

## XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

### **MODELO DE REALIDADE AUMENTADA PARA O ENSINO DE HIDROLOGIA E ENGENHARIA DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA E SOLO**

*Danilo Paulucio da Silva<sup>1</sup>; Flavia Mariani Barros<sup>1</sup>; Carolina Gusmão Souza<sup>1</sup>; Claudio Marcio Silva Rocha<sup>2</sup>; Micael de Oliveira Santos<sup>2</sup>; Marcio Greick Lima de Oliveira Júnior<sup>3</sup>; Edson Henrique Oliveira dos Santos<sup>3</sup>; Ligiane Alves Dias<sup>3</sup>; Daniela de Almeida dos Santos<sup>3</sup>; João Lênon Benevides Lopes<sup>3</sup>; Júlia Farias Macêdo<sup>3</sup>; João Vitor Alves Moreira<sup>3</sup>; Thays Martinelli<sup>4</sup> & Semaías Ribas Santos Rocha<sup>4</sup>*

**Abstract:** This research aims to present the potential of using Sandbox, which is an augmented virtual reality made in a sandbox as a methodological resource in mediating classes as well as society in general, serving to facilitate the understanding and analysis of processes associated with hydrology and water and soil conservation engineering. Sandbox was built and installed in the Hydraulics and Hydrology Laboratory of the State University of Southwest Bahia. The structure of the box was made of water-resistant wood. The support for the projector and Kinect was made of metalon. It was decided to use glass on the sides of the box, with a wooden frame, to facilitate the visualization of the process, the software was installed as well as the calibration of the sensor. From then on, Sandbox was used, inside and outside the university, to simulate reliefs, hydrological processes, design and implementation of mechanical practices for soil and water conservation. It was observed that the use of this technological resource attracted the attention of children, young people and adults and increased the curiosity of students and society in general, facilitating the understanding of the hydrological processes represented.

**Resumo:** A presente pesquisa tem por objetivo apresentar as potencialidades da utilização do *Sandbox*, que trata de uma realidade virtual aumentada feita em uma caixa de areia como recurso metodológico na mediação de aulas bem como a sociedade em geral, servindo para facilitar a compreensão e análise de processos associados à hidrologia e engenharia de conservação de água e solo. A *Sandbox* foi construída e instalada no Laboratório de Hidráulica e Hidrologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. A estrutura da caixa foi feita em madeira resistente à água. O suporte para o projetor e Kinect foi feito em metalon. Optou-se por utilizar vidro nas laterais da caixa, com moldura em madeira, para facilitar a visualização do processo, foi instalado o software bem como calibração do sensor. A partir de então o *Sandbox* foi utilizada, dentro e fora da universidade, para simular relevos, processos hidrológicos, projeto e implantação de práticas mecânicas para

---

<sup>1</sup> Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, Rodovia BR 415 s/n. Recanto da Colina, Itapetinga, BA, (77)32618640 dpaulucio@uesb.edu.br;

<sup>2</sup> Servidores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rodovia BR 415 s/n. Recanto da Colina, Itapetinga, BA, (77)326186 40 labhidro@uesb.edu.br;

<sup>3</sup> Estudantes do curso de Engenharia Ambiental, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rodovia BR 415 s/n. Recanto da Colina, Itapetinga, BA, (77)32618600, labhidro@uesb.edu.br;

<sup>4</sup> Estudantes do curso do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rodovia BR 415 s/n. Recanto da Colina, Itapetinga, BA, (77)32618600 labhidro@uesb.edu

conservação de solo e água. Observou-se que uso desse recurso tecnológico, atraiu a atenção de crianças, jovens e adultos e potencializou a curiosidade dos estudantes e da sociedade em geral, facilitando a compreensão dos processos hidrológicos representados.

**Palavras-Chave** – Sandbox; Recursos hídricos; Práticas conservacionistas

## **INTRODUÇÃO**

Devido às mudanças no perfil do discente e da sociedade de forma geral, alavancadas por novas formas de tecnologia, são necessárias rever as configurações para o processo de ensino-aprendizagem para que essas corroborem na formação de profissionais como sujeitos sociais, desenvolvendo competências éticas, políticas e técnicas, aperfeiçoando o uso do conhecimento e do raciocínio crítico e analítico, assim como melhorando a aprendizagem e notas dos alunos (Forni et al., 2017; Vales e Santos, 2018).

Assim, o aprendizado ativo emerge como um novo paradigma para a oferta de educação de qualidade, colaborativa, envolvente e motivadora, com capacidade para responder à maioria dos desafios existentes nas instituições de ensino, demonstrando que a educação não pode ser considerada uma prática simples (Misseyanni et al., 2018). Ainda segundo esses autores, a prática de aprendizagem ativa se concentra em uma variedade de ferramentas usadas para envolver cognitivamente os alunos, acumulando conhecimento e desenvolvendo esquemas de uma forma que eles, em certa medida, possuem maior autonomia sobre a aprendizagem.

Entretanto, devido aos diversos tipos de métodos existentes, é necessário que as instituições de ensino tomem decisões sobre qual método é mais adequado às suas respectivas realidades (Nascimento, 2014; Cavalcante et al., 2018), assim como de uma maior profissionalização docente acerca dos diversos métodos. Para tanto, a implementação de novas metodologias como forma de melhorar a aprendizagem ainda necessita de maiores estudos (Melo Prado et al., 2011; Sobral e Campos, 2012). Entretanto é consenso que o aprendizado baseado em situações que simulem a realidade é essencial para garantir maior interesse e aprendizado dos estudantes.

A cartografia do relevo e dos processos geológicos e geomorfológicos pode ser uma área de difícil compreensão, quando o processo de ensino/aprendizagem está baseado apenas nas formas tradicionais. A representação bidimensional de formas tridimensionais está além da compreensão básica da maioria dos estudantes e pessoas da sociedade em geral, criando uma barreira no aprendizado de temas como topografia, bacias hidrográficas, processos geomorfológicos, erosão dos solos, inundações, estrutura geológica dentre outros (Cunha et al., 2018).

Assim, a utilização de novas tecnologias apresenta um crescente potencial no auxílio dos estudos relacionados ao uso e conservação da água e solo e outras questões ambientais associadas, pois torna a experiência mais atrativa, acessível, descomplicada e simples. Dentre essas tecnologias destaca-se a Caixa de areia interativa, também chamada de Caixa de Areia de Realidade Aumentada ou simplesmente *Sandbox*. O seu uso permite trazer dados, imagens e informações de uma maneira mais atraente do que a forma convencional.

A *Sandbox* trata-se de uma caixa com areia que utiliza o sensor Kinect (sensor de movimentos da Microsoft, usado originalmente com os consoles Xbox 360 e Xbox One) para produzir interações por meio da realidade aumentada. Nela, a pessoa que está interagindo é capaz de moldar formas na areia e simular chuva através do movimento das mãos, que são identificadas automaticamente pelo sensor e exibidas pelo projetor, resultando em um modelo topográfico com cores de elevação, contornos e simulação de água (Figura 1A). Esta ação é repetida a cada nova alteração de relevo da areia, gerando uma interação dinâmica (CUNHA et al., 2016).

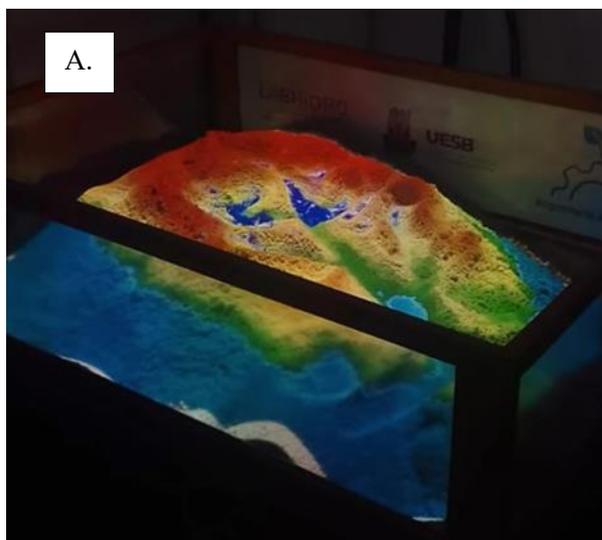
A presente pesquisa tem como objetivo analisar as potencialidades da utilização do *Sandbox* que trata de uma realidade virtual aumentada feita em uma caixa de areia como recurso metodológico para aprendizagem de processos relacionados a hidrologia e conservação do solo e água.

## MATERIAL E MÉTODOS

A *Sandbox* foi instalada no Laboratório de Hidráulica e Hidrologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Campus Juvino Oliveira, localizando em Itapetinga, BA. A montagem do *Sandbox* foi realizada de acordo com Reed et al. (2016) e com as instruções apresentadas por Milantoni et al. (2021).

A estrutura da caixa foi feita em madeira resistente à água, com medidas de 1m de largura, 0,7 m de comprimento e 0,3 m de altura. O suporte para o projetor e Kinect foi feito em metalon. Optou-se por utilizar vidro nas laterais da caixa, com moldura em madeira, para facilitar a visualização do processo (Figura 1B). É recomendado que sejam utilizados 10 centímetros de profundidade de areia na Caixa (Milantoni et al., 2021). Neste trabalho foi utilizado areia branca, alguns autores utilizam também o pó de serragem.

Figura 1: Modelo de realidade aumentada em funcionamento (A); Modelo de realidade aumentada instalado no Laboratório de Hidráulica e Hidrologia – UESB (B);



Fonte: Autores, 2025.

As especificações de hardware utilizados foram: processador Intel Core I7 3.0 GHz; memória RAM de 16 GB; sistema operacional 64 bits; projetor NEC com resolução de 1024 X 728; sensor Kinect XBOX 360 e placa de vídeo RTX GeForce 3050 8GB.

Para a instalação de todo o modelo de realidade aumentada, conforme Milantoni et al., 2020 foram realizados os seguintes passos: 1) Instalação do Linux; 2) Instalação do drive NVIDIA; 3) Instalação do software VRUI VR; 4) Instalação do pacote kinect; 5) Instalação do *Sandbox*; 6) Configuração do kinect; 7) Calibração do sensor kinect; 8) Calibração do projetor.

A partir de então a *Sandbox* está sendo utilizada em diversas disciplinas da graduação e pós-graduação, além de servir também como atrativo para visitação de diferentes escolas com alunos do ensino fundamental 1, fundamental 2 e médio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

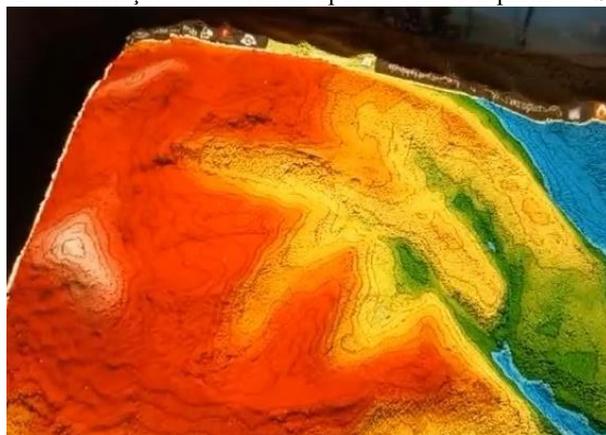
A *Sandbox* possui grande potencialidade, podendo ser utilizada para explorar diversas atividades e assuntos, para o público de diferentes idades e graus de escolaridade.

### Potencialidades para aplica o da *Sandbox* na simula o de relevos

Na Figura 2   ilustrada uma representa o de relevo gerada a partir da *Sandbox*. As linhas representam as curvas de nível do terreno enquanto as cores ilustram diferentes faixas de eleva o, sendo as cores mais quentes utilizadas para indicar posi es mais elevadas do relevo.

A partir do manuseio da areia da *Sandbox* pode-se montar diferentes formas de relevo (Figura 2), trabalhando conceitos relacionados com cada forma, sua g nese e evolu o. As formas de relevo a serem construídas podem ser morros, colinas, chapadas, planícies, entre outras (Mezzomo et al 2020). Segundo Nunes et al. (2024) a *Sandbox*   uma boa alternativa para as aulas de geografia, especialmente quando abordando conteúdo da geografia física e dos componentes físico-naturais que são frequentemente considerados complexos, pois necessitam maior capacidade de abstra o dos alunos, em especial nos conteúdos que abordam o relevo.

Figura 2 – Simula o de diferentes tipos de relevo a partir da *Sandbox*.



Fonte: Autores, 2025.

### Potencialidades para aplica o da *Sandbox* na simula o de Hidrologia

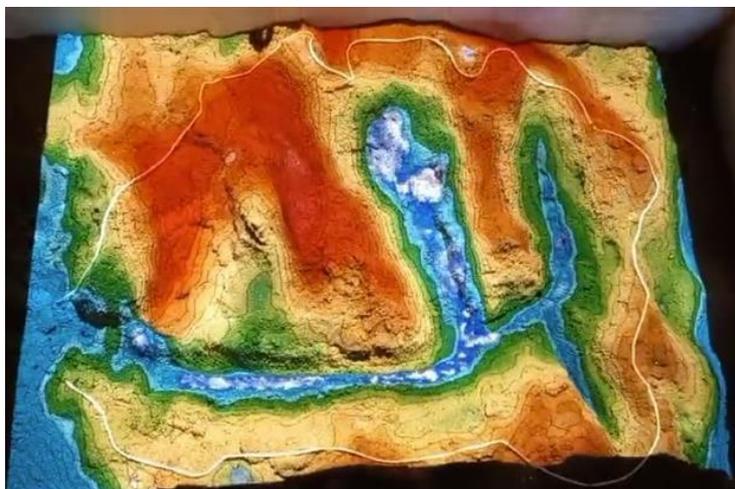
Os conceitos abordados em aulas de Hidrologia para cursos de engenharia requerem algum esforço para satisfatória compreensão, tanto por parte do docente quanto por parte dos alunos. O conhecimento acerca do tema e habilidade didática do professor são potencializadas com disponibilidade de recursos audiovisuais apropriados. Nesse sentido, o caráter dinâmico viabilizado pelo sistema *Sandbox*, além do aspecto 3D e da flexibilidade de adapta o   demonstra o de um processo específico, permitiu facilitar a compressão de conceitos como: curvas de nível, modelo digital de eleva o, divisores topográficos; bacia hidrográfica; hidrografia, topologia hidrográfica; tempo de concentra o; coeficiente de compacidade; fator de forma; escoamento superficial; reservatórios de regulariza o, dentre outros.

Muitos dos temas abordados em hidrologia não são exclusivos de cursos de gradua o, podendo ser trabalhados nos níveis básico, fundamental e médio. O conceito de bacia hidrográfica, por exemplo começa a ser apresentada no ensino fundamental, se estendendo até alguns cursos de gradua o. No

entanto sem a correta abordagem, os estudantes podem não compreender adequadamente o conceito, tendo dificuldade de entendimento, o que se torna um entrave para o aprendizado de outros processos que dependem do entendimento desse conceito de bacia hidrográfica. Dessa maneira, a realidade aumentada vista no *Sandbox* facilita o entendimento do que é uma bacia hidrográfica (Figura 3), sua delimitação e características é facilmente visualizada no *Sandbox* conseguindo complementar o entendimento dos estudantes, bem como de pessoas da sociedade em geral.

Mezzomo et al. (2020) destaca que a partir da reprodução de uma bacia hidrográfica na *Sandbox* é possível trabalhar a relação dos rios e da bacia com o relevo e com o contexto de uso e ocupação, envolvendo temas como poluição, contaminação, inundação, mata ciliar, entre outros.

Figura 3 – Delimitação de uma bacia hidrográfica utilizando barbante na realidade aumentada



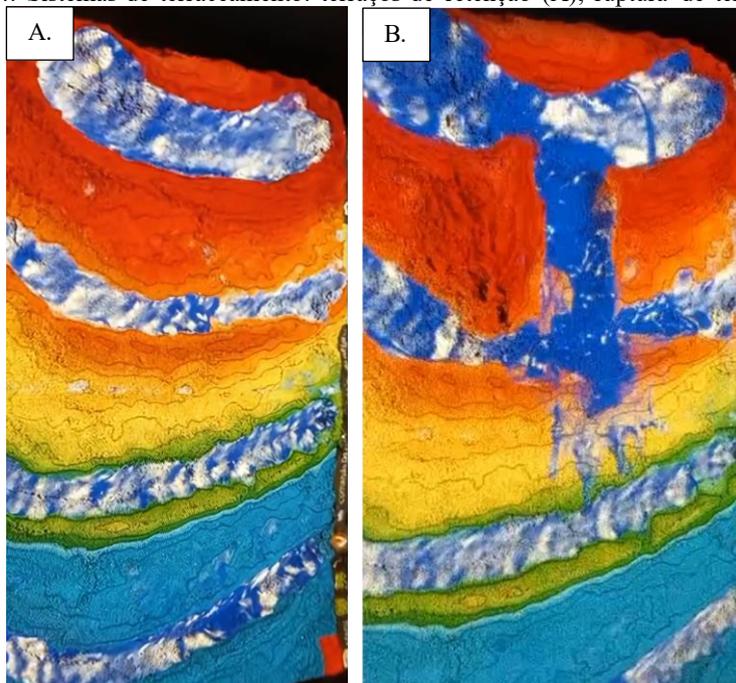
Fonte: Autores, 2025.

### **Aplicação do sistema *Sandbox* na abordagem de temas associados ao projeto e implantação de práticas mecânicas para conservação de solo e água**

Duas das principais práticas mecânicas utilizadas para conservação de solo e água utilizadas no Brasil, consistem na implantação de sistemas de terraceamento agrícola e adequação de sistemas de drenagem em estradas não pavimentadas. A elaboração de projeto de sistema terraceamento e sistema de drenagem em estradas requerem entendimento de hidrologia além das características específicas relacionados ao aspecto construtivo dessas práticas (PRUSKI, 2009). O sucesso da implantação de práticas mecânicas é dependente da correspondência entre as características estabelecidas no projeto com aquelas executadas em campo. De acordo com Miranda et al. (2012), a implantação de práticas mecânicas de forma inadequada pode conduzir ao efeito contrário a propósito original de obra, que é a conservação de solo e água, podendo, portanto, acelerar o processo de erosão hídrica e demais processos impactantes associados.

A utilização do sistema *Sandbox* não somente tem grande potencial para contribuir com o ensino de conceitos fundamentais para projetos de práticas mecânicas, mas também consiste em ferramenta poderosa para demonstração das características construtivas fundamentais desse tipo de obra hidráulica. A partir do sistema *Sandbox* pode-se demonstrar disposição de sistemas de terraceamento (Figura 4A) de retenção ou de drenagem, chamando a atenção dos alunos para características como espaçamento vertical e horizontal, uniformidade da altura da crista, capacidade cidade de armazenamento e fechamento do extravasores. Ao abordar as referidas características, o professor, por exemplo, pode demonstrar em tempo real as consequências negativas que problemas na execução da obra pode trazer para área com uma eventual ruptura dos terraços (Figura 4B).

Figura 4: Sistemas de terraceamento: terraços de retenção (A); ruptura de terraços (B).



Fonte: Autores, 2025.

No que se refere ao projeto e implantação de sistema de drenagem em estradas não pavimentadas, a aplicação do sistema *Sandbox* também se mostrou ferramenta de relevante utilidade na abordagem de características como superelevação e abaulamento do leito da estrada, correta execução dos canais de drenagem lateral bem como o espaçamento e aspecto construtivo das bacias de infiltração. Com a utilização da *Sandbox* o professor pode simular problemas relativos a drenagem de estradas (Figura 5), como água escoando no meio do leito da estrada, canais de drenagem deficiente com conseqüente acúmulo de água na estrada (empoçamento) e ruptura das bacias de infiltração. Da mesma forma, o professor pode propor e simular em tempo real alternativas para correção dos problemas que estão em análise e, conseqüentemente, promover a adequação do sistema de drenagem da estrada.

Figura 5 - Drenagem em estradas de não pavimentadas.



Fonte: Autores, 2025.

### Potencial de utilização da *Sandbox* em outros cenários

Para além do ensino superior, a *Sandbox* pode levar conhecimento, como forma de ensino e extensão para a sociedade.

A realidade aumentada proporcionada pela Sandbox, bem como suas cores vibrantes e o fácil manuseio pelo público, torna esse instrumento atrativo para crianças e adultos, aguçando a criatividade e fortalecendo a aprendizagem.

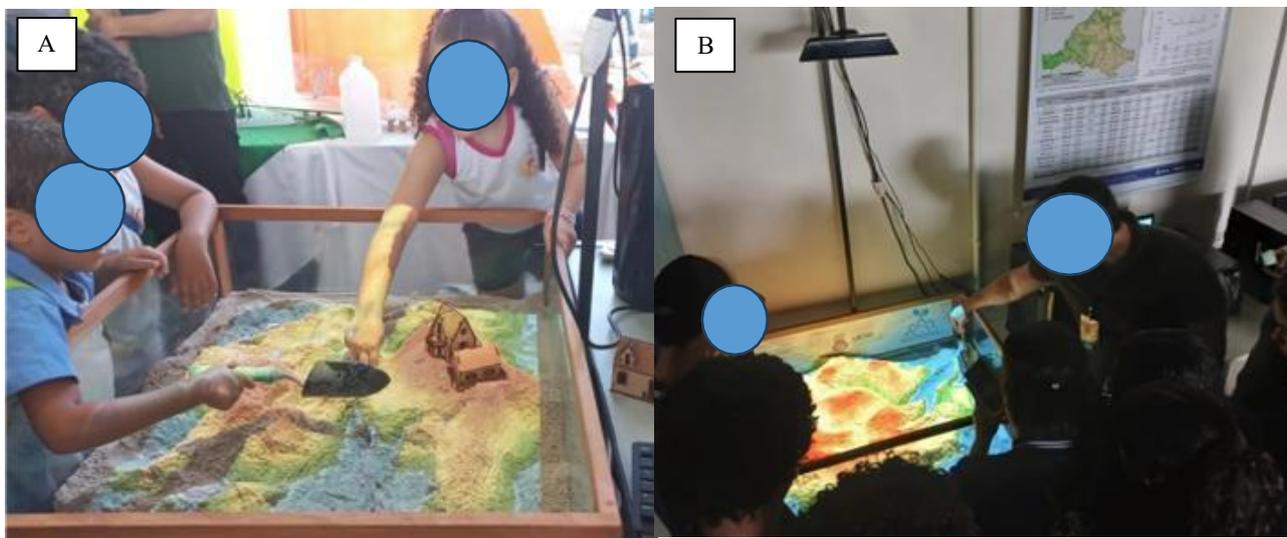
Nas Figuras 6 e 7 estão apresentadas imagens referentes a Sandbox, para além dos muros da universidade, onde a mesma foi exibida na exposição agropecuária de Itapetinga. É possível observar que a tecnologia de realidade aumentada atraiu o público em geral, que pode manusear e ouvir explicações a respeito dos processos hidrológicos que podem ser representados na mesma, contribuindo também com a atuação coletiva e a interação entre os participantes, estreitando os laços entre a universidade e a sociedade, promovendo a interação entre o conhecimento científico e as demandas da comunidade em relação a compreensão de processos hidrológicos.

Figura 6: Interação do público com o modelo de realidade aumentada na Exposição Agropecuária de Itapetinga, BA. Estudantes do ensino infantil (A, C) e estudantes do ensino fundamental 2 (B).



Fonte: Autores, 2025.

Figura 7: Crianças da rede de ensino manuseando a Sandbox na Exposição Agropecuária de Itapetinga (A); visita dos discentes do Instituto Federal Baiano no Laboratório de Hidráulica e Hidrologia da UESB para práticas na Sandbox(B).



Fonte: Autores, 2025.

## CONCLUSÕES

Os entraves de aprendizado entre a teoria e a realidade enfrentam diversas barreiras no cenário educacional, onde a distância entre a aula tradicional e a prática impede o desenvolvimento dos alunos em relação a algumas habilidades importantes para o raciocínio relacionado a assuntos geográficos como relevo, bacia hidrográfica, curvas de nível, terraceamento, entre outros. Assim a realidade aumentada é aliada ao processo de ensino, tendo em vista ser um recurso que permite trabalhar em sala de aula diversos conceitos importantes presente na ciência geográfica, permitindo ao discente e a sociedade como um todo, uma maior capacidade de pensar espacialmente.

## REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, A. N.; LIRA, G. V.; NETO, P. G. C.; LIRA, R. C. M. “*Analysis of Bibliographic Production on Problem-Based Learning (PBL) in Four Selected Journals*”. Revista Brasileira de Educação Médica, Brasília, v. 42, n. 1, p. 15-26, 2018.

CUNHA, C. D.; RODRIGUES, H.; LEMES, M. W. A.; TEIXEIRA JUNIOR J. C. “*Desenvolvimento e aplicação da SandBox no Ensino de Geografia Física*” in: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM SOLOS, 8., 2016, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: Humanitas, 2016. p. 39-44. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/324149500\\_Desenvolvimento\\_e\\_Aplicação\\_da\\_Sandbox\\_no\\_ensino\\_de\\_geografia\\_fisica](https://www.researchgate.net/publication/324149500_Desenvolvimento_e_Aplicação_da_Sandbox_no_ensino_de_geografia_fisica). Acesso em: 08 jan. 2021.

CUNHA, C.; RODRIGUES, H.; LEMES, M.; ROSAS, R.; TEIXEIRA JUNIOR, J.C. “*SandBox: Caixa de areia de realidade aumentada aplicada ao ensino de Geomorfologia*” in Anais do XII Simpósio de Geomorfologia, Ceará, mai. 2018.

FORNI, M. F.; GARCIA NETO W.; KOWALTOWSK, A. J. “*An active-learning methodology for teaching oxidative phosphorylation*” Medical education, Oxford, v. 51, n. 11, p. 1169-1170, 2017.

PRADO, H. M.; FALBO, G. H.; FALBO, A. R.; FIGUEIRÔA, J. N. “Active learning on the ward: outcomes from a comparative trial with traditional methods. *Medical education*”, Oxford, v. 45, n. 3, p. 273-279, 2011.

MIRANDA, A. C. R.; SILVA, D. P. MELLO, E. L. PRUSK, F. F. “Assessment of efficiency And Adequacy of Retention teRRAcés”. *Revista Brasileira de ciência do solo*, 36:577-586, 2012.

MISSEYANNI, A.; PAPADOPOULOU, P.; MAROULI, C.; LYTRAS, M. D. “Active learning stories in higher education: lessons learned and good practices in STEM Education”. In: MISSEYANNI, A. (ed.). *Active learning strategies in higher education: teaching for leadership, innovation, and creativity*. Bingley: Emerald Publishing, 2018. p. 75-105.

NASCIMENTO, G. V. P. *Estudo controlado da efetividade de um instrumento que acopla aprendizagem ativa e tecnologia: criação de vídeos pelos estudantes*. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias em Saúde) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

Nunes, E. L. A.; Oliveira, L. R.; Albuquerque, F. N. B. “A sarndbox no ensino de geografia física e dos componentes físico-naturais da geografia escolar” *Revista de Geomorfologia*, v. 5, n. 3, setembro de 2024, p. 262-270. DOI: <https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v5n3.2024.775>.

PRUSKI, F. F. *Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica*. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009, v. 1. 279 p.

REED, S., HSI, S., KREYLOS, O., YIKILMAZ, M. B., KELLOGG, L. H., SCHLADOW, S. G., SEGALÉ, H., and CHAN, L. (2016), “Augmented reality turns a sandbox into a geoscience lesson” *Eos*, 97, <https://doi.org/10.1029/2016EO056135>. Published on 26 July 2016.

SOBRAL, F. R.; CAMPOS, C. J. G. “Utilização de metodologia ativa no ensino e assistência de enfermagem na produção nacional: revisão integrativa” *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 208-218, 2012.

VALES, J. F.; SANTOS, N. V. “Metodologia ativa como ferramenta de ensino e aprendizagem no curso técnico de logística”. *South American Development Society Journal*, São Paulo, v. 4, n. 10, p. 146-155, 2018.