

## **Realidade Aumentada no Processo de Ensino-Aprendizagem da Topografia em Projeto de Engenharia Civil**

**Ricardo Silva Santos<sup>1</sup>, Riclaudio Silva Santos<sup>2</sup>, Cely Martins Santos de Alencar<sup>3</sup>, Carlos Eduardo de Sousa Macedo<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Engenheiro Civil e Matemático – Universidade Tiradentes, Campus Farolândia (UNIT) Aracaju – SE – Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Geografia – Universidade Federal de Sergipe, Campus Itabaiana (UFS) Itabaiana – SE – Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Integração Acadêmica e Tecnológica – Engenharia Ambiental - Universidade Federal do Ceará – Fortaleza – Brasil

**Resumo.** *O objetivo deste artigo é apresentar o desenvolvimento e aplicação da Realidade Aumentada (AR Sandbox) através da Caixa de Areia, no processo de ensino aprendizagem da Topografia para projetos de Engenharia Civil. Trata-se de uma tecnologia ainda pouco explorada no território brasileiro, onde é possível trabalhar com representações hipsométricas em 3D para criação de modelos topográficos a partir de um sensor de movimento, um projetor digital e um conjunto de softwares. São expostos os procedimentos de elaboração da ferramenta, e sua aplicação na Universidade Federal de Sergipe. Desta forma, trabalhando questões referentes à Topografia, Geologia, Geomorfologia e demais Geociências.*

**Abstract.** *The objective of this article is to present the development and application of the Sandbox in Augmented Reality (AR Sandbox), aiming the teaching of Geosciences. It is a technology not yet explored in Brazil, where it is possible to work with hypsometric representations in 3D to create topographic models from a motion sensor, a digital projector and a set of software. The procedures for developing the tool and its application at the Federal University of Sergipe. In this way, working on issues related to Cartography, Geology, Geomorphology and other Geosciences.*

### **1. Introdução**

A Caixa de Areia em Realidade Aumentada (*Augmented Reality Sandbox*), desenvolvida inicialmente em parceria pela Universidade da Califórnia, Centro de Pesquisa Ambiental de Tahoe, e Aquário e Centro de Ciências ECHO Lake, trata-se de uma caixa de areia (*sandbox*) que, aliada a um sensor de movimento, um projetor digital e um software, geram interações por meio de Realidade Aumentada para a promoção de estudos topográficos.

Esta ferramenta tecnológica permite que os usuários criem modelos topográficos em uma superfície e, em tempo real, gera-se uma representação 3D hipsométrica, com linhas de contorno topográficas e água simulada, é possível ainda gerar a simulação de

erupções vulcânicas, inundações, etc. Adicionalmente, são fornecidas sugestões de roteiros de aplicação como apoio ao ensino, pesquisas e uso de conceitos como relevo, legislação, declividade, escala, entre outros.

A maior contribuição brasileira para a elaboração do projeto foi o Manual de instalação, configuração e uso da caixa de areia de realidade aumentada (SARndbox), Kawamoto (2016).

Na Universidade Federal de Sergipe, o projeto da Caixa de Areia em Realidade Aumentada foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Geomorfologia do Quaternário e Modelagem Ambiental – QUACOMA, e aplicada durante a IV SEMAC – Semana Acadêmico-cultural da UFS, na ação de extensão Modelagem Ambiental em Realidade Aumentada: Aplicação da Caixa de Areia, e posteriormente objetivando sua utilização para as demais atividades acadêmicas, como disciplinas, projetos, oficinas, minicursos, exposições em parcerias com professores da Universidade Federal do Ceará, conforme Alencar e Freitas, 2017.

A Sandbox apresenta-se enquanto uma metodologia inovadora, com reduzidas aplicações no território brasileiro, e com algumas experiências internacionais que demonstram grande potencial metodológico para o ensino das ciências da terra (geociências), e áreas interdisciplinares que trabalham com conceitos da geologia, geomorfologia, pedologia, cartografia, sensoriamento remoto, geoprocessamento, entre outras. O desenvolvimento desta ferramenta didática tem como objetivo proporcionar um melhor entendimento de processos relacionados à dinâmica do relevo, permitindo a sua representação em 3D.

Conforme o propósito do software utilizado na solução, que é o ensino e a visualização de conceitos geográficos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos, o público-alvo deste software é bastante vasto, incluindo: exposições itinerantes de ciência; estudantes do Ensino Fundamental, Médio e Superior; departamentos universitários de ciências da terra, engenharias, entre outros.

O uso das Interfaces Tangíveis é bastante convidativo na área da educação. Muitos estudantes de ensino superior, médio e fundamental apresentam experiências positivas ao utilizar equipamentos práticos e dinâmicos, isso induz a dizer que o equipamento poderia ser utilizado em sala de aula, para tornar uma aula mais didática e atrativa.

## **2. Materiais e Métodos**

A construção da Sandbox seguiu o manual elaborado por Kawamoto (2016), com algumas adaptações. Como os trabalhos desenvolvidos pela International Organization for Standardization, Augmented Reality Sandbox (2009), e outras referências encontradas em fóruns internacionais que discutem a aplicação desta ferramenta, que forneceram informações para instalação e configuração dos softwares para o funcionamento do projeto, além de algumas adequações à realidade dos equipamentos disponíveis.

A Caixa de Areia em Realidade Aumentada requer para seu funcionamento, os seguintes equipamentos: Um computador com placa gráfica dedicada (offboard), executando Sistema Operacional Linux Mint; Um sensor de profundidade Microsoft Kinect 1.0; O software utilizado pela ARS (Kinect 3D Video Package) é compatível

com os três modelos da primeira geração Kinect (Kinect para a Xbox 1414, 1473 e Kinect para Windows); Um projetor digital de dados com uma interface de vídeo digital, como HDMI, DVI ou DisplayPort; Uma caixa de madeira com areia de forma que seja possível instalar o sensor Kinect e o projetor acima da superfície da areia.

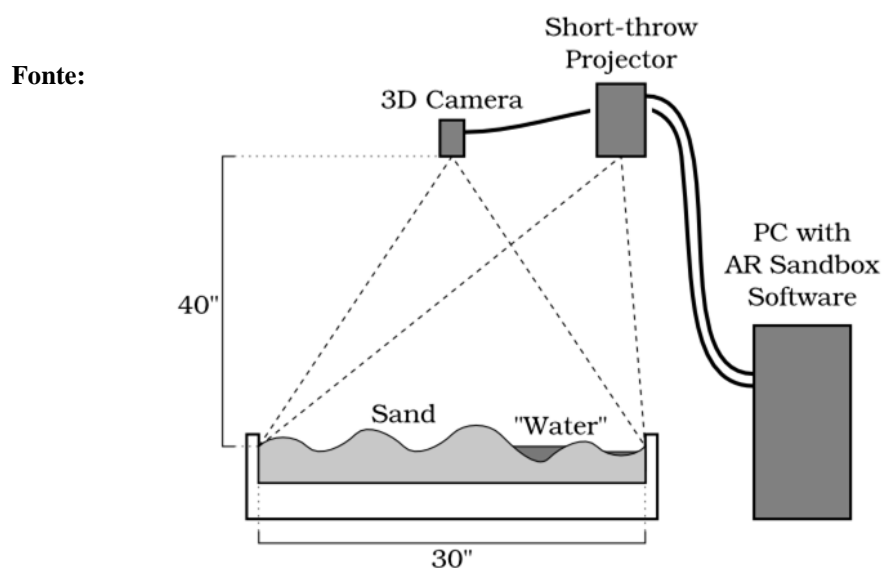
Para executar o software da ARS, recomenda-se utilizar um computador com placa de vídeo offboard como, por exemplo, uma AMD/ATI Radeon ou NVidia GeForce. O processador (CPU) do computador deve ser rápido (Intel Core i5 é suficiente). O sistema não requer grande quantidade de memória RAM, sendo que 2 GB são suficientes para o funcionamento. Quanto ao disco rígido (Hard Disk – HD), 20 GB bastam para a instalação do Sistema Operacional e do software.

Embora existam relatos de execução desse sistema em Sistemas Operacionais MacOS X, os desenvolvedores recomendam utilizar Linux por questões de estabilidade na execução. O sistema operacional Linux Mint, versão MATE de 64-bit. O sistema da ARS possui dois componentes principais: um renderizador do mapa topográfico – que gera as curvas projetadas sobre a superfície da areia, e um componente responsável pela simulação de fluxo de água ou lava vulcânica.

O primeiro componente executa com relativa facilidade em processador e placa de vídeo de desempenho médio (mid-end) e funciona na maioria dos laptops ou PCs disponíveis no mercado. O componente de simulação de água, por sua vez, requer hardware de um alto desempenho (high-end), razão da recomendação de utilizar uma placa de vídeo do tipo offboard como a Nvidia GeForce GTX 970, ou superior, capaz de processar dados gráficos e gerar animações em tempo real.

A caixa utilizada deve ter uma proporção de 4:3, para corresponder tanto ao campo de visão da câmera do Kinect quanto à área de cobertura do projetor. O tamanho da caixa é limitado pelas distâncias mínimas e máximas da câmera Kinect e pela resolução desejada. O ângulo do campo de visão da câmera do sensor Kinect é de cerca de 90°, por isso, o sensor deve ser posicionado o mais alto possível acima da superfície da areia, diretamente acima do centro da caixa (Figura 1).

**Figura 1. Instalação da caixa de areia em relação ao projetor e o Kinect**



<https://arsandbox.ucdavis.edu/instructions/hardware-2/>

A caixa de areia deve ser preenchida com areia a uma profundidade de cerca de 4cm a 10cm. Os desenvolvedores recomendam o uso do produto comercial Sandtastik White Play Sand, que possui excelentes propriedades de projeção. É recomendado manter a areia ligeiramente úmida para facilitar a criação de contornos.

O conjunto projetor e sensor devem ser posicionados acima da superfície da areia, a altura é função da resolução, sendo indicado para o sensor um metro acima da superfície da areia, localizando-o ao centro da caixa, o projetor com resolução de 1024x768 pixels deve ser posicionado a mesma altura, porém junto a lateral da caixa.

Idealmente, o projetor deve ter um comprimento de curta distância e uma proporção dimensional nativa de 4:3 para coincidir com o campo de visão da câmera do sensor Kinect. A resolução de 1024x768 pixels é suficiente, uma vez que a resolução total do sistema é limitada pela câmera do Kinect (640x480 pixels). O projetor ideal é do tipo “projetor de linha central”, para ser montado diretamente ao lado da câmera Kinect. Finalmente, não é recomendado utilizar conexão analógica (VGA) entre o projetor e o computador, pois a qualidade de imagem pode ser degradada, além de introduzir desalinhamento entre a imagem projetada e a superfície de areia.

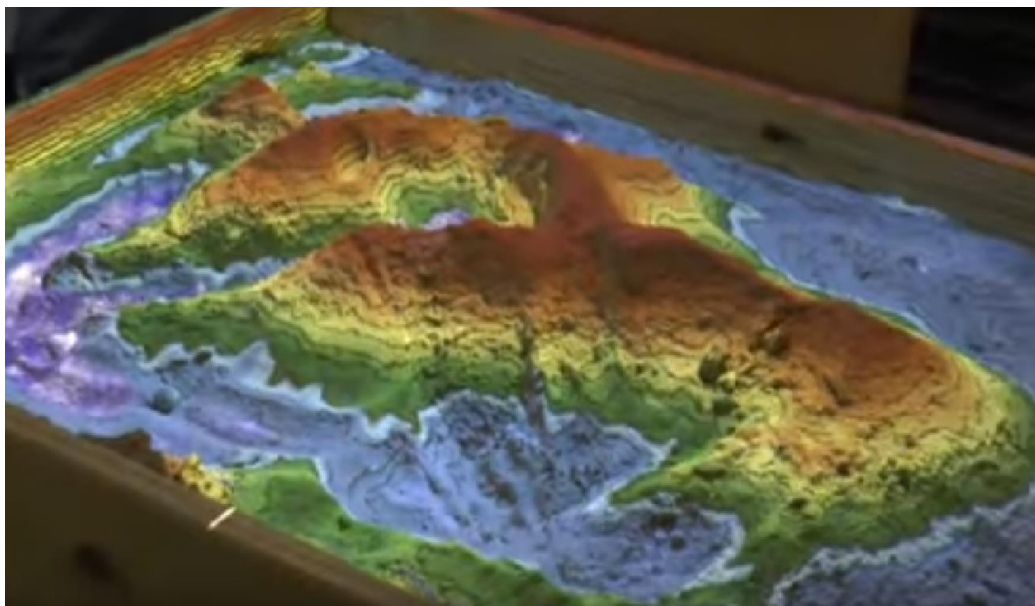
### **3. Resultados e Discussões**

Com a construção e aplicação da caixa de areia de realidade aumentada foi possível discutir e trabalhar várias questões envolvendo a geomorfologia e demais geociências. Além da discussão envolvendo os conteúdos, os próprios alunos puderam interagir com a caixa de areia para criar formas de relevo.

Entre as aplicações que foram desenvolvidas com esta ferramenta, podemos destacar as seguintes.

Foram construídas na areia, diferentes formas de relevo, trabalhando conceitos relacionados com cada forma, sua gênese e evolução. As formas de relevo construídas foram morros, colinas, chapadas, planícies, entre outras (Figura 2).

**Figura 2. Formas de relevo representadas na Caixa de Areia em Realidade Aumentada**



**Fonte:**

**Imagem do vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nGitGaxCSb4>**

Foi trabalhada a relação da rede de drenagem, dos rios, da bacia hidrográfica com o relevo e com o contexto de uso e ocupação, envolvendo temas como poluição, contaminação, enchentes, mata ciliar, entre outros.

Com a criação de formas de relevo, calculamos a declividade e classificamos as formas construídas conforme a relação proposta pela Embrapa, em relevo plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%), escarpado (>75%).

Reproduzimos formas de relevo com declividades que estariam dentro dos limites de uso conforme o Novo Código Florestal (Lei Nº 12.651/2012) estabelece. Esta aplicação envolve temas como vertentes/encostas, uso e ocupação da terra, relação meio ambiente com leis ambientais, deslizamentos, entre outros.

Com a observação de diversas formas de relevo, no tocante a topografia, pôde-se observar as curvas de níveis, efetuamos simulações de situações reais tais como taludes, cortes e aterros, foi possível ainda estudar relações de escala e cálculo de inclinação. Todos estes detalhes, estudados de forma prática, com o estudante interagindo diretamente com o objeto simulado.

Foram levantadas situações sobre a hidrologia, mostrando situações de formação de corpos hídricos, demonstrando por situações práticas os cálculos de vazão, limitação de bacias, explicando definições como talvegues, erosão, exutória, divisores de água, entre outros. Em cursos como o de engenharia civil, estas definições e cálculos teriam seu entendimento facilitado a partir do momento em que a teoria fosse transformada em uma prática, onde os alunos estariam interagindo com uma representação do material de estudo.

Essas e outras utilizações da Sandbox também podem ser encontradas no manual da caixa de areia, Kawamoto (2016).

Além dessas aplicações foi possível trabalhar os diferentes contextos geomorfológicos encontrados no estado de Sergipe, partindo da depressão sertaneja, onde foram representados os maciços cristalinos, as áreas de pedimento, vale e planície fluvial, os *inselbergs* (*Monadnocks*). O Domo de Itabaiana, onde foram demonstradas as serras que compõem as bordas do domo, as rampas de colúvio, áreas de pedimento, a relação entre relevo e estrutura geológica que é tão marcante na região. E também representações da planície costeira, discutindo processos erosivos, de variação da linha de costa, e as fragilidades encontradas em ambientes flúvio-marinhos.

A aplicação da SARndbox atingiu um público de 237 pessoas inscritas no evento, contando com a presença de alunos do ensino fundamental e médio da rede de ensino estadual (Figura 3) e também de alunos do curso de Licenciatura em Geografia, Biologia, Matemática, Física, Química e Letras, assim como da Engenharia Civil e de Sistemas de Informação (Figura 4).

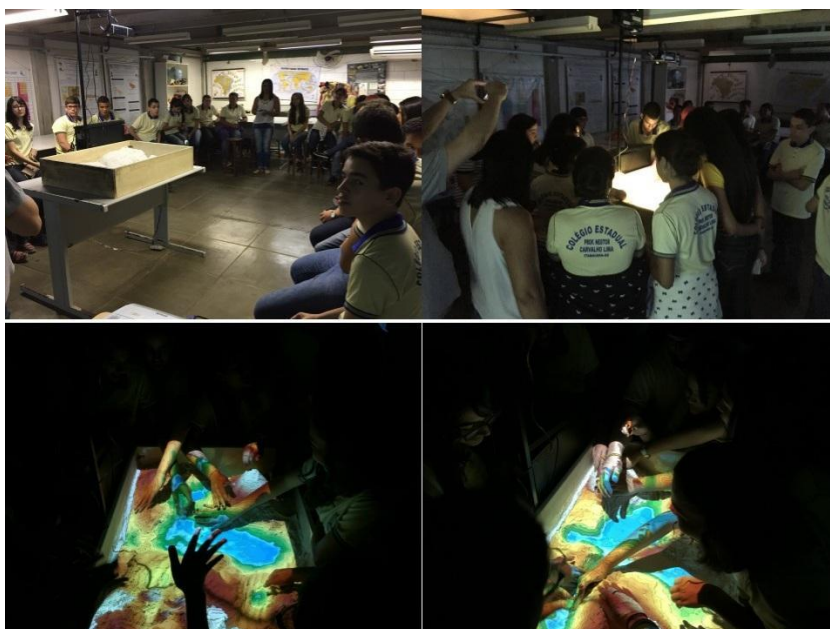
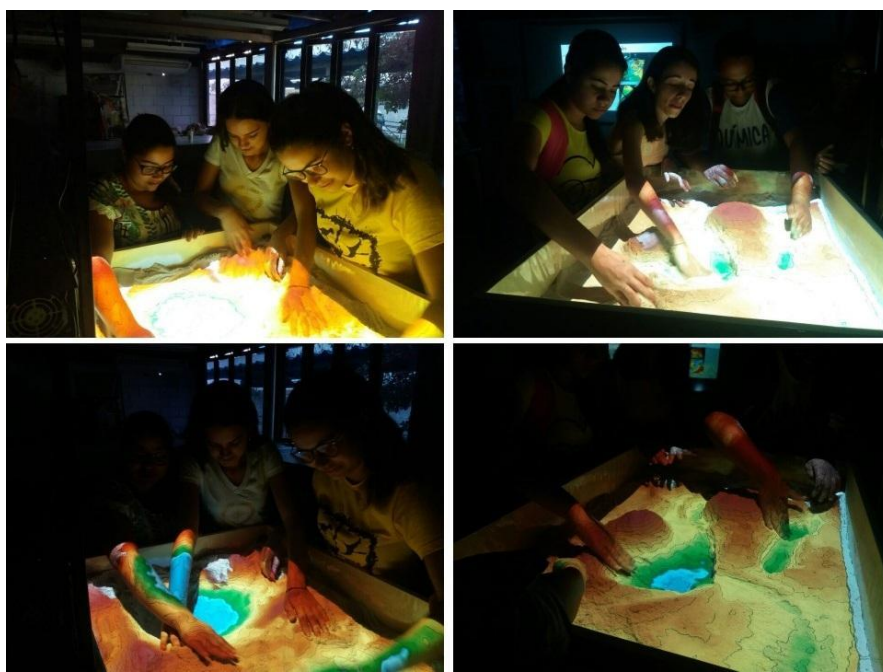


Figura 3. Participação dos alunos da rede estadual de ensino na utilização da Caixa de Areia.



#### **Figura 4. Participação dos alunos dos cursos da UFS na utilização da Caixa de Areia.**

Ao poder entrar em contato com o equipamento, os alunos demonstram um maior interesse em participar das atividades e, além disto, estes exercícios de criação do relevo exigem do aluno o conhecimento verdadeiro das formas geomorfológicas assim como de noções de escala para as representações. Em uma atividade escrita o aluno escreve determinado conceito, mas as vezes não tem domínio do mesmo, o entendimento claro do que aquele conceito representa. Ao criar a forma de relevo em um ambiente 3D o conceito é retirado do puro abstrato e recriado em uma realidade simulada, em outras palavras, quando o estudante sai do ambiente passivo e passa a fazer parte integrante da construção do seu próprio saber, esse desenvolvimento ocorre de forma mais célere e principalmente de maneira sólida.

As possibilidades para os diferentes usos da Sandbox são diversas, dependendo apenas da criatividade e do conhecimento das formas de relevo que serão trabalhadas dentro do entendimento de funcionamento de cada escala representativa. Podendo ser utilizado nas diversas áreas da geociência e das engenharias, sempre de forma prática, porém o ponto mais importante é a interatividade que a ferramenta propicia, o professor passa de fato a ser mediador do conhecimento que o próprio aluno constrói.

Outro ponto bastante positivo é a possibilidade de representar o relevo que faz parte da realidade do aluno, aproximando o discente do objeto de estudo, o estudante neste ponto estuda o ambiente que ele conhece, sem necessidade de abstrair absolutamente nada, o que resulta em melhor aprendizado.

#### **4. Considerações Finais**

A aplicação da Caixa de Areia em Realidade Aumentada mostrou bons resultados enquanto uma metodologia de ensino para as geociências. A possibilidade de utilizar uma ferramenta interativa, onde o próprio aluno pode construir as formas de relevo, e visualiza-las em 3D contribui de maneira ímpar para o ensino dos temas que envolvem a geologia, geomorfologia, pedologia, cartografia, engenharias, entre outras, tanto num caráter próprio destas ciências como em estudos interdisciplinares podendo correlacioná-los com tantos outros temas trabalhados em sala de aula.

Novas tecnologias estão cada vez mais presentes no cotidiano, ferramentas com interface tangíveis estão cada vez mais deixando de ser um conceito e se tornando

realidade e os resultados obtidos com estas ferramentas só fortalecem a ideia de levar ao ambiente escolar, verdadeiros laboratórios, onde o aluno desenvolve seu próprio aprendizado através da aplicação e experimento da teoria por meio da prática, tomando o docente a posição de mediador do conhecimento, instigador do buscar, pesquisar e experimentar.

A Caixa de Areia de Realidade Aumentada (AR Sandbox) é um exemplo de um equipamento com diversas aplicações na docência. Sua utilização simples e agradável, como mostra este artigo, pode trazer mais atenção a esta tecnologia que pode se tornar um dia, parte do nosso cotidiano estudantil, não como ferramenta inovadora, mas como ferramenta indispensável e não apenas nas universidades, mas que os discentes em seus diferentes estágios educacionais possam sempre contar com esta e outras ferramentas que auxiliem no desenvolvimento da educação do indivíduo e da sociedade como um todo.

## Referências

- ALENCAR, C. M.S; FREITAS, B. B. **Informação e Tecnologia na Engenharia Ambiental: práticas em Sistemas de Informações Geográficas**. Fortaleza, CE: Ed. UFC, 2017. 222 p.
- LONGLEY, P. A. et al. *Geographic information systems and science*. 3. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2010. 540p.
- Portal ESRI: <http://training.esri.com/gateway/index.cfm>
- Kreylos, Oliver (2016) “Aug mented Reality Sandbox”, <http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/index.html>
- International Organization for Standardization (2009) “Ergonomics of human system interaction, Part 210: Human-centered design for interactive systems (formerly known as 13407)”, ISO 9241-210:2009, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-1:v1:en>
- Kawamoto, André Luiz Satoshi (2016) “Manual de instalação, configuração e uso da caixa de areia de realidade aumentada (SARndbox)”. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Ciências da Computação e Departamento Acadêmico de Ambiental, Campo Mourão-PR.
- SARndbox UTFPR (2016) “Projeto de Recursos Educacionais abertos - Elaboração de Material de Apoio Didático Utilizando Dispositivo de Baixo Custo para Interfaces Naturais”. Apoio: UTFPR-CM; DIRGRAD; DIREC; DIRPPG, <https://github.com/projetosar/SARndbox/blob/master/manualSarndboxUTFPRCM.pdf>