desenvolvimento de um aplicativo para ensino de química usando realidade aumentada. In: *VII JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica*. [S.l.: s.n.], 2018.
- RIBEIRO, M. W. S.; ZORZAL, E. R. Realidade virtual e aumentada: Aplicações e tendências. *XIII Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada, Uberlândia-MG-Brasil*, v. 15, 2011.
- SCHERER, S.; BRITO, G. d. S. Integração de tecnologias digitais ao currículo: diálogos sobre desafios e dificuldades. *Educar em Revista*, SciELO Brasil, v. 36, p. e76252, 2020.
- SCHMITZ, E. M.; REIS, D. Solano dos; LOPES, M. C. Desenvolvimento de um aplicativo para auxiliar no ensino de sistema solar utilizando realidade aumentada. *Revista de Sistemas e Computação-RSC*, v. 7, n. 2, 2017.
- SILVA, C. C. S. C. da; TEIXEIRA, C. M. de S. O uso das tecnologias na educação: os desafios frente à pandemia da covid-19. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 9, p. 70070–70079, 2020.
- SILVA, L. G. P. d.; RUFINO, H. L. P. Revisão sistemática sobre as vantagens e desafios no uso de realidade aumentada como ferramenta pedagógica no ensino médio. *Educação UFSM*, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), v. 46, 2021.
- STATCOUNTER. *Mobile Operating System Market Share Worldwide*. 2024. Acesso em: 20 de novembro de 2024. Disponível em: <<https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide/#monthly-202311-202411-bar>>.
- STRAFORINI, R. O ensino de geografia como prática espacial de significação. *Estudos avançados*, SciELO Brasil, v. 32, n. 93, p. 175–195, 2018.
- SUTHERLAND, I. E. A head-mounted three dimensional display. In: *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*. [S.l.: s.n.], 1968. p. 757–764.