



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CENTRO DE EDUCAÇÃO, HUMANIDADES E SAÚDE DE
TOCANTINÓPOLIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM PEDAGOGIA**

MILLENA CABRAL PEREIRA DOS SANTOS

**A CAIXA DE AREIA COMO METODOLOGIA INOVADORA E INTERATIVA PARA
O MUNICÍPIO DE TOCANTINÓPOLIS**

Tocantinópolis - TO

2025

MILLENA CABRAL PEREIRA DOS SANTOS

**A CAIXA DE AREIA COMO METODOLOGIA INOVADORA E INTERATIVA PARA
O MUNICÍPIO DE TOCANTINÓPOLIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), Campus Universitário de Tocantinópolis, para obtenção do título de licenciatura plena em Pedagogia.

Orientador: Prof. Dr. Jeferson Muniz Alves Gracioli

Tocantinópolis, TO

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Geração de Ficha Catalográfica SGFC-UFNT

Gerado automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C117c Cabral , Millena .

A caixa de Areia como Metodologia Inovadora e Interativa para o Município de Tocantinópolis / Millena Cabral . - Centro de Educação, Humanidades e Saúde - CEHS, TO, 2025.
60 f.

Monografia Graduação (Graduação - em Pedagogia) --
Universidade Federal do Norte do Tocantins, 2025.

Orientador: Jéferson Muniz Alves Gracioli.

1. A Caixa de Areia de Realidade Aumentada: A Tecnologia aplicada ao Contexto Educacional . 2. Aprendendo Topografia e Hidrografia na Caixa de Areia de Realidade Aumentada . 3. Experiências práticas com o uso da Caixa de Areia no Município de Tocantinópolis .

CDD 370

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

MILLENA CABRAL PEREIRA DOS SANTOS

Caixa de Areia como metodologia inovadora e interativa para o município de Tocantinópolis

Monografia apresentada à UFNT – Universidade Federal do Norte do Tocantins – Campus Universitário de Tocantinópolis, Curso de Licenciatura em Pedagogia, foi avaliada para a obtenção do título de Licenciado em Pedagogia e aprovada (o) em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 08 / 12 / 2025

Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente
JEFERSON MUNIZ ALVES GRACIOLI
Data: 16/12/2025 10:39:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jeferson Muniz Alves Gracioli. (Orientador)
Universidade Federal do Norte Tocantins
Centro de Educação, Humanidades e Saúde de Tocantinópolis (CEHS)



Documento assinado digitalmente
FRANCISCA RODRIGUES LOPES
Data: 16/12/2025 14:09:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Francisca Rodrigues Lopes.
Universidade Federal do Norte Tocantins
Centro de Educação, Humanidades e Saúde de Tocantinópolis (CEHS)



Documento assinado digitalmente
ALDECY ANGÉLICA DE SOUSA
Data: 17/12/2025 17:35:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Esp. Aldecy Angélica de Sousa
Colégio Estadual José Carneiro de Brito Cívico Militar

Dedicação

Dedico este trabalho à minha família, que sempre acreditou em mim e esteve ao meu lado em todos os momentos, oferecendo apoio, carinho e incentivo para que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força, saúde e sabedoria ao longo dessa caminhada.

Aos meus familiares, pelo amor, apoio incondicional e por acreditarem em mim, mesmo nos momentos mais difíceis. Em especial, agradeço a minha mãe Ivanilde, por estar sempre ao meu lado, incentivando cada passo.

Em especial, expresso minha sincera gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Jeferson Muniz Alves Gracioli, pela dedicação, paciência e compromisso durante todo o processo de elaboração deste trabalho. Seus conselhos, críticas construtivas e disponibilidade foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico e para o desenvolvimento desta pesquisa. Estendo meus agradecimentos aos professores do curso, que contribuíram significativamente para minha formação ao longo desses anos.

Aos colegas e amigos que estiveram presentes nessa jornada, especialmente a minha amiga e companheira de jornada acadêmica (Regivânia Macedo dos Santos) agradeço pelas conversas, trocas de conhecimento, cooperação e pelo apoio nos momentos mais desafiadores. A convivência com vocês tornou este caminho mais leve e enriquecedor. Agradeço também a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram com informações, participação, incentivo ou apoio técnico para a realização deste trabalho.

Por fim, deixo meu reconhecimento a cada pessoa que contribuiu, de alguma forma, para que este estudo se tornasse realidade. A todos, meu muito obrigado.

RESUMO

Esta pesquisa investigou o uso da Caixa de Areia de Realidade Aumentada (SARndbox), na versão Windows/Unity, como interface pedagógica para o ensino de Topografia e Hidrografia na disciplina de Geografia, com foco na análise de ações dos anos finais do Ensino Fundamental. O ensino de Geografia apresenta desafios no que diz respeito à acessibilidade de conceitos complexos, como processos geomorfológicos, cartográficos e ambientais. Nesse cenário, a SARndbox surge como uma tecnologia inovadora capaz de simular, de forma interativa, fenômenos naturais como o relevo, as curvas de nível e os fluxos hídricos, facilitando a aprendizagem por meio de experiências visuais e práticas. A pesquisa foi realizada com abordagem qualitativa, envolvendo 12 alunos do 7º ano de uma escola privada em Tocantinópolis-TO. Durante uma aula prática com a SARndbox, os estudantes foram divididos em dois grupos: o Grupo I trabalhou com simulações de escoamento em relevo elevado, enquanto o Grupo II explorou situações de alagamento e drenagem urbana. A metodologia adotou a observação participante para registrar as interações com a ferramenta, revelando que a atividade estimulou a criatividade, a experimentação e o engajamento, sobretudo no Grupo II. A fundamentação teórica baseou-se na Teoria da Aprendizagem Significativa, nas metodologias de aprendizagem ativa e no uso de tecnologias imersivas, que favorecem uma conexão mais profunda com os conteúdos. Também foram abordadas questões de educação ambiental, com ênfase na compreensão dos recursos hídricos e dos fenômenos naturais. Autores como David Ausubel e Jean Piaget foram essenciais para sustentar a construção do conhecimento por meio de práticas concretas. Os resultados indicaram que a Caixa de Areia de Realidade Aumentada proporciona uma abordagem mais dinâmica e eficaz para o ensino de Geografia. Os alunos conseguiram visualizar e manipular o relevo, observando como ele interfere no comportamento da água, além de compreender de forma mais clara a formação de rios, bacias hidrográficas, alagamentos e processos de drenagem. A experiência mostrou que o uso de tecnologias imersivas favorece a aprendizagem significativa, tornando os conteúdos mais acessíveis, lúdicos e conectados à realidade dos estudantes. Dessa forma, a pesquisa reafirma a relevância de estratégias pedagógicas inovadoras para aprimorar a qualidade do ensino e a formação de cidadãos mais conscientes e críticos em relação ao meio ambiente.

Palavras-chave: Caixa de areia; Realidade aumentada; Ensino Fundamental; Geografia; metodologia inovadora.

ABSTRACT

This research investigated the use of the Augmented Reality Sandbox (SARndbox), in the Windows/Unity version, as a pedagogical interface for teaching Topography and Hydrography in the Geography subject, focusing on the analysis of actions in the final years of Elementary School. The teaching of Geography presents challenges regarding the accessibility of complex concepts, such as geomorphological, cartographic, and environmental processes. In this scenario, SARndbox emerges as an innovative technology capable of interactively simulating natural phenomena such as relief, contour lines, and water flows, facilitating learning through visual and practical experiences. The research was conducted with a qualitative approach, involving 12 seventh-grade students from a private school in Tocantinópolis-TO. During a practical lesson with SARndbox, the students were divided into two groups: Group I worked with simulations of runoff in elevated relief, while Group II explored situations of flooding and urban drainage. The methodology adopted participant observation to record interactions with the tool, revealing that the activity stimulated creativity, experimentation, and engagement, especially in Group II. The theoretical framework was based on the Theory of Meaningful Learning, active learning methodologies, and the use of immersive technologies, which favor a deeper connection with the content. Environmental education issues were also addressed, with an emphasis on understanding water resources and natural phenomena. Authors such as David Ausubel and Jean Piaget were essential to support the construction of knowledge through concrete practices. The results indicated that the Augmented Reality Sandbox provides a more dynamic and effective approach to teaching Geography. Students were able to visualize and manipulate the relief, observing how it interferes with the behavior of water, as well as understanding more clearly the formation of rivers, watersheds, floods, and drainage processes. The experience showed that the use of immersive technologies favors meaningful learning, making the content more accessible, playful, and connected to the students' reality. Thus, the research reaffirms the relevance of innovative pedagogical strategies to improve the quality of teaching and the formation of more conscious and critical citizens in relation to the environment.

Key-words: Sand tray; Augmented reality; Elementary education; Geography; innovative methodology.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre a SARndbox na versão Linux e Unity.....	21
Quadro 2 – Funcionalidades das versões Linux e Unity da SARndbox.....	22
Quadro 3 – Estrutura Física e Equipamentos Tecnológicos.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Projeção de curvas de nível na Caixa de Areia de Realidade Aumentada	20
Figura 2 – Representação de Relevo e Hidrografia com a Caixa de Areia de Realidade Aumentada.....	24
Figura 3 – Interação dos alunos com a Caixa de Areia de R.A durante aula prática.....	25
Figura 4 – Estudantes interagindo com a Caixa de Areia de Realidade Aumentada.....	26
Figura 5 – Comparações entre imagens bidimensional e imagem tridimensional.....	28
Figura 6 – Simulação Dinâmica da Água em Caixa de Areia de Realidade Aumentada.....	32
Figura 7 – Simulação de Incêndio em Caixa de Areia de Realidade Aumentada (SARndbox).....	33
Figura 8 – Simulação Geológica em Caixa de Areia de Realidade Aumentada.....	34
Figura 9 – Representação da Topografia na Caixa de Areia de Realidade Aumentada.....	35
Figura 10 – Simulação dos Ventos em Caixa de Areia de Realidade Aumentada (SARndbox).....	36
Figura 11 – Estrutura em MDF da Caixa de Areia de Realidade Aumentada.....	41
Figura 12 – Caixa de Areia de Realidade Aumentada, com projeção de Curvas de Nível.....	45
Figura 13 – Representação Hidrografia no relevo.....	47
Figura 14 – Estudantes atentos às orientações iniciais sobre o uso da Caixa de Areia de Realidade Aumentada antes do início da atividade prática.....	49
Figura 15 – Representação topográfica em Caixa de Areia de Realidade Aumentada, na qual os alunos associaram a cor branca do topo a presença de neve, relacionando altitude ao clima.....	50

SUMÁRIO

1. Introdução.....	12
2. Metodologia.....	17
3. A Caixa de Areia de Realidade Aumentada: A Tecnologia aplicada ao contexto Educacional.....	20
3.1 Versão Unity da Caixa de Areia.....	29
3.2 Estrutura e Materiais.....	38
4. Aprendendo Topografia e Hidrografia na Caixa de Areia de Realidade Aumentada.....	43
5. Experiências práticas com o uso da Caixa de Areia no Município de Tocantinópolis.....	48
5.1 Contexto da atividade.....	48
5.2 Desenvolvimento da atividade.....	48
5.3 Observações e Resultados.....	51
6. Conclusão.....	57
7. Referências Bibliográficas.....	59

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Geografia enfrenta o constante desafio de tornar conceitos abstratos e dinâmicos, como os processos geomorfológico, cartográficos e ambientais, tangíveis e significativos para os estudantes. Nesse cenário, de metodologias inovadoras, ou seja, metodologias que se referem a abordagens e técnicas de ensino-aprendizagem que buscam transformar o processo educativo, indo além dos métodos tradicionais.

Tornam-se essenciais, pois integram teoria e prática de forma engajadora, superando as limitações do ensino tradicional. Além disso, é fundamental desenvolver recursos didáticos específicos que auxiliem, tanto professores em formação, quanto docentes em atuação, oferecendo interfaces que facilitem a explicação de conteúdos complexos e promovam uma aprendizagem ativa.

Dentre essas metodologias inovadoras, destaca-se a Caixa de Areia de Realidade Aumentada, integrada ao *software SARndbox*, como uma interface pedagógica com grande potencial para o ensino de Geografia. Este sistema permite a simulação de fenômenos ambientais dinâmicos e a representação interativa de conceitos geográficos fundamentais, como a classificação do relevo, a interpretação de curvas de nível e a análise da variação hipsométrica por meio de cores.

A variação hipsométrica consiste na atribuição de diferentes tonalidades para representar distintas altitudes e profundidades em uma superfície topográfica. Dessa forma, cores mais frias (como azul e verde) indicam áreas mais baixas, enquanto cores mais quentes (como amarelo, laranja e vermelho) representam regiões mais elevadas. Esse recurso visual facilita a compreensão espacial do relevo, permitindo aos alunos identificarem, de forma intuitiva e imediata, as variações de altura e a morfologia do terreno.

Com uma abordagem tridimensional e sensorial, essa tecnologia transforma abstrações cartográficas em experiências concretas, facilitando a compreensão de processos complexos de maneira prática e envolvente.

O SARndbox é uma plataforma de código aberto desenvolvida pelo *W.M. Keck Center for Active Visualization in the Earth Sciences (KeckCAVES)*, da Universidade da Califórnia, Davis. Utilizando sensores de profundidade, como o Microsoft *Kinect*, e um sistema de projeção, o *software* detecta, em tempo real as alterações na superfície da areia, gerando visualizações dinâmicas, como mapas topográficos, simulações

hidrológicas e efeitos de precipitação. Sua natureza *open-source* permite adaptações para diferentes contextos educacionais e de pesquisa, ampliando suas aplicações em áreas como geociências, gestão ambiental e educação interdisciplinar.

Um avanço significativo no desenvolvimento do *SARndbox* ocorreu entre o segundo semestre de 2024 e o início de 2025, com a implementação de atualizações cruciais em seu código-fonte por pesquisadores da Rede *SARndbox* Brasil. Essas modificações tornaram possível, pela primeira vez, a compatibilidade plena do sistema com o ambiente Windows (versão *Unity*), superando a limitação anterior à plataforma *Linux*.

A Rede *SARndbox* Brasil é formada por um grupo de professores e pesquisadores de instituições de ensino superior (IFs - Instituições Federais de Educação, Ciência e Tecnologia e UFs - Universidades Federais), que se dedica a promover o uso da Caixa de Areia de Realidade Aumentada (*SARndbox*) como ferramenta de ensino, especialmente em áreas como geografia física e geomorfologia. A rede busca democratizar o acesso a essa tecnologia, tornando-a disponível em diversas instituições de ensino brasileiras.

O objetivo principal é compartilhar o conhecimento e a experiência com a ferramenta, facilitando sua implementação em outras instituições de ensino.

Estabeleceu-se como objetivo geral desta pesquisa investigar as potencialidades da versão *Windows (Unity)* da Caixa de Areia de Realidade Aumentada como interface tecnológica para o ensino de noções básicas de Topografia e Hidrologia nos anos finais do Ensino Fundamental. A proposta é compreender de que maneira essa tecnologia pode estimular a criatividade, a experimentação e a resolução de problemas, promovendo uma aprendizagem mais ativa e significativa.

A versão *Windows Unity* refere-se à adaptação mais recente do sistema *SARndbox*, desenvolvida por membros da Rede *SARndbox* Brasil, que substitui a dependência do ambiente *Linux* por uma versão compatível com o sistema operacional *Windows*, utilizando o motor gráfico *Unity*. O *Unity* é uma plataforma de desenvolvimento de simulações e jogos em 3D, reconhecida pela sua acessibilidade, interatividade e facilidade de uso, o que torna a ferramenta mais prática e atrativa para o uso pedagógico em sala de aula.

No contexto da Geografia escolar, a Topografia pode ser compreendida como o estudo das formas do relevo terrestre, como montanhas, planícies, vales e

depressões, além da representação dessas formas por meio de mapas com curvas de nível. Já a Hidrografia trata dos elementos relacionados à água na superfície da Terra, como rios, lagos, oceanos e bacias hidrográficas, incluindo a forma como esses corpos d'água se distribuem e interagem com o relevo. A integração desses conteúdos com uma ferramenta visual e interativa, como a Caixa de Areia de Realidade Aumentada, favorece a aprendizagem significativa e concreta desses conceitos ainda nos primeiros anos da formação escolar.

A questão norteadora da pesquisa foi: em que medida a metodologia da Caixa de Areia de Realidade Aumentada contribui para a aprendizagem dos conteúdos específicos de Topografia e Hidrografia no ensino de Geografia?

A metodologia da Caixa de Areia de Realidade Aumentada potencializa a aprendizagem de conceitos topográficos e hidrográficos ao tornar visíveis, interativos e manipuláveis elementos como relevo, curvas de nível, altitude e fluxos de água, facilitando a compreensão por meio da experimentação e da aprendizagem ativa. Ao permitir que os alunos vejam e modifiquem o terreno em tempo real, a ferramenta aproxima teoria e prática de forma concreta e estimulante. No entanto, seus limites incluem o alto custo de implantação, a necessidade de infraestrutura tecnológica adequada e a formação específica de professores para seu uso eficaz, sendo mais adequada como recurso complementar a outras estratégias didáticas.

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de Geografia para o Ensino Fundamental, a Topografia, nos anos iniciais, é abordada de forma introdutória, com foco na leitura, interpretação e representação dos espaços. Trabalha-se o reconhecimento de elementos da paisagem, como relevo, formas de terreno, altitudes e orientações espaciais. Nesse processo, os alunos desenvolvem a capacidade de identificar diferentes formas de relevo como planícies, montanhas, morros e vales e começam a se familiarizar com diferentes formas de representação, como mapas, plantas e maquetes, além de construir noções básicas de localização, orientação e percepção espacial.

Já com a Hidrografia, trabalha-se o reconhecimento dos elementos naturais da paisagem, com destaque para rios, lagos, mares, oceanos e nascentes, além da importância da água para a vida e para a organização do espaço geográfico. Os estudantes são levados a compreender a relação entre os corpos d'água e o ambiente, incluindo impactos ambientais e a importância da preservação.

O Documento Curricular do Tocantins (DCT) segue as diretrizes da Base

Nacional Comum Curricular (BNCC), mas contextualiza os conteúdos para a realidade local. Na Topografia, enfatiza a observação e o reconhecimento das formas de relevo presentes no próprio território, como chapadas, serras, planaltos e planícies do Tocantins, além da leitura de mapas, fotos e maquetes, desenvolvendo noções de localização, altitude e representação espacial.

A valorização do estudo dos recursos hídricos locais é um dos focos da Hidrografia, que contempla rios como o Tocantins, Araguaia e seus afluentes, além de lagoas e nascentes. Trabalha-se a importância da água na organização da vida, na formação da paisagem e nas atividades humanas, promovendo também a conscientização sobre a preservação dos recursos hídricos e os impactos ambientais decorrentes de seu uso inadequado.

Nos anos iniciais, tanto na BNCC quanto no DCT, os conteúdos de Topografia e Hidrografia são trabalhados de forma introdutória, com foco no reconhecimento dos elementos naturais da paisagem, leitura do espaço geográfico, desenvolvimento da percepção espacial e valorização dos recursos naturais locais, preparando os alunos para análises mais complexas nos anos seguintes.

A relevância deste estudo reside na necessidade de incorporar interfaces tecnológicas dinâmicas e interativas ao ensino de Geografia, promovendo uma prática pedagógica inovadora que favoreça tanto a atuação docente quanto a apropriação dos conteúdos pelos estudantes. Ao analisar os impactos do uso da Caixa de Areia de Realidade Aumentada em ambientes escolares, esta pesquisa busca contribuir para a melhoria da qualidade do ensino e para a disseminação de práticas educacionais mais criativas e eficazes.

A proposta central é demonstrar como o uso de tecnologias imersivas pode tornar o aprendizado mais dinâmico, interativo e significativo, especialmente em disciplinas que envolvem a compreensão de elementos espaciais e geográficos.

O capítulo 1, na introdução, foi apresentado os fundamentos teóricos e práticos que justificam o uso da Caixa de Areia de Realidade Aumentada, as metodologias ativas e tecnológicas aplicadas ao ensino de Topografia e Hidrografia no Ensino Fundamental, destacando-se a versão Windows (*Unity*) da plataforma *SARndbox*, suas atualizações recentes e a atuação da Rede *SARndbox* Brasil. Além disso, serão contextualizados os conteúdos previstos na BNCC e do (DCT), culminando na formulação da questão norteadora e dos objetivos da pesquisa.

No Capítulo 2, a Metodologia, apresentada descreve os procedimentos adotados para a condução das atividades experimentais e para a coleta e análise dos dados. Por fim, o trabalho é concluído com reflexões sobre os impactos observados no processo educativo, destacando os benefícios da utilização da realidade aumentada como ferramenta didática e apontando possibilidades para futuras aplicações no ambiente escolar.

Já no Capítulo 3, é abordado o funcionamento da Caixa de Areia com ênfase na versão desenvolvida por meio da plataforma *Unity* (3.1), detalhando também os aspectos estruturais e os materiais necessários para sua construção e operação (3.2). Em seguida, no Capítulo 4, discute-se o potencial da tecnologia no ensino de conteúdos geográficos, explorando sua eficácia no auxílio à aprendizagem de conceitos como relevo, curvas de nível, fluxos hídricos e formação de bacias hidrográficas.

O Capítulo 5 dedica-se à apresentação de uma experiência prática realizada no município de Tocantinópolis. Inicialmente, é descrito o contexto no qual a atividade foi desenvolvida (5.1), seguido do relato de seu desenvolvimento (5.2), da análise das observações e resultados obtidos das práticas interativas promovidas durante o uso da caixa de areia de realidade aumentada (5.3).

O capítulo 6 apresenta as considerações finais da pesquisa, com base nos resultados obtidos, destacando a relevância da realidade aumentada como suporte didático, além de apontar sugestões para futuras pesquisas e aplicações. Por último e não menos importante serão identificadas as referências bibliográficas utilizadas no decorrer da pesquisa, conforme as normas da ABNT.

2. METODOLOGIA

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, estruturada a partir de uma análise de experiências articuladas à caixa de areia de realidade aumentada que se encontra no Centro de Educação, Humanidades e Saúde (CEHS) da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) Tocantinópolis. Participaram dessa ação a ser analisada nesta pesquisa 12 alunos do 7º ano do Ensino Fundamental e 3 professores de uma escola privada do município de Tocantinópolis-TO. A ação desenvolveu uma perspectiva de como a tecnologia da Caixa de Areia de Realidade Aumentada poderia contribuir para o ensino e aprendizagem de conceitos relacionados à topografia e hidrografia, promovendo experiências educacionais significativas por meio da interação com recursos tecnológicos.

Desta maneira, Gil (2008) aponta que a pesquisa qualitativa é essencial para a compreensão dos fenômenos sociais e educacionais, pois permite uma análise profunda das interações e das percepções dos indivíduos em seus contextos específicos. Essa abordagem permite a construção de um conhecimento mais detalhado e interpretativo, essencial para estudos que buscam entender a dinâmica dos processos de ensino e aprendizagem.

Vale ressaltar que houve dificuldades significativas durante a atualização da nova versão da caixa de areia de realidade aumentada, cujo processo levou mais tempo do que o previsto e impactou diretamente o cronograma das atividades. Somado a isso, os ajustes técnicos necessários para adaptar a estrutura ao novo sensor Kinect exigiram modificações e testes adicionais, prolongando ainda mais a finalização do equipamento. Como consequência, a disponibilidade da caixa para visitas escolares foi temporariamente comprometida, dificultando o atendimento à demanda planejada para o período.

Durante a atividade, os estudantes foram divididos em dois grupos. O Grupo I explorou a simulação de neve e neblina, com foco na interpretação do escoamento da água a partir de áreas elevadas, analisando como a topografia influencia a dinâmica hídrica. Já o Grupo II concentrou-se no escoamento hidrográfico em diferentes níveis de relevo, simulando tempestades e situações de drenagem urbana, como alagamentos e o fluxo superficial da água. A divisão em grupos teve como objetivo estimular a cooperação entre os estudantes e promover diferentes formas de abordagem do conteúdo.

A versão utilizada da Caixa de Areia de Realidade Aumentada foi desenvolvida para o sistema *Windows*, com suporte ao *software Unity*. Esse modelo oferece diversos recursos, como manipulação tátil da areia, projeção em tempo real de curvas de nível, fluxos hídricos, simulação de incêndios, elementos geológicos e padrões de vento. Esses elementos permitiram a criação de um ambiente interativo e visualmente atrativo, que facilitou a aprendizagem de conceitos complexos de forma concreta e acessível.

A abordagem metodológica escolhida incluiu a observação direta da interação dos alunos com o equipamento, o registro das falas e comportamentos dos participantes e a análise qualitativa das práticas colaborativas. Como técnica principal, utilizou-se a observação participante, permitindo que o pesquisador acompanhasse de forma imersiva as atividades realizadas durante o manuseio da caixa. Essa estratégia proporcionou uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas em sala de aula, das relações entre os estudantes e da eficácia pedagógica das ações desenvolvidas

A observação participante, para Gil (2008), é uma estratégia relevante, pois permite ao pesquisador imergir no contexto estudado, estabelecendo um vínculo mais direto com os participantes. Essa abordagem favorece a coleta de dados mais rica e detalhada, uma vez que o pesquisador participa ativamente do ambiente, possibilitando a compreensão dos fenômenos em sua totalidade e na sua dinâmica cotidiana.

A metodologia adotada, portanto, privilegiou a exploração das experiências e percepções dos estudantes em atividades práticas com a Caixa de Areia de Realidade Aumentada. Essa abordagem permitiu compreender de forma mais sensível e detalhada as interações e os significados atribuídos às atividades, contribuindo para a avaliação pedagógica da proposta.

A aplicação da metodologia qualitativa, aliada ao uso da Caixa de Areia de Realidade Aumentada, demonstrou ser uma estratégia eficaz para promover um ensino mais dinâmico, interativo e significativo no contexto do ensino de Geografia. A experiência prática em Tocantinópolis evidenciou que, mesmo em realidades escolares com recursos limitados, é possível inovar pedagogicamente com tecnologias acessíveis e bem direcionadas.

Ao proporcionar uma abordagem concreta e visual dos fenômenos naturais, a ferramenta contribuiu para o desenvolvimento de habilidades como observação crítica,

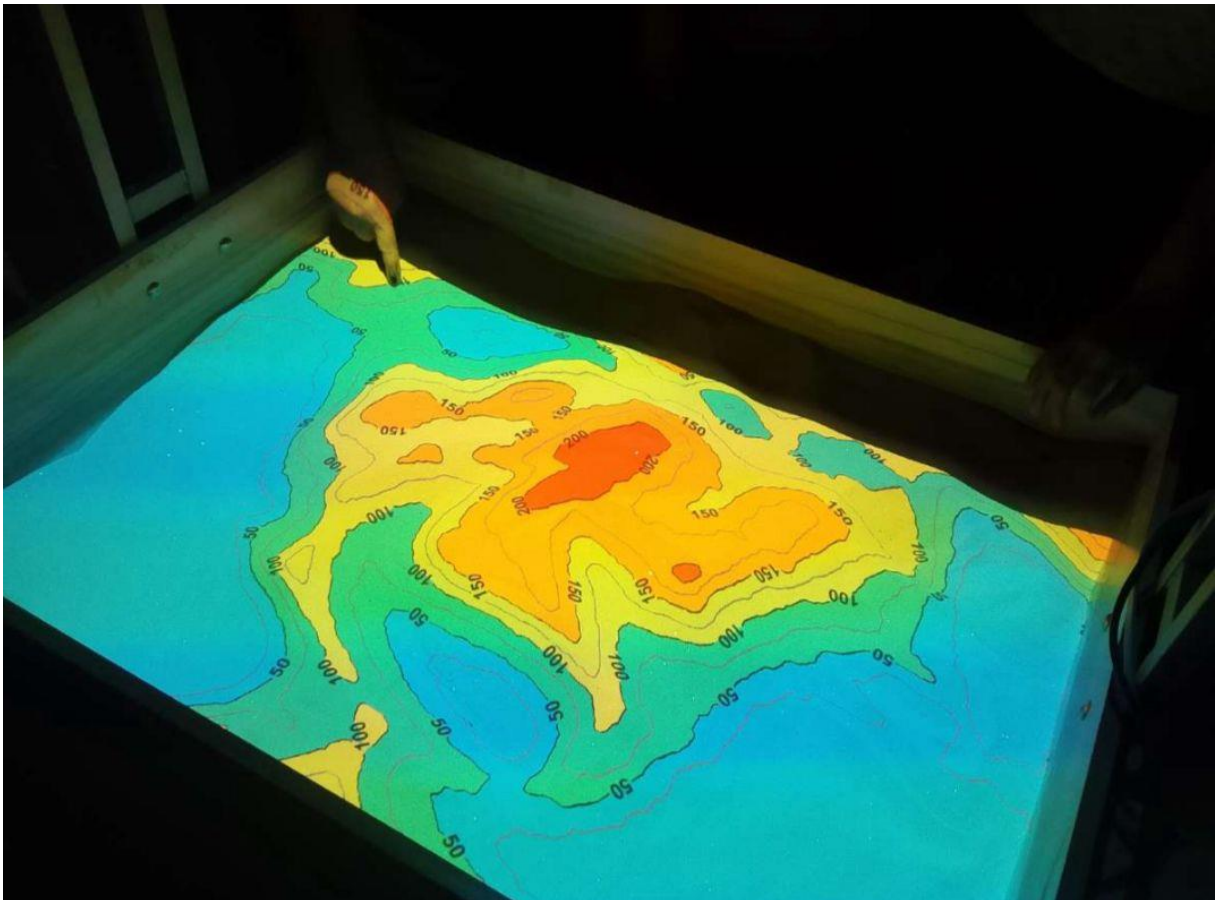
trabalho em equipe, criatividade e resolução de problemas. Assim, conclui-se que a Caixa de Areia de Realidade Aumentada representa não apenas um recurso didático inovador, mas também uma poderosa aliada na construção de práticas pedagógicas mais envolventes e contextualizados.

3. A CAIXA DE AREIA DE REALIDADE AUMENTADA: A TECNOLOGIA APLICADA AO CONTEXTO EDUCACIONAL

A interface das simulações na Caixa de Areia de Realidade Aumentada é intuitiva e interativa, permitindo que os usuários manipulem diretamente o relevo projetado na areia em tempo real. Por meio de sensores de profundidade e um projetor, a tecnologia detecta as alterações feitas manualmente na areia e imediatamente atualiza a projeção, exibindo curvas de nível, cores hipsométrias e fluxos de água simulados.

Essa visualização dinâmica torna o processo de aprendizagem mais concreto, facilitando a compreensão de conceitos geográficos como altimetria, hidrografia e modelagem do relevo. A interação direta com o terreno simulado estimula o pensamento espacial e a aprendizagem ativa, transformando o ambiente de sala de aula em um laboratório visual e sensorial.

Figura 1- Projeção de curvas de nível na Caixa de Areia de Realidade Aumentada.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, (2025).

A caixa de areia de realidade aumentada *SARndbox* desempenha um papel importante ao proporcionar uma experiência tátil e visual, permitindo que os alunos aprendam por meio da manipulação física. Essa abordagem é especialmente benéfica para estudantes que assimilam melhor o conteúdo por meio de experiências práticas.

Com essa interface, os alunos têm a liberdade de criar e moldar o ambiente conforme desejarem. Essa autonomia estimula a criatividade e a imaginação, possibilitando a exploração de diferentes cenários geográficos ou ecológicos. Ao interagir com a areia e observar as projeções em realidade aumentada, os estudantes desenvolvem uma compreensão mais clara das relações espaciais, como a formação de vales, montanhas e outros tipos de relevo.

Vale ressaltar que a *SARndbox* conta com duas versões principais, cada uma com configurações de *softwares* específicas recomendadas pelos desenvolvedores. Conforme apresentado no quadro 1 a seguir, as versões Linux e Unity compartilham a mesma estrutura básica, mantendo a essência original da caixa de areia de realidade aumentada.

Quadro 1 – Comparação entre a *SARndbox* na versão Linux e Unity

VERSÕES	LINUX	UNITY
ESTRUTURA	Computador; Sensor de profundidade; Projetor; Caixa para areia; Areia.	Computador; Sensor de profundidade; Projetor; Caixa para areia; Areia.
SISTEMA OPERACIONAL	Placa gráfica dedicada (offboard), executando o Sistema Operacional GNU/Linux. Projetor digital de dados com interface de vídeo digital, como HDMI, DVI ou DisplayPort.	Placa gráfica dedicada (offboard), executando o Sistema Operacional Windows. Projetor digital de dados com interface de vídeo digital, como HDMI, DVI ou DisplayPort.
KINECT	Sensor de profundidade Microsoft Kinect 1.0.	Sensor de profundidade Microsoft Kinect versão 2.

Fonte: SARndbox UTFPR: Análise comparativa das versões Linux e Unity com foco nos visitantes. SEI-SICTTE, UTFPR, 2023.

No entanto, diferenciam-se principalmente nos requisitos operacionais, especialmente quanto ao sistema operacional utilizado e à versão do sensor *Kinect*.

A versão em Unity, por exemplo, demanda recursos tecnológicos mais avançados, o que implica em maior exigência computacional para sua execução.

O quadro apresenta uma comparação entre as versões Linux e Unity da SARndbox, destacando inicialmente suas semelhanças estruturais e, em seguida, as principais diferenças nos requisitos operacionais necessários para o funcionamento de cada versão.

Diante das informações apresentadas no quadro 1, observa-se que, embora as versões *Linux* e *Unity* da *SARndbox* compartilhem uma estrutura semelhante, a principal diferença está nos requisitos técnicos. A versão *Unity* exige um sensor *Kinect* mais moderno e maior capacidade computacional, o que a torna mais avançada, porém também mais exigente em termos de desempenho.

O quadro 2 abaixo, apresenta as funcionalidades oferecidas pelas versões *Linux* e *Unity* da *SARndbox*. São comparados os recursos disponíveis para projeção de curvas de nível, simulação de água e outras possibilidades interativas, evidenciando as potencialidades e limitações de cada versão em relação ao uso didático e tecnológico.

Quadro 2 – Funcionalidades das versões Linux e Unity da SARndbox

FUNCIONALIDADES	LINUX	UNITY
Curvas de Níveis	Projeção de linhas topográficas conforme a areia é manipulada.	Projeção de linhas topográficas conforme a areia é manipulada, sendo possível configurar a quantidade de linhas, exibição, espessura e numeração da altitude.
Simulação de Água	Projeção de água através do uso do mouse ou leitura da mão pelo Kinect, sendo possível configurar a quantidade e velocidade de escoamento.	Projeção de água através do uso do mouse, também é possível ativar simulação de partículas, não é possível configurar e nem fazer o uso da mão.
Outros	Projeção de lava vulcânica através do uso do mouse, sendo possível configurar a quantidade e velocidade de escoamento.	Simulador de Incêndios, permitindo o controle da direção do vento em 360° e da velocidade em até 10 km/h. Simulador de Geologia, mostrando formações geológicas e movimentos tectônicos;

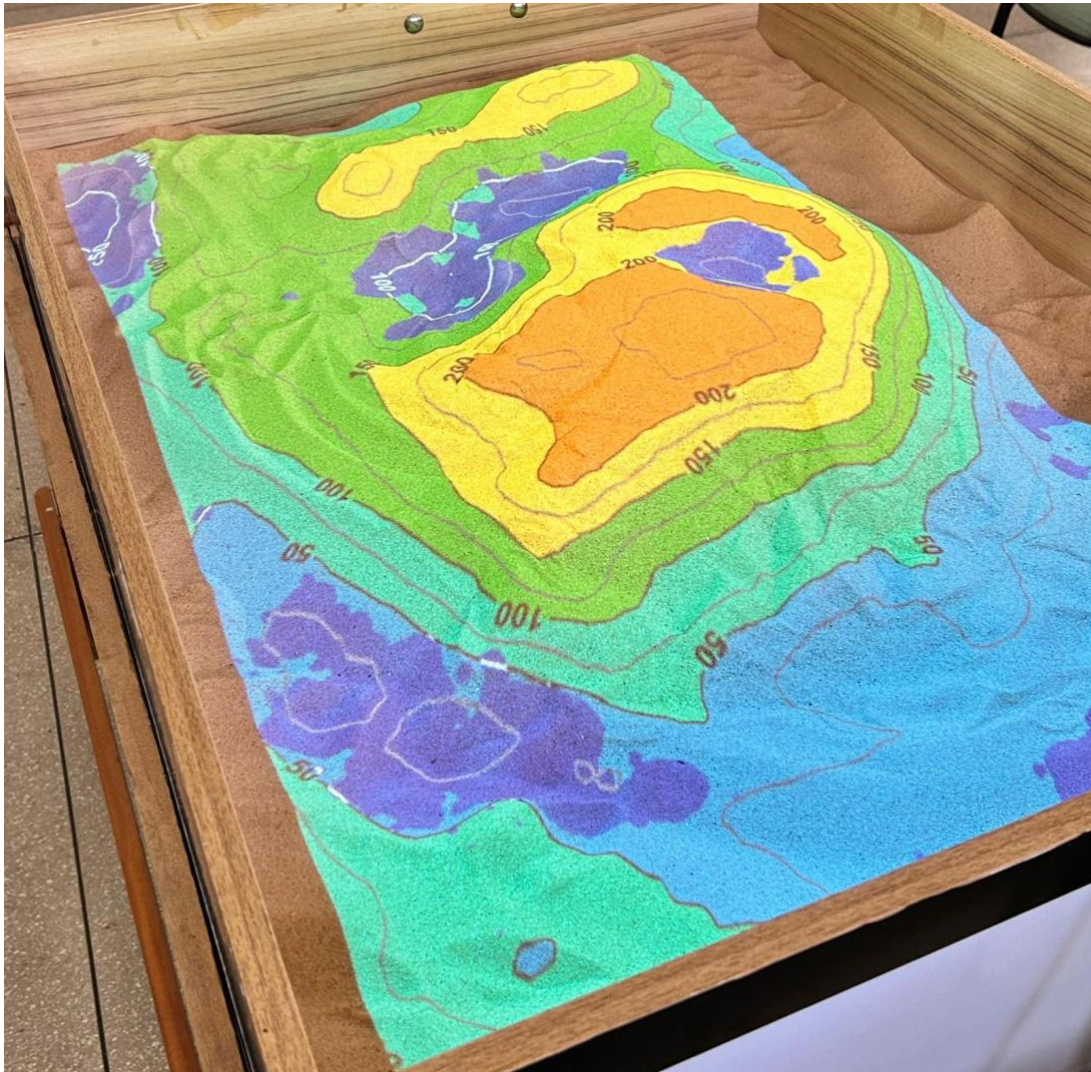
		<p>Simulador de Topografia, que mantém a formação original do relevo, permitindo verificar as alterações promovidas;</p> <p>Simulador de Circulação Atmosférica, para o hemisfério norte e sul, com a opção de habilitar o efeito Coriolis, multiplicador de velocidade do vento, representação de poluentes na atmosfera e pressão atmosférica.</p>
--	--	--

Fonte: SARndbox UTFPR: Análise comparativa das versões Linux e Unity com foco nos visitantes. SEI-SICTTE, UTFPR, 2023.

Diante das comparações apresentadas nos quadros 1 e 2, é possível observar que, apesar de ambas as versões da *SARndbox Linux* e *Unity* manterem a mesma estrutura básica e propósito pedagógico, elas diferem significativamente quanto aos requisitos técnicos e funcionalidades oferecidas.

A versão *Unity* demanda maior capacidade computacional e utiliza um sensor *Kinect* mais avançado, além de apresentar recursos adicionais, como simulações de incêndios, geologia, topografia e circulação atmosférica. Já a versão Linux, embora mais simples, também permite a visualização e manipulação de elementos geográficos com boa interatividade. Essas distinções demonstram como a escolha da versão pode influenciar diretamente na aplicabilidade e no potencial pedagógico da ferramenta no contexto educacional.

Figura 2 – Representação de Relevo e Hidrografia com a Caixa de Areia de Realidade Aumentada.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, (2025).

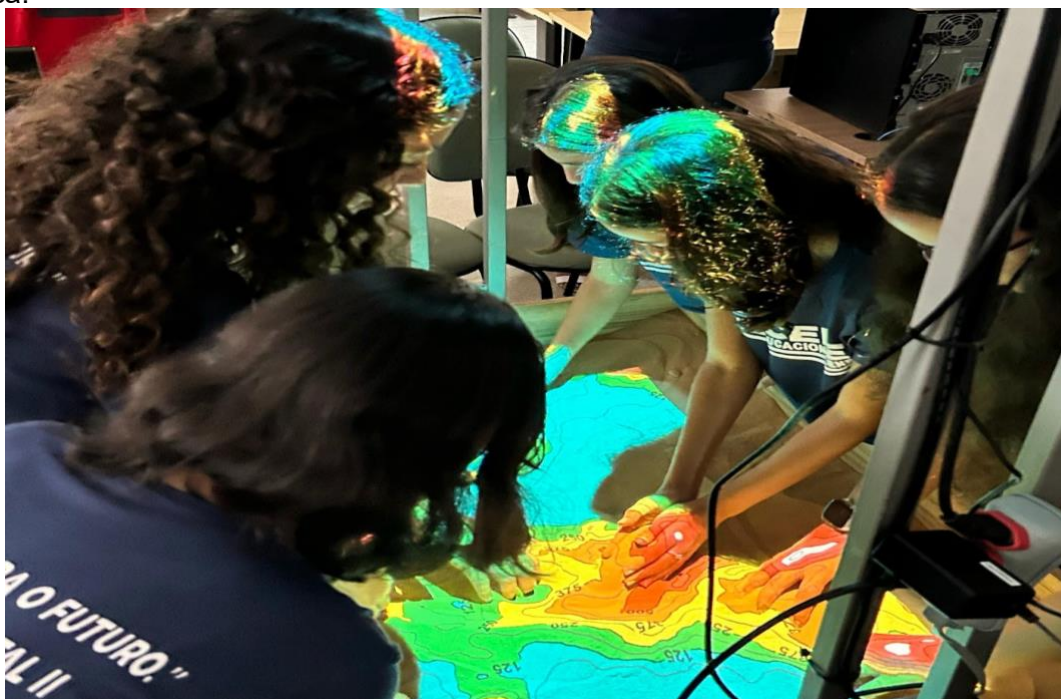
O uso da caixa de areia promove um aprendizado ativo, na qual os alunos estão envolvidos em sua própria educação. Essa abordagem é mais eficaz do que métodos tradicionais de ensino passivo, como ler um conteúdo sem criar anotações ou resolver questões e palestras (David Kolb, 1984). A caixa de areia também permite a simulação de fenômenos naturais, como inundações ou deslizamentos de terra (Kawamoto, 2016). Isso ajuda os alunos a entenderem as consequências dessas situações em um ambiente controlado e seguro.

O uso da tecnologia na caixa de areia permite que os alunos vejam imediatamente os resultados das suas ações, ajudando-os a entender melhor as consequências das suas escolhas e a reforçar o aprendizado. Portanto, a combinação de tecnologia com um elemento lúdico como a areia torna o aprendizado mais

interessante e envolvente para os alunos, aumentando sua motivação para participar das atividades (Kapp, 2012). Ou seja, esses aspectos mostram como a caixa de areia pode ser uma ferramenta poderosa no processo educacional, não apenas facilitando o aprendizado de conteúdos específicos, mas também contribuindo para o desenvolvimento integral dos alunos.

A ideia do Sistema de Modelagem Topográfica com Realidade Aumentada é inspirada no *Augmented Reality Sandbox*, desenvolvido por Kreylos, Gold e Yikilmaz (2013), que combina areia física com projeção digital e sensores 3D, criando uma interface interativa voltada ao ensino de geociências e topografia. Trata-se de uma interface inovadora que une elementos físicos e digitais para proporcionar uma experiência educativa imersiva. A base do sistema é composta por uma caixa cheia de areia, cujo tamanho pode variar conforme o espaço disponível e os objetivos da atividade. A areia, por ser totalmente manipulável, permite que os usuários moldem o terreno livremente, promovendo o aprendizado por meio da experimentação e da interação direta com o relevo simulado (Kreylos; Gold; Yikilmaz, 2013).

Figura 3 - Interação dos alunos com a caixa de areia de Realidade Aumentada durante aula prática.



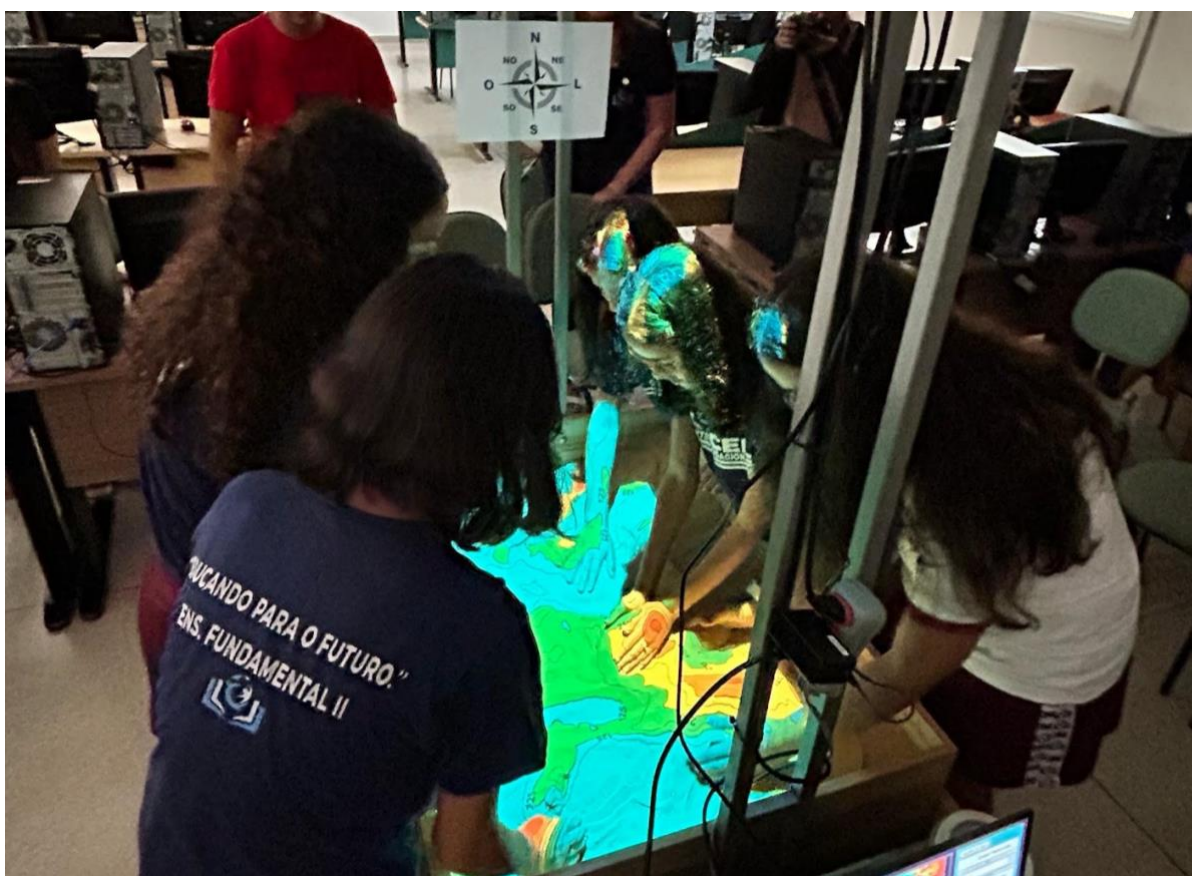
Fonte: Arquivo pessoal da autora, (2025).

Durante a aula prática retratada na imagem, os alunos participaram ativamente da exploração da Caixa de Areia de Realidade Aumentada, utilizando a versão *Unity* para simular aspectos topográficos e hidrológicos. A atividade proporcionou uma

experiência imersiva, em que os estudantes puderam observar, em tempo real, as transformações do relevo e a dinâmica da água conforme modelavam a areia.

Essa vivência favoreceu a construção do conhecimento de forma lúdica, colaborativa e visualmente interativa, facilitando a compreensão de conceitos geográficos muitas vezes abstratos. A participação coletiva e o entusiasmo demonstrado pelos alunos reforçam o potencial dessa ferramenta como recurso pedagógico no ensino de Geografia.

Figura 4 - Estudantes interagindo com a Caixa de Areia de Realidade Aumentada.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, (2025).

A imagem retrata um momento da aula prática em que os alunos participam ativamente da experiência com a Caixa de Areia de R.A. A atividade teve como objetivo tornar visíveis, de maneira lúdica e interativa, os conceitos de relevo, altimetria e dinâmica da água. Os estudantes manipularam a areia livremente, observando, em tempo real, as mudanças topográficas e a formação de bacias hidrográficas, conforme as cores projetadas pela tecnologia. Essa abordagem favoreceu o aprendizado significativo por meio da experimentação, incentivando a

curiosidade e o protagonismo estudantil no processo de construção do conhecimento geográfico.

Os sensores de profundidade, como câmeras 3D (por exemplo, sensor *Kinect*), são usados para capturar a topografia da areia em tempo real. Esses sensores detectam a altura e a forma das elevações criadas pelos usuários na areia. Tem um software específico que processa as informações coletadas pelos sensores e projeta elementos digitais sobre a superfície da caixa de areia. Isso pode incluir imagens, animações ou simulações que respondem às mudanças feitas na areia (Kawamoto, 2016).

Já o projetor é utilizado para exibir as imagens geradas pelo software sobre a caixa de areia. Ele deve estar alinhado corretamente para garantir que as projeções coincidam com as formas físicas criadas na areia. Ou seja, a interação com a caixa de areia pode ser facilitada por uma interface, como um *tablet* ou um computador, onde os usuários podem escolher diferentes cenários ou configurações para explorar.

O *software de código aberto*¹ pode incluir conteúdos educativos relacionados a diversos temas. Os usuários podem ver como a água flui em um terreno montanhoso ou como diferentes ecossistemas interagem. Além das projeções visuais, sons podem ser incorporados para enriquecer a experiência e oferecer um feedback mais imersivo sobre as ações dos usuários.

A caixa de areia de realidade aumentada traz diversas contribuições significativas para o ensino e a compreensão da geografia como, por exemplo, a permite que os alunos visualizem conceitos como relevo, bacias hidrográficas, montanhas e vales de forma tridimensional. Isso facilita a compreensão de como esses elementos se inter-relacionam no espaço.

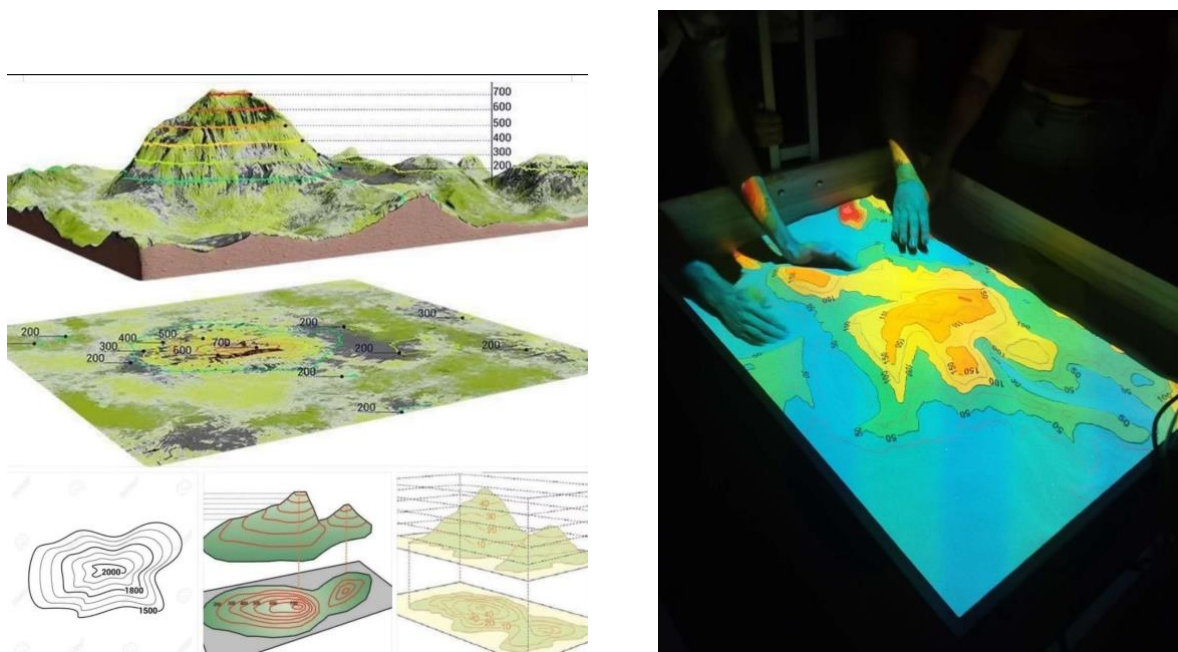
Os alunos podem também, simular fenômenos como inundações, deslizamentos de terra e erosão. Ao moldar a areia e observar a projeção das consequências, eles entendem melhor os processos geológicos e hidrológicos. O uso da tecnologia permite que os alunos interajam com dados geográficos em tempo real. Por exemplo, ao criar montanhas na areia, eles podem visualizar como a água flui em diferentes terrenos, compreendendo o ciclo da água e a dinâmica dos ecossistemas.

¹ De acordo com a Amazon Web Services (AWS), o software de código aberto é um modelo de produção descentralizado que permite a qualquer pessoa modificar e compartilhar tecnologias porque seu projeto é acessível ao público. O termo se originou no contexto de desenvolvimento de software para indicar que o software está em conformidade com determinados critérios de distribuição gratuita.

Ao explorar cenários geográficos e observar as consequências das suas ações na caixa de areia, os alunos são incentivados a pensar criticamente sobre questões ambientais, como mudanças climáticas e uso sustentável dos recursos naturais. Além dos aspectos físicos da geografia, a caixa de areia pode ser utilizada para explorar como diferentes culturas interagem com seu ambiente natural, permitindo discussões sobre urbanização, agricultura e preservação ambiental.

Portanto, é perceptível que a caixa de areia de realidade aumentada tem suas potencialidades ao projetar imagens tridimensionais, provocando impactos significativos no processo de ensino e aprendizagem. Podemos perceber na imagem abaixo (Figura 5), o comparativo entre as imagens bidimensionais reproduzidas nos livros didáticos e apostilas escolares, e a projeção na caixa de areia que remete reflexões importantes sobre a interação e protagonismo dos estudantes.

Figura 5 – Comparação entre imagens bidimensionais e imagem tridimensional



Fonte: Arquivos pessoais da autora, (2025).

A comparação entre as imagens evidencia a transição do ensino tradicional, baseado na visualização bidimensional de mapas e curvas de nível, para uma abordagem tridimensional e interativa proporcionada pela Caixa de Areia de Realidade Aumentada. Enquanto as representações planas exigem maior abstração por parte do aluno para compreender o relevo, a projeção em 3D possibilita a experimentação direta, permitindo manipular o terreno e observar, em tempo real, a resposta das formas representadas. Essa interação desperta o protagonismo dos

estudantes, favorecendo a construção ativa do conhecimento geográfico e tornando o aprendizado mais significativo e envolvente.

3.1 Versão *Unity* da Caixa de Areia

A introdução da versão *Unity* da Caixa de Areia de Realidade Aumentada representa um avanço significativo no campo da educação, tanto na formação de professores quanto no processo de ensino-aprendizagem dos anos finais do Ensino Fundamental. Essa versão, ao possibilitar a utilização da ferramenta em ambiente *Windows* com interface mais acessível e intuitiva, rompe com barreiras técnicas que limitavam seu uso, democratizando o acesso à tecnologia no contexto educacional.

Para além dos aspectos técnicos, essa inovação tem impactos diretos na promoção do protagonismo discente, conceito amplamente discutido por Freire (1996), que defende que os sujeitos do processo educativo devem ser ativos, críticos e reflexivos na construção do conhecimento. No contexto da formação de professores, o uso da Caixa de Areia, na versão *Unity*, permite que os futuros docentes experimentem metodologias que colocam o aluno no centro do processo, desenvolvendo habilidades de mediação, escuta ativa, resolução de problemas e trabalho colaborativo, fundamentais para a prática pedagógica contemporânea.

Segundo Moran (2015) e Bacich, Moran e Trevisani (2018), as metodologias ativas sustentadas pelo uso de tecnologias são essenciais para desenvolver competências do século XXI, como autonomia, pensamento crítico, criatividade e colaboração. A utilização da Caixa de Areia como recurso didático vai ao encontro dessa perspectiva, permitindo que os professores em formação e as crianças explorem, criem hipóteses, testem soluções e visualizem os impactos de suas ações em tempo real, especialmente no entendimento dos conceitos de topografia e hidrografia, muitas vezes abstratos no ensino tradicional.

No caso específico da aprendizagem das crianças dos anos iniciais, a versão *Unity* da Caixa de Areia potencializa o desenvolvimento da percepção espacial, do raciocínio lógico e da compreensão das relações entre relevo, hidrografia e dinâmica ambiental. Conforme Papert (1997) propõe no construcionismo, as crianças aprendem mais e melhor quando são protagonistas de sua própria aprendizagem, construindo, manipulando e refletindo sobre suas experiências. A interação direta com o ambiente

simulado permite que os alunos vejam imediatamente os resultados de suas ações, promovendo uma aprendizagem ativa, sensorial e significativa.

Além disso, fundamentados na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), é possível afirmar que quando os alunos conseguem relacionar os novos conhecimentos (como curvas de nível, fluxo de água, formas de relevo) com suas experiências concretas, a aprendizagem torna-se mais sólida, duradoura e funcional.

Portanto, a versão Unity da Caixa de Areia de Realidade Aumentada não deve ser vista apenas como uma inovação tecnológica, mas como uma potente interface pedagógica que contribui para práticas educativas mais democráticas, participativas e alinhadas às necessidades formativas de professores e de alunos da contemporaneidade. Ela favorece a construção de conhecimentos de forma colaborativa, crítica e reflexiva, fortalecendo o protagonismo dos sujeitos no processo educativo.

A nova versão da caixa de areia, também conhecida como *SARdbox* é uma interface inovadora que permite a interação com ambientes virtuais através da manipulação de areia física. Originalmente, foi desenvolvida para o sistema operacional *Linux*, e disponibilizada como sob licença de *software* livre, o que permitiu que diversas versões surgissem posteriormente. Essa versão, teve origem a partir da necessidade de adaptar o uso da *SARndbox* para um ambiente mais acessível e de fácil operação, especialmente no sistema operacional *Windows*.

Essa adaptação visava facilitar o uso por parte de professores e instituições de ensino que encontravam dificuldades com a versão original, baseada em *Linux*. Entre os principais motivos para a criação dessa nova versão, destacam-se a praticidade no processo de calibração, a familiaridade dos usuários com o ambiente *Windows* e a possibilidade de ampliar as funcionalidades, tornando o sistema mais intuitivo e dinâmico. Com isso, surgiram interfaces adicionais que possibilitam maior interação, simulações variadas e uma experiência pedagógica mais rica e acessível para diferentes níveis de ensino.

Nessa nova versão, refere-se ao motor de jogos *Unity*, totalmente reescrita pelo laboratório *SensiLab* em parceria com a Faculdade de Tecnologia da Informação da Universidade de Monash, campus Caulfield em Melbourne, Austrália. Essa versão,

disponibilizada também com licença de *software* livre no github² conta com uma abordagem focada na utilização intensiva da aceleração de GPU - Unidade de Processamento Gráfico, para aprimorar as simulações, além de substanciais melhorias na interface do usuário, inclusive no processo de calibração, que foi simplificado, e pela utilização do Kinect versão 2. (MATOS et al., 2023)

É importante destacar algumas simulações inovadoras e fenômenos naturais presentes na nova versão da caixa de areia com realidade aumentada, que permitem uma interação dinâmica com a modelagem do ambiente. Cada um desses simuladores oferece recursos específicos que enriquecem a experiência dos usuários e ampliam a compreensão dos processos naturais. A seguir, apresenta-se uma visão geral de cada simulação e sua contribuição para o aprendizado das crianças nos anos iniciais do ensino fundamental:

Essa nova versão, que permite uma interação dinâmica com a modelagem do ambiente. Cada um desses simuladores oferece recursos específicos que enriquecem a experiência e a compreensão dos processos naturais. A seguir, apresento uma visão geral de cada um deles:

No **Simulador de “Curvas de Nível”** há uma representação detalhada do relevo, utilizando curvas de nível que indicam diferentes altitudes. Com maior densidade em relação às linhas, ele proporciona uma simulação mais precisa das formações topográficas, incluindo a numeração correspondente à altitude. Isso permite ao usuário visualizar as variações de altura de maneira clara e intuitiva.

A representação das curvas de nível, quando apresentada apenas em desenhos no papel, costuma ser um conceito difícil de ser compreendido por crianças. A caixa de areia com realidade aumentada torna esse conteúdo visível e tangível, facilitando a aprendizagem.

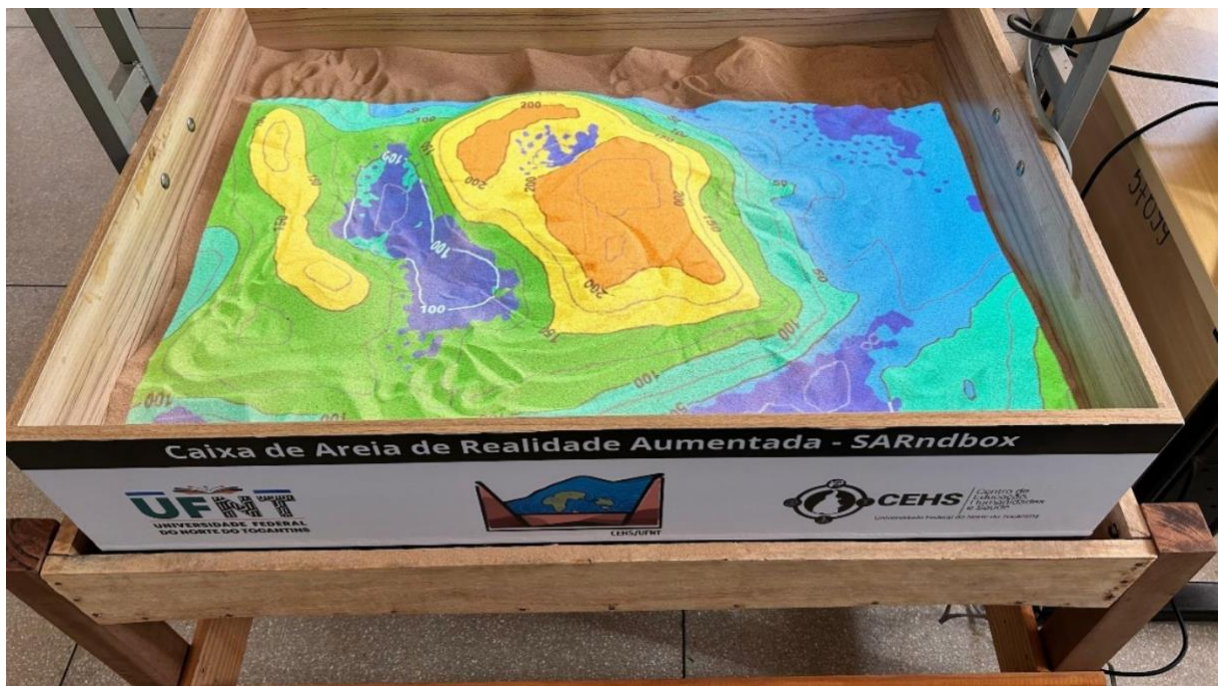
Por exemplo, as crianças conseguem visualizar claramente a relação entre elevação e as linhas no mapa. Ao moldarem montanhas e vales na areia, observam, em tempo real, como as curvas de nível se modificam de acordo com o relevo criado. Além disso, a interação com a caixa é sensorial e divertida, o que melhora a atenção, o engajamento e estimula a exploração livre e a curiosidade natural, aspectos fundamentais nos anos iniciais do ensino fundamental.

² Link para baixar o projeto da caixa de areia de realidade aumentada: <https://github.com/projetosar/SARndbox>

O “**Simulador de Água**”, sobre o terreno modelado, este simulador permite a simulação do comportamento da água, oferecendo uma experiência interativa com o fluxo e a dinâmica líquida. Em comparação à versão Linux, esta ferramenta é capaz de simular partículas sólidas, enriquecendo ainda mais o realismo da interação com o ambiente. No entanto, vale ressaltar que não é possível simular chuva manualmente sobre a superfície da areia.

Na caixa de areia interativa, é possível visualizar relevo e simulações naturais por meio de projeções em tempo real. Embora alguns sistemas permitem simular chuva com gestos das mãos, nesta versão essa função não está habilitada, ou seja, não é possível fazer chover manualmente sobre a areia.

Figura 6 - Simulação Dinâmica da Água em Caixa de Areia de Realidade Aumentada



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025.

Já a simulação da água, contribui de forma significativa para a aprendizagem das crianças envolvidas com a interface tecnológica. Por meio da interação com o relevo moldado na areia, as crianças observam como a água escoar, se acumula e forma rios, lagos e outros elementos da hidrografia, compreendendo visualmente conceitos que, em livros, podem ser abstratos e estáticos.

Essa experiência sensorial e dinâmica desperta a curiosidade, estimula a exploração e facilita o entendimento de noções como o ciclo da água, a ação da

gravidade e a influência do relevo no percurso da água. Além disso, promove a consciência ambiental e o raciocínio lógico, tornando o aprendizado mais significativo e divertido.

No “**Simulador de Incêndios**”, recurso este inovador que permite ao usuário controlar a direção do vento em 360° e ajustar sua velocidade em até 10 km/h. A simulação do comportamento do fogo em diferentes condições atmosféricas oferece uma visão prática dos desafios enfrentados em situações reais de incêndio, além de ajudar na compreensão da propagação do fogo em terrenos variados.

Figura 7 - Simulação de Incêndio em Caixa de Areia de Realidade Aumentada (SARndbox).



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025.

Essa simulação contribui para que as crianças compreendam, de forma visual e interativa, como os incêndios se espalham pelo terreno e como o relevo, o vento e a vegetação influenciam esse processo. Através da simulação, as crianças observam o impacto do fogo no ambiente e aprendem sobre a importância da prevenção, da preservação da natureza e do papel dos bombeiros e da comunidade na proteção contra incêndios. Essa vivência desperta a consciência ambiental, promove o senso de responsabilidade e torna o aprendizado mais significativo ao unir ciência, cidadania e tecnologia de forma lúdica e acessível.

Focado nas formações geológicas e tectônicas, este simulador de Geologia, proporciona uma visualização das camadas da terra e dos processos geológicos que

moldam a superfície da caixa de areia. Ele é essencial para entender as interações entre diversos tipos de rochas e as forças tectônicas que atuam na formação do relevo.

Figura 8 - Simulação Geológica em Caixa de Areia de Realidade Aumentada (SARndbox).



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025.

A “**Simulação da geologia**”, na caixa contribui para que as crianças entendam, de forma concreta e visual, como o relevo da Terra é formado e transformado ao longo do tempo. Ao interagirem com a areia e observarem as mudanças nas camadas geológicas, as crianças aprendem sobre vulcões, terremotos, erosões e a formação de montanhas e vales. Essa experiência torna o conteúdo mais acessível e interessante, despertando a curiosidade científica, promovendo a aprendizagem ativa e incentivando o respeito e a valorização do meio ambiente desde cedo.

O “**Simulador de Topografia**”, foi projetado para manter a formação original do relevo, permitindo que os usuários verifiquem as alterações promovidas pelas diversas simulações. Ele é fundamental para analisar como diferentes fatores podem modificar o terreno ao longo do tempo.

Figura 9 - Representação da Topografia na Caixa de Areia de Realidade Aumentada.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, (2025).

A topografia, ajuda as crianças a entenderem, de forma prática e visual, como se formam e se representam diferentes tipos de relevo, como montanhas, planícies e vales. Ao moldarem a areia e observarem as mudanças nas cores e nas curvas de nível projetadas, elas desenvolvem noções espaciais, aprendem a ler mapas topográficos e compreendem a relação entre a forma do terreno e sua representação gráfica. Essa atividade torna o aprendizado mais envolvente, estimula a curiosidade e facilita a compreensão de conceitos importantes de geografia de forma lúdica e interativa.

Com opções para simular ventos nos hemisférios norte e sul, este Simulador de Ventos, também permite habilitar o efeito *Coriolis*, que influencia o movimento dos ventos devido à rotação da Terra. Além disso, o simulador apresenta um multiplicador de velocidade do vento e representa poluentes na atmosfera, proporcionando uma compreensão mais abrangente das dinâmicas atmosféricas.

Figura 10 - Simulação dos Ventos em Caixa de Areia de Realidade Aumentada (SARndbox).



Fonte: Arquivo pessoal da autora, (2025).

Por fim, o **“Simulador de ventos”**, contribui para que as crianças compreendam, de maneira visual e interativa, como o vento atua sobre o relevo e o ambiente. Ao observar o movimento do vento simulado sobre montanhas, vales e planícies moldados na areia, elas aprendem sobre a influência do vento na formação de dunas, erosão e até na dispersão de fumaça ou poluição. Essa experiência desperta a curiosidade, desenvolve noções de clima e geografia, além de promover a aprendizagem ativa por meio da exploração lúdica e concreta dos fenômenos naturais.

Observa-se que, os simuladores oferecem uma plataforma extremamente rica para a exploração e o aprendizado sobre fenômenos naturais e suas interações com o ambiente. Contata-se que cada um desses recursos contribui de forma significativa para uma melhor compreensão dos processos físicos e geológicos que moldam o nosso planeta. Por isso, vejo essas ferramentas como instrumentos valiosos tanto para educadores quanto para estudantes.

Com a chegada desta nova versão desenvolvida na *Unity*, surgem simulações ainda mais inovadoras. No entanto, observa-se que o material atual serve apenas como uma introdução básica ao uso inicial da plataforma. As novas ferramentas apresentadas trazem possibilidades interessantes que, embora ainda não estejam

completamente descritas ou analisadas no tutorial, podem e devem ser exploradas pelos usuários mais curiosos e dispostos a investigar além do que está proposto.

Esses simuladores oferecem uma plataforma rica para exploração e aprendizado sobre fenômenos naturais e suas interações com o ambiente. Cada um deles contribui para uma melhor compreensão dos processos físicos e geológicos que moldam nosso mundo, tornando-se ferramentas valiosas tanto para educadores quanto para estudantes.

Através dessas possíveis simulações inovadoras que foram desenvolvidas para essa nova versão, é importante destacar que esse material faz apenas instruções básicas para o uso inicial da versão *Unity*. As ferramentas desta versão introduzem possibilidades de uso ainda não totalmente examinadas e descritas nesse tutorial, mas podem ser exploradas pelos usuários.

Ao explorar as instruções básicas para o uso inicial da versão *Unity* da Caixa de Areia de Realidade Aumentada, observa-se como essa tecnologia representa uma verdadeira evolução no uso de ferramentas interativas para o ensino de Geografia. Destaca-se, o que mais se destaca é a possibilidade de visualizar e manipular, em tempo real, elementos topográficos e hidrográficos. Isso se dá graças à integração entre sensores de profundidade e projeção interativa, que permite moldar relevos e observar instantaneamente as curvas de nível e simulações hídricas de maneira extremamente visual e dinâmica.

Evidencia-se um grande avanço o fato de essa nova versão ter sido desenvolvida na plataforma *Unity*, um motor gráfico altamente personalizável. Em minha experiência, essa mudança trouxe muito mais flexibilidade e facilidade, principalmente na instalação em sistemas *Windows*, algo que era mais limitado na versão anterior, baseada em *Linux*. Além disso, a interface se tornou muito mais amigável, e o conjunto de interfaces visuais ampliadas abrem novas possibilidades pedagógicas que antes eram mais restritas.

Constata-se, o uso de tecnologias interativas no ensino de Geografia tem um papel fundamental na construção do conhecimento espacial. Constata-se que essas interfaces favorecem a aprendizagem ao proporcionar uma experiência sensorial, permitindo que os alunos se envolvam ativamente com os conceitos geográficos de forma mais concreta e intuitiva. Ao utilizar a interface com os alunos, foi perceptível o quanto eles se envolvem, interagem e aprendem de forma ativa.

Segundo Libâneo (2013), às metodologias ativas são processos interativos de conhecimento com a finalidade de encontrar soluções para um problema. É o processo de ensino em que a aprendizagem depende também do aluno, que sai da posição de mero receptor. Na prática, observa-se como os estudantes se tornam protagonistas ao interagir com a caixa de areia, levantam hipóteses, testam possibilidades e compreendem melhor os fenômenos ao verem os efeitos diretos de suas ações no relevo simulado.

O maior valor dessa versão em *Unity* está justamente na sua capacidade de engajar os estudantes nos anos iniciais do Ensino Fundamental, quando o aprendizado concreto e visual é fundamental. Como propõe Ausubel (2003), transformar conceitos abstratos, como altimetria e hidrografia, em experiências práticas contribui para uma aprendizagem significativa, já que o conhecimento novo é assimilado de forma mais profunda quando conectado a estruturas cognitivas já existentes. Os alunos não apenas memorizam conteúdos, mas os assimilam de forma mais profunda, ancorando os novos conhecimentos em estruturas cognitivas que eles já possuem.

Em resumo, a versão *Unity* da Caixa de Areia de Realidade Aumentada é uma alternativa viável, inovadora e altamente eficaz para o ensino de Geografia. Ela cria um ambiente de aprendizagem interativo, investigativo e centrado no aluno, em consonância com as diretrizes da BNCC (2017), que enfatiza a importância da investigação e do uso de tecnologias digitais no processo educativo. É uma interface que não só transforma a sala de aula, mas também o modo como os alunos se relacionam com o conhecimento geográfico.

3.2 Estrutura e Materiais

Não muito diferente da versão anterior, esta nova versão do sistema foi testada em um computador que atende às mesmas configurações mínimas exigidas pelo software de *SARndbox* desenvolvido pela UCLA. Essas configurações incluem um computador com uma placa gráfica dedicada (offboard), executando o sistema operacional GNU/Linux. Além disso, é necessário utilizar um sensor de profundidade Microsoft Kinect versão 2, bem como um projetor digital de dados com uma interface de vídeo digital compatível (HDMI, DVI ou DisplayPort).

Também é fundamental dispor de uma caixa de areia configurada de forma a permitir a instalação adequada do sensor Kinect e do projetor digital acima dela. Naturalmente, é necessário o uso de areia para que a projeção e a detecção de relevo possam ocorrer conforme o esperado.

Durante a análise técnica do documento que apresenta essas especificações, algumas observações importantes foram destacadas por Matos et al. (2023). A principal diferença em relação à versão anterior do sistema está no uso do sensor Kinect versão 2. Ressalta-se que, atualmente, não há suporte para a versão do Kinect destinada ao Xbox, ou seja, a primeira versão do sensor não é compatível com esta aplicação.

Antes de iniciar a instalação, é imprescindível garantir que o sensor esteja devidamente conectado ao computador. Além disso, o projetor deve estar ligado corretamente a uma das saídas de vídeo disponíveis. Nesta nova versão, a aplicação é executada em duas telas: uma dedicada à projeção sobre a caixa de areia e outra destinada à interface do usuário.

Para a construção dessa ferramenta, é necessário planejar cuidadosamente a estrutura física da caixa, os materiais utilizados e os equipamentos tecnológicos que possibilitam o funcionamento do sistema. Além disso, é fundamental apresentar um orçamento claro e detalhado que viabilize a montagem do projeto com recursos acessíveis, especialmente em escolas públicas.

O quadro a seguir tem como objetivo descrever os materiais necessários, a estrutura utilizada e o orçamento estimado para a montagem de uma Caixa de Areia de Realidade Aumentada.³ Esse conjunto de equipamentos encontra-se disponível no LabEco – Laboratório Experimental de Educação Ambiental, espaço destinado ao desenvolvimento de projetos de ensino, pesquisa e extensão voltados aos diálogos sobre educação ambiental, paradigma do bem-viver, educação popular, ecopedagogia e sustentabilidade.

Quadro 3 - Estrutura Física e Equipamentos Tecnológicos

³ O LabEco – Laboratório Experimental de Educação Ambiental é coordenado por Jéferson Muniz Alves Gracioli, doutor e mestre em Geografia, professor da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT).

a. Quadro de Estrutura Física e Equipamentos Tecnológicos – Caixa de Areia de Realidade Aumentada				
Item	Descrição	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Estrutura da Caixa	Madeira MDF, para formar a base e as paredes da caixa	1	600,00	600,00
Areia fina lavada	Areia fina e limpa para uso sensível ao toque e forma	40kg	-	-
Suporte do Projetor e Sensor	Estrutura metálica ou tubo PVC para montagem suspensa	1	500,00	500,00
Projetor	Projetor de vídeo HD, com brilho mínimo de 3000 lúmens	1	2.500,00	2.500,00
Sensor Kinect (Xbox 360 ou Kinect v2)	Sensor de profundidade para mapear a superfície da areia	1	700,00	700,00
Computador (PC Gamer ou Workstation)	Computador com placa gráfica dedicada (mínimo GTX 1050 Ti), 16GB RAM, SSD	1	4.000,00	4.000,00
Software SARndbox	Software de código aberto para AR Sandbox (gratuito)	-	-	0,00
Cabos, adaptadores e energia elétrica	Cabos HDMI, USB, extensões, fonte, estabilizador	Kit completo	300,00	300,00
Total	-	-	-	R\$ 7.800,00

A tabela acima apresenta de forma clara e objetiva todos os componentes necessários para a construção de uma Caixa de Areia de Realidade Aumentada (AR *SARndbox*), detalhando os itens físicos, os equipamentos tecnológicos, suas quantidades e os respectivos custos estimados. Esse tipo de sistema combina recursos físicos e digitais para criar uma experiência interativa, dinâmica e altamente educativa.

A estrutura física envolve o uso de madeira MDF para montagem da caixa e areia limpa ou cinética, que possibilita a manipulação tátil do relevo. No campo tecnológico, destacam-se o uso de um projetor HD com alto brilho, responsável pela exibição das imagens, e um sensor *Kinect*, que mapeia a profundidade da areia em tempo real. Esses dados são processados por um computador com alto desempenho gráfico, capaz de rodar o *software* de realidade aumentada e projetar as alterações topográficas à medida que o usuário interage com a areia.

Figura 11 - Estrutura em MDF da Caixa de Areia de Realidade Aumentada.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, (2025).

Além desses componentes principais, há também uma estrutura de suporte, geralmente feita com tubos metálicos ou PVC, que sustenta o projetor e o sensor na posição adequada. Um conjunto de cabos e adaptadores garante a conectividade elétrica e de dados. O sistema é gerenciado pelo *software SARndbox*, gratuito e de código aberto, que realiza a integração entre todos os equipamentos, permitindo uma simulação precisa de relevo, cores topográficas e fluxos d'água em tempo real.

Constata-se os valores apresentados na tabela são estimativas que refletem uma média dos preços praticados no mercado brasileiro em 2025. No entanto, é

importante considerar que esses valores podem variar bastante de acordo com o fornecedor, a região e até mesmo promoções pontuais. Também é essencial que o computador utilizado tenha uma placa de vídeo dedicada, já que o processamento gráfico exigido pelo software *SARndbox* é relativamente alto, especialmente para garantir uma boa fluidez e precisão na projeção. Outro ponto importante é que a instalação do software requer familiaridade com sistemas baseados em Linux, especialmente o Ubuntu, ou seja, um sistema operacional gratuito e de código aberto, o que pode representar um desafio para usuários iniciantes.

Com base no que foi exposto, verifica-se que a Caixa de Areia de Realidade Aumentada é uma alternativa acessível e eficaz para enriquecer o ensino de forma prática e envolvente. Seu custo, apesar de parecer alto em um primeiro momento, é justificado pelo impacto educacional que proporciona. Trata-se de uma tecnologia que alia interatividade, visualização dinâmica e aprendizado ativo, sendo ideal para instituições que desejam inovar no ensino e despertar o interesse dos alunos por meio de experiências imersivas.

4. APRENDENDO TOPOGRAFIA E HIDROGRAFIA NA CAIXA DE AREIA DE REALIDADE AUMENTADA

O ensino de topografia e hidrografia no ambiente escolar enfrenta diversos desafios. Tradicionalmente, esses conteúdos são abordados de maneira teórica, com o apoio de mapas físicos, imagens estáticas e, por vezes, vídeos. Apesar de eficientes em transmitir conceitos básicos, esses métodos muitas vezes não são suficientes para proporcionar uma compreensão aprofundada e concreta da dinâmica do relevo e do comportamento da água no espaço geográfico.

Vale destacar que, até o presente momento, ainda não há materiais didáticos disponíveis voltados especificamente para o uso da versão *Unity* da Caixa de Areia de Realidade Aumentada no ensino de Geografia. Essa lacuna é especialmente relevante quando se considera a potencialidade dessa ferramenta para abordar temáticas como a aprendizagem de Topografia e outros conteúdos geográficos de forma interativa e significativa.

A ausência de recursos adaptados dificulta a inserção efetiva dessa tecnologia em contextos educacionais, limitando o aproveitamento pedagógico de sua proposta inovadora. Assim, torna-se essencial a produção e a sistematização de materiais que orientem a prática docente no uso da Caixa de Areia, especialmente em propostas como Topografia e Hidrografia, que valorizam a integração entre teoria, prática e tecnologia no processo de ensino-aprendizagem.

Uma das principais problemáticas é a dificuldade dos estudantes em visualizar e interpretar as variações do relevo e suas implicações na formação dos cursos d'água. Muitos alunos apresentam resistência ou dificuldade para entender a relação entre altitude, inclinação do terreno e escoamento das águas. Além disso, a ausência de recursos didáticos mais interativos pode tornar as aulas pouco atrativas, comprometendo o engajamento e a aprendizagem significativa.

Nesse contexto, a caixa de areia com realidade aumentada surge como uma importante ferramenta pedagógica. Integrando elementos físicos (areia moldável) com tecnologia digital (projeções interativas em tempo real), esse recurso permite que os alunos manipulem diretamente o relevo e observem, de forma instantânea, as mudanças na topografia e no comportamento da água projetada. A simulação de chuvas, o surgimento de rios, lagos e a formação de bacias hidrográficas tornam-se experiências visuais e táteis, facilitando a compreensão de conceitos muitas vezes abstratos no ensino convencional. A contribuição da caixa de areia de realidade

aumentada para o ensino de topografia e hidrografia é, portanto, significativa. Ao promover uma aprendizagem ativa, visual e sensorial, ela estimula a curiosidade, a experimentação e o pensamento espacial dos estudantes.

Em suma, a utilização da caixa de areia em sala de aula oferece uma solução inovadora para superar as limitações tradicionais do ensino de topografia e hidrografia, contribuindo para uma educação mais envolvente, eficaz e conectada com os avanços tecnológicos.

O uso da Caixa de Areia de Realidade Aumentada para o ensino de topografia e hidrografia representa uma estratégia pedagógica inovadora que transforma o aprendizado desses temas em uma experiência interativa e envolvente. Essa tecnologia combina simulações computacionais e manipulação física da areia, permitindo que os estudantes criem, visualizem e modifiquem paisagens tridimensionais em tempo real, promovendo uma compreensão mais concreta dos conceitos geográficos.

A topografia, como definida por Ross (1992), é o estudo e a representação das características físicas da superfície terrestre, abrangendo aspectos como forma, elevação e a disposição dos elementos naturais e artificiais no terreno. Esse campo da geografia tem como objetivo descrever e compreender os diferentes tipos de relevo presentes em uma área, incluindo montanhas, vales, planícies, rios, lagos e até construções humanas. Para isso, são utilizados mapas topográficos, que representam graficamente essas variações através de curvas de nível e símbolos específicos.

A sua importância na representação do relevo terrestre consiste na compreensão do terreno, pois ajuda a entender como o relevo influencia a vida humana, como a agricultura, urbanização e transporte. Por exemplo, áreas montanhosas podem ser menos adequadas para cultivo, enquanto planícies são geralmente mais férteis.

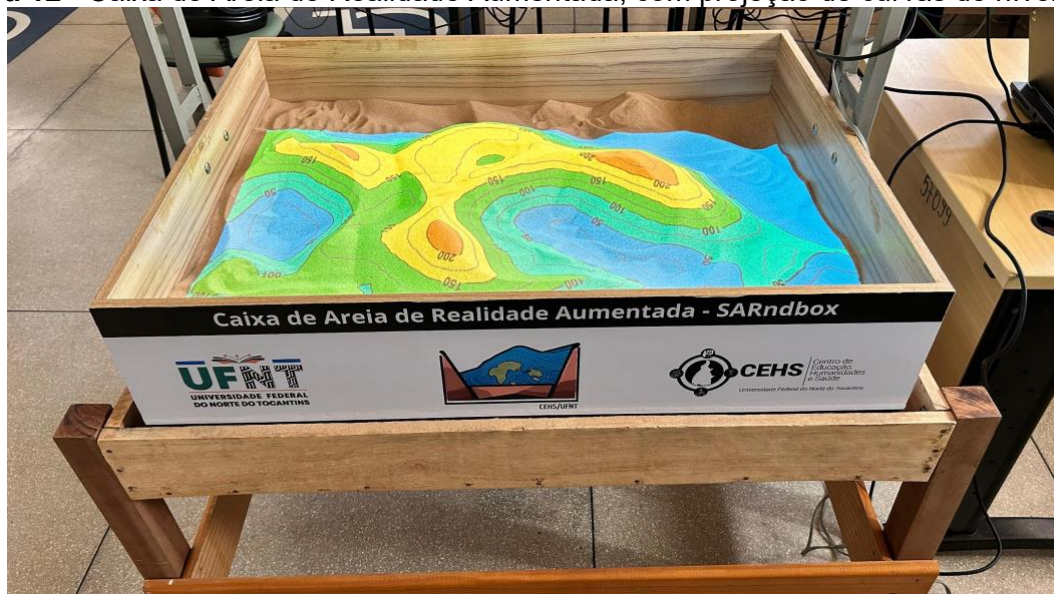
Os elementos da topografia são diversas características que compõem a superfície terrestre e que são representadas em mapas topográficos. Esses mapas, de acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), são linhas que conectam pontos de igual altitude, permitindo identificar declividades, formas do relevo e a localização de diferentes elementos geográficos. Além de descreverem a superfície terrestre, os mapas topográficos servem como ferramentas essenciais para o planejamento urbano, estudos ambientais e a gestão territorial, pois integram informações sobre relevo e elementos humanos.

No contexto educacional, o estudo da topografia, com o auxílio de tecnologias como a Caixa de Areia de Realidade Aumentada, pode facilitar a compreensão desses conceitos ao proporcionar uma visualização prática e interativa das paisagens. Interpretar a leitura de mapas topográficos pode parecer desafiador à primeira vista, mas com um pouco de prática, você pode entender facilmente as informações que eles transmitem. Fazer a leitura de curvas de nível e símbolos em mapas topográficos envolve compreender como essas representações gráficas traduzem informações sobre o relevo e outras características de uma área específica.

O espaçamento das curvas de nível consiste em um mapa topográfico que é um fator crucial para entender a inclinação e a forma do relevo de uma área. Por exemplo, as curvas próximas indicam uma inclinação acentuada ou uma montanha íngreme. Ou seja, quanto mais próximas as linhas estiverem, mais íngreme é o terreno. Já as curvas largas significam uma inclinação suave ou um terreno plano. Se as curvas estão distantes, o relevo é menos acentuado (Ross, 2008).

As formas das curvas de nível são fundamentais para representar a variação da elevação do terreno, por exemplo os círculos fechados representam picos ou elevações, o círculo que for mais interno é o ponto mais alto. As linhas quebradas indicam vales ou depressões. E as curvas de nível abertas indicam áreas planas, como as planícies.

Figura 12 - Caixa de Areia de Realidade Aumentada, com projeção de curvas de nível.



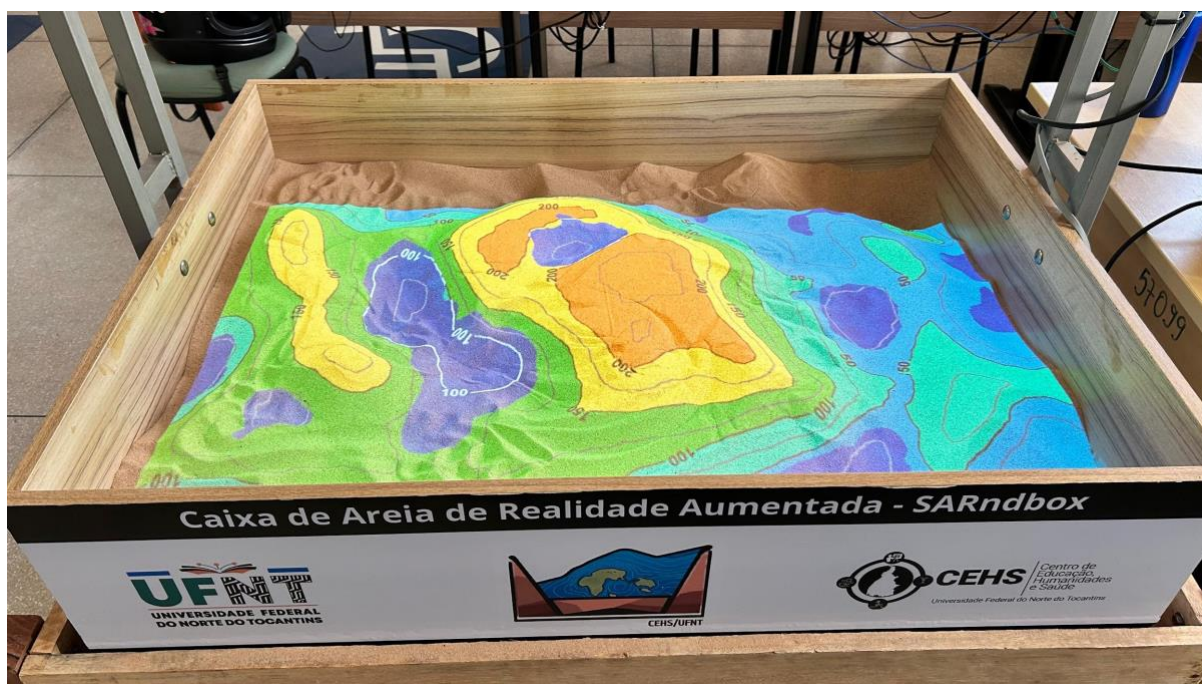
Fonte: Arquivo pessoal da autora, (2025).

Os símbolos em mapas topográficos têm a função de representar diferentes características do terreno e elementos humanos. Como por exemplo: água;

infraestrutura humana; vegetação e limites administrativos. (Martins; Ferri, 2005). Portanto, para se tornar proficiente na leitura dos mapas topográficos, é útil praticar com mapas reais e tentar identificar diferentes características do relevo e da infraestrutura. Isso não só melhora suas habilidades interpretativas, mas também aumenta sua familiaridade com o ambiente ao seu redor.

Já a **hidrografia** é o ramo da geografia que estuda as águas da superfície terrestre, incluindo oceanos, rios, lagos, pântanos e aquíferos. Ela se concentra não apenas na distribuição e características desses corpos d'água, mas também em suas interações com o ambiente e a influência que exercem sobre ele. A sua relevância consiste em compreender o estudo dos corpos de água, como: compreensão da distribuição da água; impacto ambiental; recursos hídricos e gestão; mudanças climáticas; planejamento urbano e infraestrutura; e atividades econômicas. (Ross, 2008; Christofolletti, 1980).

Figura 13 - Representação Hidrográfica no relevo.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, (2025).

Tendo seu destaque no ramo da geografia física que se dedica ao estudo das águas da superfície terrestre e do subsolo, abrangendo oceanos, rios, lagos, pântanos e aquíferos. Conforme Christofolletti (1999), esse campo de estudo investiga não apenas a distribuição e as características desses corpos d'água, mas também as interações entre eles e o ambiente em que estão inseridos, considerando aspectos

físicos, biológicos e antrópicos. A hidrografia é essencial para compreender como os recursos hídricos sustentam os sistemas naturais e humanos, além de avaliar os impactos das atividades humanas sobre os ciclos hídricos.

Ao estudar os corpos d'água e suas interações com o ambiente, encontra na Caixa de Areia de Realidade Aumentada uma ferramenta pedagógica inovadora que potencializa a compreensão de seus conceitos. Por meio dessa tecnologia, os estudantes podem simular, em tempo real, a dinâmica hídrica em diferentes cenários topográficos, observando como o relevo influencia o escoamento das águas, a formação de rios, bacias hidrográficas e áreas de inundação.

Essa abordagem prática e interativa permite a análise direta de questões relacionadas à gestão dos recursos hídricos, como o impacto de intervenções humanas no ciclo da água e a identificação de áreas de risco ambiental. Além disso, ao integrar ciência, tecnologia e educação, a Caixa de Areia de Realidade Aumentada se mostra um recurso eficaz para promover a alfabetização científica e a formação de cidadãos comprometidos com a conservação dos recursos hídricos e a consciência planetária.

Portanto, a utilização da Caixa de Areia de Realidade Aumentada no ensino de topografia e hidrografia não apenas moderniza as práticas pedagógicas, mas também contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e preparados para lidar com os desafios socioambientais contemporâneos. Essa abordagem, sustentada por sua base tecnológica e por sua capacidade de tornar conteúdos abstratos mais acessíveis, representa um avanço significativo na educação geográfica.

5. EXPERIÊNCIAS PRÁTICAS COM O USO DA CAIXA DE AREIA NO MUNICÍPIO DE TOCANTINÓPOLIS

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, utilizando a coleta de dados por meio da experiência de uma aula prática. Uma turma do sétimo ano dos anos finais do Ensino Fundamental foi envolvida em uma investigação sobre a Caixa de Areia de Realidade Aumentada, uma metodologia inovadora que permite a simulação de relevo e fenômenos geográficos em tempo real. O objetivo da atividade foi estimular a curiosidade científica dos alunos, promover a interação com o meio digital e desenvolver o pensamento crítico, por meio da observação e interpretação das transformações do relevo simuladas na caixa de areia.

i. 5.1 Contexto da Atividade

No dia 02 de abril de 2025, foi realizada uma atividade prática com alunos de uma escola privada do Município de Tocantinópolis, envolvendo a utilização da Caixa de Areia como recurso didático para a compreensão de fenômenos geográficos e ambientais. Participaram da atividade 12 alunos e 3 professores, com o objetivo de promover o entendimento sobre relevo, escoamento da água, processos erosivos e incêndios florestais e geologia.

ii. 5.2 Desenvolvimento da Atividade

A atividade pedagógica com a Caixa de Areia de Realidade Aumentada foi desenvolvida em parceria com a escola, considerando os objetivos de aprendizagem relacionados ao estudo do relevo e da hidrografia. O planejamento foi estruturado em três etapas principais: introdução teórica, demonstração prática e atividade em grupo com a simulação na caixa.

Na primeira etapa, iniciou-se com a apresentação da Caixa de Areia aos alunos, explicando seu funcionamento tecnológico incluindo sensores de profundidade e projeção interativa e estimulando questionamentos sobre os conhecimentos prévios dos estudantes. Essa abordagem inicial teve como objetivo despertar a curiosidade, gerar engajamento e situar os alunos no contexto geográfico da atividade.

Em seguida, foi realizada uma demonstração guiada, na qual se apresentaram os diferentes tipos de relevo (como planaltos, planícies e depressões), bem como a função das curvas de nível na representação tridimensional dos terrenos. Também

foram simuladas condições naturais, como a variação da altitude e o escoamento da água, reforçando a relação entre relevo e hidrografia.

Figura 14 - Estudantes atentos às orientações iniciais sobre o uso da Caixa de Areia de Realidade Aumentada antes do início da atividade prática.

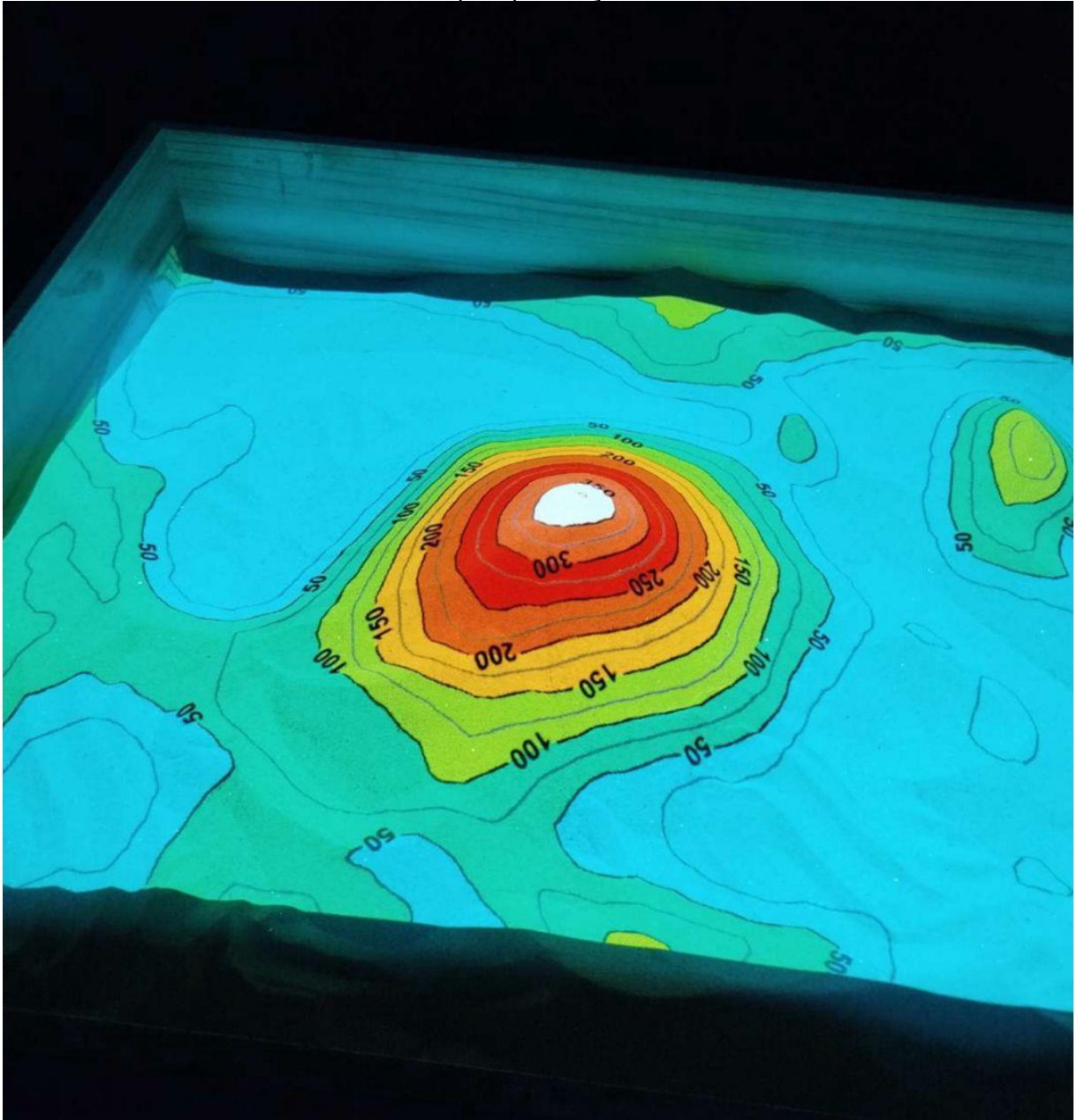


Fonte: Arquivo pessoal da autora, (2025).

Para a terceira etapa, a turma foi dividida em dois grupos de seis integrantes. Essa divisão foi pensada estrategicamente devido ao tamanho físico limitado da caixa de areia, que não comporta muitos usuários simultaneamente, a fim de garantir que todos os participantes pudessem interagir de forma ativa e significativa com a ferramenta. A formação dos grupos também visou incentivar o trabalho colaborativo, a troca de ideias e a observação mútua.

Durante a atividade prática, o Grupo I interpretou a cor branca projetada como neve, criando um cenário de alta altitude e simulando a presença de neblina, promovendo reflexões sobre o clima e o relevo montanhoso. Já o Grupo II demonstrou maior interação e curiosidade ao explorar o escoamento da água e discutir seu percurso após as chuvas, associando essas observações ao conteúdo estudado sobre o ciclo hidrológico. Ambos os grupos foram incentivados a manipular o relevo, observar as mudanças em tempo real na projeção e levantar hipóteses sobre os processos naturais envolvidos.

Figura 15 – Representação topográfica em Caixa de Areia de Realidade Aumentada, na qual os alunos associaram a cor branca do topo à presença de neve, relacionando altitude ao clima.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, (2025).

A atividade foi pensada não apenas como uma demonstração tecnológica, mas como uma experiência de aprendizagem ativa e investigativa, na qual os alunos puderam visualizar fenômenos geográficos de forma concreta e dinâmica, favorecendo a construção do conhecimento por meio da experimentação.

Para desenvolver essa atividade na escola de forma eficaz, é fundamental um planejamento integrado entre o professor de Geografia e a equipe pedagógica, garantindo que a proposta esteja alinhada aos objetivos de aprendizagem do currículo escolar. A atividade com a Caixa de Areia de Realidade Aumentada seria iniciada com

uma introdução teórica e uma demonstração do equipamento, explicando seu funcionamento e contextualizando os conteúdos a serem abordados. Em seguida, os alunos seriam divididos em pequenos grupos para a realização de simulações práticas.

Onde possivelmente o Grupo A criaria cenários de alta altitude, utilizando projeções brancas para representar neve, e discutir aspectos climáticos e características do relevo montanhoso. Já o Grupo B simularia o escoamento da água, relacionando-o ao ciclo hidrológico e observando como a topografia influencia o caminho das águas. Cada grupo utilizaria fichas de observação para registrar hipóteses, análises e conclusões. Ao final da atividade, os resultados seriam socializados em uma discussão coletiva, promovendo a troca de conhecimentos e a consolidação do conteúdo.

A realização desta atividade proporciona uma aprendizagem significativa, ao permitir que os alunos visualizem e manipulem fenômenos geográficos de forma concreta. A interação com a caixa estimula o raciocínio espacial, a investigação científica e o trabalho colaborativo, tornando o conteúdo mais acessível, envolvente e eficaz no processo de ensino-aprendizagem.

5.3 Observações e Resultados

Durante a atividade, observou-se que o Grupo I teve uma participação mais tímida e interagiu pouco entre si, enquanto o Grupo II demonstrou maior interesse e envolvimento nas discussões. O Grupo I questionou sobre os impactos das chuvas em áreas urbanas, utilizando a Caixa de Areia para simular o escoamento da água na cidade de Tocantinópolis, o que facilitou a compreensão dos conceitos abordados.

A caixa de areia mostrou uma facilidade quando a água escoava para outro relevo mais baixo. Ficou muito mais visível para enxergar essa mudança da água de um relevo para outro (Participante A grupo II)

O comentário do participante A, do Grupo II, destaca de forma clara como a Caixa de Areia foi uma ferramenta eficaz para visualizar o escoamento da água em diferentes relevos. É pertinente essa observação, pois a representação prática facilita muito a compreensão de conceitos que, muitas vezes, são abstratos quando vistos apenas na teoria. De acordo com Souza (2010, p. 58), a interatividade no ensino de Geografia auxilia na compreensão de conceitos como o relevo, a dinâmica das águas e as relações espaciais entre o homem e o ambiente.

No entanto, verificamos que, apesar do bom uso da interface, é importante também estimular uma participação mais equitativa entre os grupos. Enquanto o Grupo II se envolveu mais nas discussões, o Grupo I demonstrou certa timidez, o que pode ter limitado o aproveitamento da atividade. Seria interessante pensar em estratégias que promovam um engajamento mais coletivo, para que todos possam se beneficiar igualmente da experiência prática e do debate.

O Grupo I, por sua vez, simulou o escoamento da água em dias de chuva a partir de uma visão mais alta do relevo, enquanto o Grupo II criou dois níveis de relevo um mais baixo e outro mais elevado facilitando o escoamento da água e compreendendo de forma mais clara os conceitos apresentados. Esse exercício também gerou uma discussão sobre a origem da Caixa de Areia, destacando que ela é uma metodologia tradicional usada como recurso didático.

Achei interessante observar o escoamento da água a partir de um ponto mais alto do relevo. A simulação nos ajudou a entender como a água se comporta em áreas urbanas quando chove muito. Percebemos como o relevo influencia bastante nesse processo (Participante do grupo I).

Quando criamos dois níveis de relevo, ficou bem mais fácil visualizar para onde a água iria naturalmente. A diferença de altura mostrou claramente como o escoamento acontece. Isso fez com que os conceitos de drenagem urbana fizessem muito mais sentido pra gente (Participante do grupo 2).

Os comentários dos dois grupos demonstram claramente como a utilização da Caixa de Areia contribuiu para a aprendizagem prática dos conceitos de relevo e escoamento da água. Observa-se especialmente com o ponto levantado pelo participante do Grupo II, ao destacar que a criação de dois níveis de relevo facilitou a compreensão visual do movimento da água, isso reforça o quanto recursos didáticos concretos tornam o conteúdo mais acessível. Ao mesmo tempo, o comentário do Grupo I também é válido, pois observar o escoamento a partir de uma visão mais alta permitiu uma leitura mais ampla da dinâmica da água em terrenos urbanos. Constatase que ambas as abordagens se complementam e mostram a importância de experimentar diferentes perspectivas para aprofundar o entendimento sobre o tema.

De acordo com Passini (2004), o uso de recursos didáticos concretos, como maquetes e simulações físicas, é essencial para o ensino de Geografia, pois esses recursos permitem que os alunos visualizem conceitos e compreendam de maneira mais significativa os fenômenos espaciais, especialmente os relacionados ao relevo e

à dinâmica das águas. A ação prática no ensino, segundo o autor, tem o poder de promover uma compreensão mais profunda do conteúdo.

Participar do projeto foi uma experiência extremamente enriquecedora, que possibilitou a compreensão, de forma prática e visual, conceitos muitas vezes abstratos do ensino de Geografia, como relevo, escoamento das águas e dinâmica ambiental. Durante a atividade foi possível observar, diferenças significativas no engajamento dos grupos, o que nos levou a refletir sobre a importância de promover uma participação mais equitativa entre os alunos.

As simulações realizadas, tanto pelo Grupo I quanto pelo Grupo II, mostraram como o relevo influencia diretamente o comportamento da água em áreas urbanas, permitindo uma discussão aprofundada sobre drenagem, ocupação do solo e riscos ambientais. Além disso, os debates gerados sobre a atuação do vento em incêndios florestais, a geologia local e a representação cartográfica contribuíram para ampliar meu entendimento sobre a aplicação pedagógica de recursos tecnológicos.

A interatividade proporcionada pela Caixa de Areia de Realidade Aumentada não apenas facilitou a aprendizagem dos conteúdos, como também incentivou a curiosidade e o protagonismo estudantil. Essa experiência reforçou em mim a importância das metodologias ativas no ensino, especialmente quando contextualizados com a realidade local, demonstrando que o uso de tecnologias como essa pode transformar a sala de aula em um espaço mais dinâmico, significativo e conectado com o cotidiano dos alunos.

Diante das observações e resultados obtidos durante a atividade, é possível perceber que o uso da Caixa de Areia foi uma estratégia didática eficaz para promover a compreensão dos conceitos de relevo e escoamento da água. Apesar das diferenças no nível de participação entre os grupos, ambos conseguiram extrair aprendizados relevantes a partir de suas simulações. As falas dos participantes reforçam como a experimentação prática contribui para o entendimento de conteúdos geográficos, muitas vezes abstratos na teoria. Assim, a atividade não apenas favoreceu o aprendizado, mas também evidenciou a importância de metodologias ativas e inclusivas que estimulem a colaboração e o protagonismo dos estudantes.

Entre as principais observações, destaca-se o maior engajamento dos alunos, especialmente do grupo que simulou o escoamento da água. Esses estudantes demonstraram dinamismo nas discussões e maior participação ativa nas atividades. Um aspecto central foi a visualização eficaz dos fenômenos estudados, que facilitou

a compreensão de processos muitas vezes considerados abstratos. Um aluno relatou: “Quando criamos dois níveis de relevo, ficou bem mais fácil visualizar para onde a água iria...”, evidenciando a potência da ferramenta na construção de saberes geográficos.

Entretanto, também foi possível observar diferenças na participação entre os grupos, o que aponta para a importância de desenvolver estratégias inclusivas, capazes de integrar de forma equitativa todos os estudantes no processo de aprendizagem. Outro ponto positivo da atividade foi a contextualização local dos conteúdos: a inclusão de temas regionais como rios, solos, relevo e incêndios florestais e o uso de uma cartilha educativa sobre o Rio Tocantins contribuíram para reforçar a ligação entre o conhecimento escolar e a vivência cotidiana dos alunos, conferindo significado cultural e social à aprendizagem.

Dando continuidade à proposta de experimentação prática, a atividade com a Caixa de Areia de Realidade Aumentada trouxe uma nova dimensão à interação dos alunos com os conceitos de Geografia, enriquecendo ainda mais o aprendizado iniciado na fase anterior. Durante essa atividade, os alunos demonstraram grande interesse em compreender o funcionamento dos elementos internos do equipamento, como a luz projetada e o papel do sensor *Kinect* no processo. Essa curiosidade serviu como ponto de partida para discussões mais amplas sobre o uso da tecnologia no estudo do espaço geográfico.

A professora responsável aproveitou a oportunidade para tratar de temas relacionados às construções humanas em áreas de relevo acidentado, como morros e os riscos decorrentes da instabilidade do solo. Esses conteúdos foram contextualizados com situações reais, permitindo que os alunos relacionassem os conhecimentos teóricos à realidade do município. Um dos momentos de maior participação dos estudantes foi a simulação de uma chuva em áreas urbanas. Nessa atividade, os alunos foram incentivados a refletir sobre quais regiões seriam atingidas primeiro, considerando as variações no relevo e a disposição dos espaços urbanos.

Outro aspecto importante discutido foi a influência do vento no comportamento de incêndios florestais. Os alunos analisaram como os ventos podem impulsionar o fogo em determinadas direções, destacando, por exemplo, como ventos vindos do Sul podem empurrar as chamas em direção ao norte do estado. Essa abordagem permitiu ampliar a discussão para estratégias de prevenção e combate aos incêndios, ligando o tema à topografia e ao clima da região.

Além disso, aspectos geológicos locais foram trabalhados, como a presença de rochas específicas da região de Tocantinópolis, com destaque para os arenitos. A simbologia das cores em mapas geológicos foi explicada, permitindo que os alunos compreendessem como as variações do solo e da estrutura geológica são representadas cartograficamente. A relação entre o relevo e o comportamento dos ventos também foi discutida, considerando como as elevações e depressões do terreno podem interferir na velocidade e direção das correntes de ar.

Durante a aula, os alunos também exploraram o comportamento dos rios, suas trajetórias naturais e a forma como são representados em mapas. As discussões levaram a reflexões sobre a importância do relevo na dinâmica das águas e na formação de bacias hidrográficas, conectando os conteúdos de hidrografia à prática com a Caixa de Areia.

Ao final da atividade, foi perceptível que os alunos haviam desenvolvido uma compreensão mais concreta dos fenômenos estudados. A interação prática com o relevo simulado na areia, ao lado da manipulação de elementos como a água, provocou mudanças significativas nas formas inicialmente criadas e gerou simulações ambientais realistas. Esse processo permitiu aos estudantes observarem, de forma direta, como fatores naturais interagem entre si.

Os próprios alunos destacaram a relevância da atividade prática, ressaltando que a integração entre os conteúdos do livro didático e o uso da Caixa de Areia proporcionou um aprendizado mais envolvente e significativo. O uso da tecnologia em sala de aula foi visto como uma forma eficaz de aprofundar a compreensão de temas complexos, tornando o estudo da geografia mais dinâmico, acessível e conectado à realidade local.

A atividade com a Caixa de Areia de Realidade Aumentada se mostrou extremamente enriquecedora, tanto pelo engajamento dos alunos quanto pela forma como os conteúdos foram assimilados. Foi possível perceber que a vivência prática despertou o interesse e a curiosidade da turma, facilitando a compreensão de conceitos geográficos que, muitas vezes, são abstratos quando tratados apenas de forma teórica. A integração entre tecnologia, conteúdos locais e situações reais permitiu aos alunos visualizarem e refletir sobre a dinâmica do relevo, das águas e do clima de maneira mais concreta e significativa.

Além disso, a abordagem contextualizada contribuiu para que eles estabelecessem relações entre os fenômenos naturais e a realidade do município. Em

resumo, essa prática interativa não só ampliou os conhecimentos geográficos, como também evidenciou o potencial das metodologias ativas para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz e conectado com o cotidiano dos estudantes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada teve como objetivo analisar as contribuições da Caixa de Areia de Realidade Aumentada (SARndbox), na versão Windows/Unity, como ferramenta pedagógica para o ensino de Geografia, especialmente nos conteúdos de Topografia e Hidrografia. Através de uma pesquisa experimental, com a aplicação prática da tecnologia em uma turma do Ensino Fundamental II em Tocantinópolis, foi possível verificar como a integração entre tecnologia e educação tem o potencial de renovar e enriquecer as práticas pedagógicas, tornando o aprendizado mais dinâmico e significativo.

Diante dos resultados obtidos, é possível afirmar que o objetivo geral da pesquisa foi plenamente alcançado. A investigação demonstrou que a versão *Windows (Unity)* da Caixa de Areia de Realidade Aumentada possui grande potencial como ferramenta pedagógica no ensino de Topografia e Hidrografia para o Ensino Fundamental II. A aplicação prática da tecnologia evidenciou sua eficácia na mediação de conteúdos geográficos complexos, permitindo uma compreensão mais intuitiva e interativa por parte dos alunos. A experiência revelou que a ferramenta contribui significativamente para o desenvolvimento de aprendizagens mais ativas, visuais e colaborativas, além de ampliar o engajamento dos estudantes e possibilitar práticas docentes mais inovadoras e acessíveis. Dessa forma, a pesquisa não apenas validou a aplicabilidade da *SARndbox* na versão *Unity*, como também destacou sua relevância no contexto educacional brasileiro, especialmente em regiões com desafios estruturais, como Tocantinópolis.

A experiência prática revelou que a Caixa de Areia de Realidade Aumentada transforma conceitos abstratos em vivências concretas. A interação direta com o relevo, as curvas de nível e o escoamento da água, possibilitada pela ferramenta, permitiu aos alunos uma compreensão mais clara e intuitiva desses fenômenos naturais. O uso da tecnologia promoveu uma aprendizagem significativa, estimulando a criatividade, o pensamento crítico e a autonomia dos estudantes, ao mesmo tempo em que possibilitou a experimentação e a visualização em tempo real dos processos geográficos.

O engajamento observado nos alunos durante a atividade prática também destacou a importância da tecnologia sensorial na motivação dos estudantes, especialmente em contextos educacionais desafiadores, como o de Tocantinópolis. A

Caixa de Areia se mostrou uma ferramenta inclusiva, capaz de contemplar diferentes estilos de aprendizagem, particularmente os visuais, e proporcionar um espaço colaborativo e investigativo para a construção do conhecimento.

A atuação dos professores na atividade evidenciou que a Caixa de Areia não é apenas um recurso didático, mas, também, um elemento transformador das práticas pedagógicas. Sua implementação na versão Windows/Unity se mostrou vantajosa, pois ampliou a acessibilidade e facilitou a implantação da ferramenta nas escolas, adaptando-a à realidade brasileira. A compatibilidade com sistemas operacionais amplamente utilizados nas instituições de ensino representa um avanço significativo para a democratização do acesso a tecnologias educacionais inovadoras.

Outro ponto relevante abordado pela pesquisa foi a possibilidade de promover discussões interdisciplinares. Temas como mudanças climáticas, uso sustentável da água, geologia local e gestão de riscos ambientais foram explorados, proporcionando uma formação socioambiental crítica e contextualizada nos alunos. A integração de saberes e a conscientização para questões ecológicas são aspectos fundamentais para preparar os estudantes para os desafios do século XXI.

Em resumo, a Caixa de Areia de Realidade Aumentada se mostrou uma metodologia eficaz para o ensino de Geografia, especialmente nos temas de Topografia e Hidrografia, ao proporcionar uma aprendizagem colaborativa, investigativa e prática. A pesquisa sugere a continuidade e o aprofundamento dos estudos sobre essa ferramenta, explorando sua aplicação em diferentes séries, disciplinas e contextos educacionais, a fim de expandir seus benefícios pedagógicos.

Por fim, é importante ressaltar que, para que metodologias inovadoras como essa sejam efetivamente incorporadas ao cotidiano escolar, é fundamental investir em formação docente, infraestrutura tecnológica e políticas públicas que favoreçam a experimentação e a inovação educacional. O futuro da educação passa pela capacidade de integrar teoria e prática, tradição e tecnologia, criando um ensino mais visual, sensível e, sobretudo, significativo. A Caixa de Areia de Realidade Aumentada é, sem dúvida, um símbolo desse novo paradigma educacional, que visa tornar o aprendizado mais concreto, envolvente e alinhado às necessidades do mundo contemporâneo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, David Paul. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

Ausubel, D. P. (2003). A aprendizagem significativa: a teoria e as implicações educacionais. Rio de Janeiro: Editora Vozes.

BACICH, Lilian; MORAN, José Manuel; TREVISANI, Fabrício. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. (2017). Base Nacional Comum Curricular: Educação Básica – Ensino Fundamental e Médio. Ministério da Educação. Brasília, DF: MEC.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. 43. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

KAPP, Karl M. *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KREYLOS, Oliver; GOLD, Peter; YIKILMAZ, M. Burak. *Augmented Reality Sandbox*. University of California, Davis, 2013. Disponível em: <https://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/>. Acesso em: 15 out. 2025.

Libâneo, J. C. (2013). Metodologias ativas: a quem servem? nos servem? In J. C. Libâneo, S. V. L. Rosa, et al. (Orgs.), *Didática e formação de professores: embates com as políticas curriculares neoliberais* (pp. 38–46). Goiânia: Cegraf UFG.

MARTINS, Carlos A. S.; FERRI, João. *Cartografia: conceitos e técnicas*. São Paulo: Moderna, 2005.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MORAN, José Manuel. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais significativa. In: BACICH, Lilian; MORAN, José Manuel (Org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 13-26.

PAPERT, Seymour. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artmed, 1997.

ROSS, Jurandyr L. S. *Geografia do Brasil*. São Paulo: EDUSP, 2008.

ROSS, J. L. S. *Geografia do Brasil*. São Paulo: Edusp, 1992.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

TOCANTINS. Documento Curricular do Tocantins: Etapa Ensino Fundamental – Anos Finais. Secretaria de Estado da Educação, Juventude e Esportes. Palmas, 2021.