



SARndbox UTFPR: Análise comparativa das versões Linux e Unity com foco nos visitantes

SARndbox UTFPR: Comparative analysis of Linux and Unity versions with a focus on visitors

Lucas Rodigheri Hirt Matos¹, Maristela Denise Moresco Mezzomo², André Luiz Satoshi Kawamoto³

RESUMO

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que integra informações digitais ao mundo real, com aplicações diversas. A SARndbox, um sistema de RA em caixa de areia, tem sido utilizada em projeto de extensão na UTFPR, campus Campo Mourão e recebe visitantes para interagir e aprofundar conceitos como deslizamentos, inundação, bacia hidrográfica, entre outros. Em um ano de projeto, 645 estudantes de ensino fundamental, médio e superior visitaram a SARndbox. Duas versões da caixa estão instaladas, uma em Linux e uma em Unity. Tendo em vista a aplicabilidade da caixa, foram comparadas as duas versões com o objetivo de examinar as funcionalidades, uma vez que, há muitas possibilidades de uso. Ambas as versões podem ser aplicadas para conceitos geomorfológicos, para tanto, a Unity abrange aspectos da climatologia, geologia e simulação de incêndios. A Unity se destacou em termos de interface intuitiva e variedade de simulações, sendo mais interessante para o público do ensino médio e superior por aprofundar conceitos. A Linux chama mais atenção para o público infantil devido a função de simulação de chuva, ausente na Unity. A escolha das versões dependerá do perfil dos visitantes, mas ambas tem sido valiosa para melhorar a compreensão de conceitos.

PALAVRAS-CHAVE: Educação ambiental. Linux. Realidade Aumentada. Unity.

ABSTRACT

Augmented Reality (AR) is a technology that integrates digital information into the real world, with diverse applications. SARndbox, a sandbox AR system, has been used in an extension project at UTFPR, Campo Mourão campus and welcomes visitors to interact and delve deeper into concepts such as landslides, flooding, river basins, among others. In one year of the project, 645 elementary, secondary and higher education students visited SARndbox. Two versions of the box are installed, one in Linux and one in Unity. Considering the applicability of the box, the two versions were compared with the aim of examining the functionalities, since there are many possibilities for use. Both versions can be applied to geomorphological concepts, therefore, Unity covers aspects of climatology, geology and fire simulation. Unity stood out in terms of its intuitive interface and variety of simulations, being more interesting for high school and higher education audiences as it deepens concepts. Linux draws more attention to children due to the rain simulation function, which is absent in Unity. The choice of versions will depend on the profile of the visitors, but both have been valuable in improving the understanding of concepts.

KEYWORDS: Environmental education. Linux. Augmented Reality. Unity.

¹ Bolsista da Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: lucasrodigheri@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 2833508996639234.

² Docente no Curso de Engenharia Ambiental/Departamento Acadêmico de Ambiental/Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: mezzomo@utfpr.edu.br. ID Lattes: 7363411208573602.

³ Docente no Curso de Ciência da Computação/Departamento Acadêmico de Computação. Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil. E-mail: kawamoto@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8230551395300039.



INTRODUÇÃO

A Realidade Aumentada (RA) é uma tecnologia que sobreposiciona informações digitais (como imagens, vídeos, sons) ao mundo real, em tempo real. Na educação, a RA tem sido utilizada como uma ferramenta eficaz para melhorar o engajamento dos alunos e tornar a aprendizagem mais interativa e significativa. Estudos mostram que a RA pode facilitar a compreensão de temas complexos, estimular a interação entre os alunos e proporcionar uma experiência de aprendizagem imersiva (Lopes *et al.*, 2019).

A SARndbox é um sistema de realidade aumentada em caixa de areia. Este produto consiste em um sistema completo, que inclui um computador, um projetor, um sensor de profundidade e uma caixa com material manipulável, como areia. O nome "SARndbox" destaca as siglas SAR em maiúsculas, que representam "*Augmented Reality Sandbox*" preservando assim o nome do projeto original desenvolvido pelo professor e pesquisador Oliver Kreylos que faz parte do Departamento de Ciência da Computação da Universidade da Califórnia, Davis (UC Davis) (Reed *et al.*, 2014).

Na UTFPR, existe uma SARndbox desde 2015, instalada no campus Campo Mourão, sendo denominada Projeto SARndbox UTFPR. Este projeto tem como propósito, difundir conceitos essenciais da área de Ciências da Terra e promover a educação ambiental, sensibilizando o público a aprofundar a compreensão de conceitos como formas de relevo, bacia hidrográfica, dinâmica das águas superficiais, deslizamentos de terra, entre outros. Por meio da visualização tridimensional imersiva, os usuários podem explorar de forma envolvente os fenômenos que ocorrem em bacias hidrográficas e estudos da paisagem. De agosto de 2022 a setembro de 2023, o projeto recebeu a visita de 645 estudantes de ensino fundamental, médio e superior, de Campo Mourão e cidades vizinhas.

A primeira versão da SARndbox usada no projeto foi no Linux e, em 2023, uma nova configuração da SARndbox foi instalada, agora para a versão Unity. Esta versão foi, originalmente, desenvolvida na plataforma Unity e totalmente reescrita pelo laboratório SensiLab em colaboração com a Universidade de Monash em Melbourne, na Austrália.

A versão Unity possibilita outras aplicações que até então não poderiam ser feitas na versão Linux e por isso, entende-se que o interesse do usuário possa ser ampliado.

Diante disso, o objetivo deste trabalho, foi desenvolver uma análise comparativa entre as duas versões (Linux e Unity), para estabelecer aspectos orientadores que possam ampliar o interesse dos visitantes, bem como para os professores que trabalham com temas ambientais e visitam o projeto.

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise comparativa foi desenvolvida tendo como base o manuseio das duas versões da SARndbox. Ambas as versões foram abertas e exploradas manualmente, visualizando suas ferramentas e finalidade de uso. Também foram consideradas as experiências verificadas na interação dos usuários ao longo das visitas recebidas pelo projeto, suas dúvidas e comentários. Assim, foram definidos os seguintes aspectos comparativos: estrutura, sistema operacional, versão de *Kinect* e funcionalidades, sendo estas informações organizadas em forma de quadro.

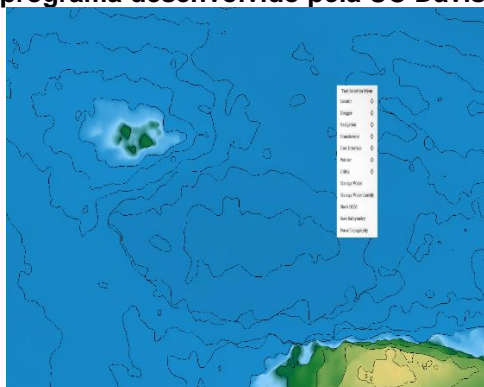
A interface do sistema Linux (Figura 1) é simples. Ao iniciar o programa, ele imediatamente executa a projeção completa. Caso o usuário queira realizar configurações,



como ajustar a velocidade do escoamento ou a quantidade de água, é necessário configurar teclas de atalho para cada comando desejado.

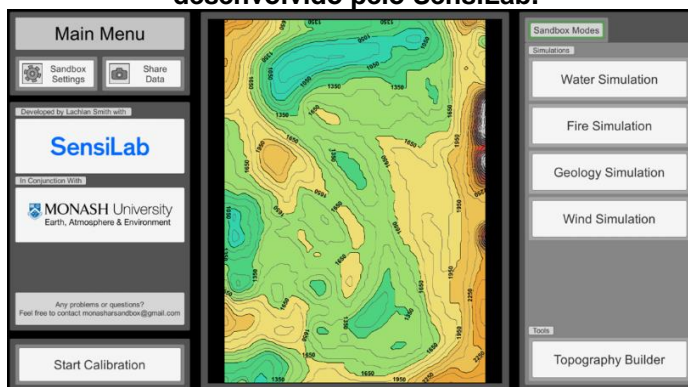
Por outro lado, o sistema Unity (Figura 2) apresenta uma interface mais elaborada. O programa é iniciado com uma interface projetada para ser facilmente manuseada pelos usuários. A plataforma dispõe de botões que oferecem uma variedade de opções, incluindo calibração, configuração da caixa, simulação de água, incêndio, geologia, ventos e topografia. Além disso, é possível, se desejado, capturar imagens da simulação diretamente pelo próprio programa.

Figura 1 – Interface versão Linux do programa desenvolvido pela UC Davis.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 2 – Interface versão Unity do programa desenvolvido pelo SensiLab.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A SARndbox possui configurações de software específicas, conforme recomendado pelos desenvolvedores. No Quadro 1, é possível observar os requisitos operacionais exigidos para as versões Linux e Unity. A estrutura necessária permanece a mesma, preservando a essência original da SARndbox. A principal diferença está no sistema operacional e no uso do *Kinect*, sendo necessária tecnologia mais avançada para executar a versão Unity.

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

	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 GNU/Linux; Projetor digital de dados com uma interface de vídeo digital, como HDMI, DVI ou DisplayPort.
KINECT	Sensor de profundidade Microsoft <i>Kinect</i> 1.0.	Sensor de profundidade Microsoft <i>Kinect</i> versão 2.



FUNCIONALIDADES	CURVAS DE NÍVEL	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 <i>Kinect</i> , 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.
	OUTRAS	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. Simulador de Topografia, que mantém a formação original do relevo, permitindo verificar as alterações promovidas. 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.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em relação às funcionalidades, ambas as versões proporcionam uma interface que permite a interação humana com a representação. Isso fica evidente ao analisarmos as funcionalidades descritas no Quadro 1. No entanto, uma diferença notável é que o sistema Linux oferece uma interação que permite que o usuário simule chuva ao passar a mão sobre a caixa. O sensor de profundidade detecta o movimento da mão e projeta água sobre a área afetada, criando uma simulação de nuvem. Diferente no sistema Unity, em que a simulação de água necessita ser feita pelo mouse.

A versão Unity se sobressai em termos de aplicabilidade, proporcionando uma interface intuitiva, fácil de usar e configurar, mesmo para usuários menos experientes. Além disso, oferece uma ampla gama de simulações conforme detalhadas na Tabela 1, todas direcionadas a questões ambientais, permitindo uma cobertura mais abrangente do tema. Em contrapartida, a versão Linux oferece simulações mais limitadas e requer um nível mais avançado de conhecimento técnico para configuração e execução, envolvendo programação detalhada conforme demonstrado no manual de Mezzomo *et al.* (2020).

A diferença na calibração entre ambas as versões é bem evidente. Enquanto a versão Linux demanda um processo mais detalhado e demorado, que requer a execução de códigos pelo Prompt de Comando do computador e a realização de diferentes tipos de calibrações, muitas vezes de difícil compreensão para usuários inexperientes, a versão Unity oferece um sistema de calibração mais avançado, facilitado e intuitivo. Neste caso, a calibração é realizada através de alguns botões de ajuste na interface do programa, permitindo uma experiência fluida e descomplicada ao configurar o software.

O sistema Linux e o Unity ensinam conceitos geográficos, geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e topográficos. A diferença entre eles é que o Unity também



abrange conceitos climatológicos e de incêndios em flora. Isso torna possível o ensino da interpretação de mapas topográficos, da compreensão de bacias hidrográficas e do comportamento da água da chuva e das correntes de vento em diferentes relevos. Além disso, o sistema permite a exploração de questões ambientais, como a formação de inundações e voçorocas, bem como o rompimento de barragens, a construção em áreas de encosta e a análise topográfica de diferentes tipos de relevo.

A avaliação das duas versões da SARndbox revelou aspectos significativos relacionados à sua eficácia no contexto educacional. A versão baseada em Linux oferece uma experiência envolvente para estudantes do ensino fundamental I, permitindo a simulação de chuva com as mãos, o que pode ser valioso para compreender a dinâmica das águas superficiais. No entanto, em termos de acessibilidade e recursos avançados, a versão Unity se destaca.

A versão Unity proporciona uma interface mais intuitiva e possui um potencial considerável para o desenvolvimento de novas funcionalidades e simulações. Isso permite a personalização das aulas de acordo com as necessidades específicas de cada disciplina e público-alvo, o que promove a inovação na educação. Além disso, a versão Unity é particularmente interessante para estudantes de níveis mais avançados, como ensino médio e superior, oferecendo ferramentas avançadas para aprofundar conceitos em áreas como geologia, simulação de incêndio e circulação atmosférica.

CONCLUSÃO

Em resumo, as versões da SARndbox, tanto a baseada em Linux quanto a versão Unity, desempenham um papel importante no cenário educacional. Ambas são eficientes e intuitivas, permitindo uma interação atrativa e acessível para uma ampla gama de públicos, desde estudantes do ensino fundamental até alunos de graduação. A escolha entre as duas versões dependerá do público-alvo e do foco da visita educacional, com a versão Linux sendo mais adequada para estudantes mais jovens e a versão Unity sendo preferível para estudantes de níveis mais avançados. Em última análise, ambas as versões continuam sendo valiosas ferramentas para promover o engajamento dos alunos e explorar conceitos complexos no processo de ensino e aprendizagem.

Agradecimentos

À Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná pela concessão de bolsa de extensão ao primeiro autor.

Disponibilidade de código

Os códigos da SARndbox para Linux e Unity estão na página do GitHub do Projeto SARndbox UTFPR-CM, disponível em: <<https://github.com/projetosar>>.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.



REFERÊNCIAS

LOPES, L. M. D. *et al.* INOVAÇÕES EDUCACIONAIS COM O USO DA REALIDADE AUMENTADA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. **Educação Em Revista**, 35, e197403, 2019.

MATOS, L. R. H. *et al.* Caixa de Areia de Realidade Aumentada – SARndbox. Tutorial Versão Unity. Campo Mourão, Brasil, 2023.

MEZZOMO, M. D. M *et al.* Manual de instalação, configuração e uso da caixa de areia de realidade aumentada (SARndbox): versão atualizada. Campo Mourão: **Nova História Assessoria e Gestão Cultural**, 2020.

REED, S. E. *et al.* Shaping watersheds exhibit: An interactive, augmented reality sandbox for advancing earth science education. In: **AGU Fall Meeting Abstracts**. 2014.