

Caixa de areia interativa: um jogo em realidade aumentada em dispositivo móvel sobre a água

Mauricio Capobianco Lopes¹, Dalton Solano dos Reis², João Paulo Serodio Gonçalves², Alex Serodio Gonçalves²

¹ Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática
Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Rua Antonio da Veiga, 140 – CEP
89.030-903 – Blumenau, SC – Brasil

² Departamento de Sistemas e Computação
Universidade Regional de Blumenau (FURB) – Blumenau, SC – Brasil
mclopes@furb.br, dalton@furb.br, jpsgoncalves.jpsg@gmail.com,
alequis01@gmail.com

Abstract. *Awareness about the management of water resources is highlighted as an important element of training in Basic Education. Since 2015, water-box project uses an interactive sandbox to deal with environmental issues, especially water. Thus, this article presents one of the modules of the research that is an augmented reality game and an e-book using IUT in mobile devices to deal with water issues. The project was applied with children from the 6th grade year of Basic Education in which it was possible to perceive the potential of the project based on the evaluation of the teachers and on the enthusiasm and involvement of the children with the game, more specifically due to the use of augmented reality.*

Resumo. *A conscientização sobre a gestão dos recursos hídricos é destacada como um importante elemento de formação na Educação Básica. Desde 2015, o projeto caixa-água usa uma caixa de areia interativa para tratar de questões do meio ambiente, em especial sobre a água. Assim, esse artigo apresenta um dos módulos da pesquisa que é um jogo em realidade aumentada e um e-book usando IUT, ambos em dispositivos móveis, para tratar do tema água. O projeto foi aplicado com crianças do 6º. ano da Educação Básica onde foi possível perceber seu potencial com base nas avaliações dos professores e o entusiasmo e envolvimento das crianças com o jogo, mais especificamente em função do uso de realidade aumentada.*

1. Introdução

No atual quadro de mudanças climáticas, existe a necessidade de implementar políticas públicas para prevenção e mitigação de riscos naturais potencializando a resiliência das comunidades a estes eventos [Frank e Pinheiro, 2003], [Frank e Sevegnani, 2009]. Esta realidade é vivenciada na bacia hidrográfica do rio Itajaí, atingida frequentemente por desastres naturais, dentre eles enchentes e movimentos gravitacionais de massa. São fenômenos classificados como naturais, pois são desencadeados pelo elemento natural “Água”, mas que são construídos socialmente em função da ocupação inadequada de determinadas áreas. À medida que o processo de urbanização avança para as áreas mais

periféricas o quadro se agrava, pois pela falta de planejamento de uso e ocupação do solo, as ocupações ocorrem em áreas de encostas mais instáveis e trechos ribeirinhos de drenagens e isto aumenta o número de pessoas em risco e a vulnerabilidade a processos naturais [Maricato, Ogura e Comaru, 2010].

A conscientização sobre a gestão dos recursos hídricos é destacada como um elemento de formação na Educação Básica. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do (PCNS) meio ambiente estabelecem três blocos de conteúdo, dentre eles o denominado “A natureza ‘Cíclica’ da natureza”, sobre o qual pode-se situar a discussão sobre o ciclo hidrológico, ao destacar que “dentre as movimentações das substâncias na natureza, uma das mais importantes do ponto de vista ambiental é a da água.” [Brasil, 1998, p. 208]. Compreendê-la implica apreender conteúdos de distintas áreas, tais como, história, geografia, ciências naturais, matemática e outras, que podem ser abordadas a partir de diferentes óticas, com base em vínculos entre elas e nos fluxos da água seja para o consumo, agricultura, produção industrial, riscos de desastres naturais, dentre outros.

No atual contexto social, o processo educacional de conscientização e de mudança de atitude sobre o uso da água e dos recursos hídricos têm as tecnologias digitais como importante aliada. Cada vez mais elas propiciam abordagens e metodologias interativas e imersivas que propiciam aos estudantes ampliar sua capacidade cognitiva. Uma tecnologia que tem sido usada para gerar ambientes com as características citadas é a Realidade Virtual (RV). A RV permite potencializar e diversificar a produção de material educacional, seja na produção de simuladores e/ou jogos, indo de aplicações que exploram simples representações em 2D até os mais complexos mundos virtuais em 3D ou, ainda, associando representações reais à personagens virtuais (avatars) para transformar espaços virtuais e reais. A RV é uma interface avançada para aplicações computacionais que permite ao usuário a movimentação (navegação) e interação em tempo real, em um ambiente tridimensional virtual, podendo fazer uso de dispositivos multissensoriais, para atuação ou feedback [Tori, Kirner e Siscoto, 2006].

No contexto da RV encontra-se a Realidade Aumentada (RA) que é uma modalidade de interface computacional avançada, buscando alcançar a interação humano-computador de forma mais natural através da mistura, em tempo real, de objetos virtuais tridimensionais gerados por computador com elementos do ambiente físico [Rodrigues, Sato e Botega 2012]. A RA tem por objetivo combinar elementos da RV com o mundo real e criar a sensação que objetos virtuais estão presentes no mundo real [Cawood e Fiala, 2007, p. 1]. A RA é uma variação da RV, ampliando o senso de realidade ao sobrepor objetos virtuais sobre o mundo real [Carmigniani e Furht, 2011, p. 3]. Segundo Cawood e Fiala (2007), “quando objetos virtuais são adicionados em um cenário, eles são conhecidos como visual AR. Por definição, Elementos AR não são visíveis por olho nu, então visual AR depende de um tipo de Display. Conforme Carmigniani e Furht, (2011, p. 5, tradução nossa), “[...] com os novos avanços da tecnologia, uma quantidade crescente de sistemas de RA e aplicação são produzidas [...]”. Para um sistema ser considerado em Realidade Aumentada, é necessário que possa combinar elementos reais e virtuais em um ambiente real, funcionar de forma interativa e em tempo real e registrar e alinhar objetos reais e virtuais uns com os outros [Zandomenighi, 2014, p. 268].

Entre os vários usos para a RV, encontra-se a Interface de Usuário Tangível (IUT), também chamada de interface “palpável”. Com esta interface é possível manipular objetos do mundo real e obter resposta no mundo virtual, tornando possível misturar o virtual e o real com um resultado mais natural [Jacko, 2012, p. 468-469]. A IUT inovou o conceito de interação entre o usuário e o computador, permitindo manipular seu ambiente físico e interagir com o mundo digital. Como Jacko (2012, p. 466, tradução nossa) explica, “A ideia chave da interface tangível é dar forma física para a informação digital. Essa forma física serve tanto para suas ligações digitais interligadas e associações”.

Shaer e Hornecker (2010, p. 13-16) apresentam quatro mecânicas de interação com o usuário. A primeira é a Realidade Aumentada Tangível que combina a entrada palpável com a saída em realidade virtual, utilizando objetos virtuais encaixados em objetos físicos, os quais o usuário pode manipular utilizando marcadores. A segunda é a Interação TableTop Tangível, que utiliza como entrada objetos que podem ser lidos a partir de chips ou de câmeras e a saída pode ser exibida em projetores ou monitores. A terceira é conhecida como Ambient Display onde a saída da informação pode ser mostrada em um elemento do Ambiente, como paredes e chão. A quarta é conhecida com Embodied User Interface na qual a interação manual com o objeto faz com que o mesmo fique incorporado à própria interface virtual.

A Realidade Aumentada tem sido utilizada no desenvolvimento de sistemas educacionais como forma de ampliar os métodos de ensino e as possibilidades de aprendizagem das crianças [Cavalcante et al., 2016] e também como forma de inserir as crianças em um meio tecnológico atual e apropriado para a aprendizagem [Gotardo et al., 2013]. Entretanto, este ainda é um campo com muitas possibilidades de crescimento, conforme aponta o estudo de revisão sistemática sobre uso de jogos digitais na educação utilizando Realidade Aumentada, conduzido por Oliveira e Mustaro (2014).

Em 2015, o grupo de pesquisas Tecnologias de Desenvolvimento de Sistemas Aplicados à Educação do Departamento de Sistemas e Computação e o grupo de pesquisa Gestão de Ambientes Naturais e Construídos em Bacias Hidrográficas vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da FURB propuseram, em um edital conjunto da Agência Nacional de Águas (ANA) e CAPES, um projeto para a produção de um material educacional para a compreensão sobre os recursos hídricos utilizando Realidade Aumentada (RA). A proposta do projeto é permitir aos estudantes da Educação Básica a construção de seu conhecimento com base em abordagens que juntam o concreto com o virtual, recursos digitais modernos e de baixo custo e o lúdico com a preocupação em ensinar e aprender. O referido projeto propôs a construção de uma caixa de areia interativa (Interface de Usuário Tangível) que simula uma parcela de cidade, na qual se destacam diferentes características naturais e sociais que compõem a paisagem, com destaque para os recursos hídricos. O material educacional desenvolvido foi composto por um livro eletrônico, com textos e vídeos, que guia o professor na realização das atividades com os estudantes e um software de realidade virtual e aumentada para simulação da bacia hidrográfica. Os detalhes sobre o projeto estão disponíveis em caixae-agua.blogspot.com.br. O e-book proposto foi desenvolvido tendo também a RA como suporte e será apresentado a seguir.

O projeto também contou com um jogo como um elemento lúdico. A ludificação trata da utilização de elementos dos jogos (mecânicas, estratégias ou pensamentos) com o objetivo de auxiliar o processo de aprendizagem [Fardo, 2013]. O uso dessa abordagem ocorre sobretudo pela aprendizagem baseada em experiências proporcionadas pelos jogos, que permite o desenvolvimento de habilidades, valores e atitudes que fomentam a resiliência e mantêm o bem-estar dos participantes [Hromek e Roffey, 2009]. Os participantes constroem e reconstróem seus conhecimentos respondendo a oportunidades e demandas situacionais [Lainema, 2009]. Os jogos também permitem aos participantes experimentarem o fluxo [Csikszentmihalyy, 1999], o que é um fator positivo para a aprendizagem [Kiili, 2005]. O fluxo descreve um estado de completa imersão e engajamento em uma atividade, proporcionando um estado psicológico em que o participante fica completamente envolvido com a atividade sem que nada mais importe [Csikszentmihalyy, 1999].

Estes elementos surgem como questões incorporadas ao material educacional proposto no projeto da caixa de areia interativa. O objetivo do artigo é apresentar o módulo de jogo no projeto de caixa de areia interativa e o e-book, ambos em módulo de realidade aumentada em dispositivos móveis, combinando elementos de Interação TableTop e Ambient Display. Destaca-se que o presente artigo está inserido no contexto de um projeto mais amplo, desenvolvido por equipe multidisciplinar com professores que possuem formação em distintas áreas do conhecimento. O projeto prevê também o envolvimento de escolas, professores e alunos do PIBID/FURB e conta com o apoio do Comitê do Itajaí na articulação estabelecida com a Defesa Civil municipal através do programa Defesa Civil na Escola.

2. Jogo sobre Água em Realidade Aumentada

A caixa de areia interativa é um projeto construído com base no material proposto pela Universidade Davis na Califórnia (<https://arsandbox.ucdavis.edu/>). Durante o ano de 2015, a universidade dos autores do presente artigo trabalhou em um projeto de customização e implementação de funcionalidades de modo a gerar um material educacional para o sexto ano do Ensino Fundamental da Educação Básica. Além do software customizado, foi produzido um livro eletrônico (e-book) para orientar a montagem física da caixa de areia, e a instalação do software e auxiliar o professor na realização das atividades com os estudantes. A Figura 1 apresenta uma interação dos estudantes com a caixa e-água.

O material didático da caixa e-água está organizado em cinco aulas. Na primeira aula os estudantes trabalham com conceitos sobre relevo. Na segunda são exploradas questões sobre bacias hidrográficas. Na terceira abordam-se as nascentes no relevo. A quarta aula trata de áreas de preservação permanente e a quinta sobre ocupação humana. Para a terceira e quinta aulas foram criados aplicativos em realidade aumentada que possibilitam a interação dos estudantes com a caixa de areia com base em dispositivos móveis.

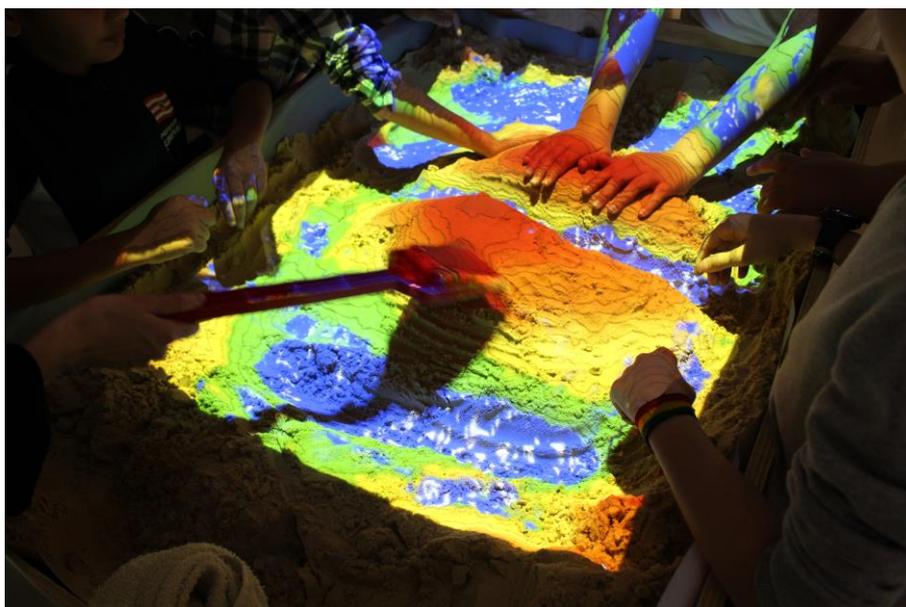


Figura 1 – Caixa de areia caixa e-água

O jogo apresentado neste artigo refere-se à aula três e trata de um quiz com questões configuráveis sobre o tema água. A Figura 2 apresenta a tela principal do jogo, tendo os seguintes botões: “Jogar” para inicia o jogo, “Instruções” para exibir as instruções sobre como o jogo funciona, “Apostila” que leva para a cena onde é possível utilizar o e-book da caixa e-água em realidade aumentada e “Sair” que finaliza o jogo.



Figura 2 – Abertura do jogo

Assim que a cena inicial do jogo é carregada, o usuário deve apontar a câmera do dispositivo móvel para o marcador que se encontra no centro da caixa de areia. Isso fará com que o personagem apareça na tela do dispositivo (Figura 3).

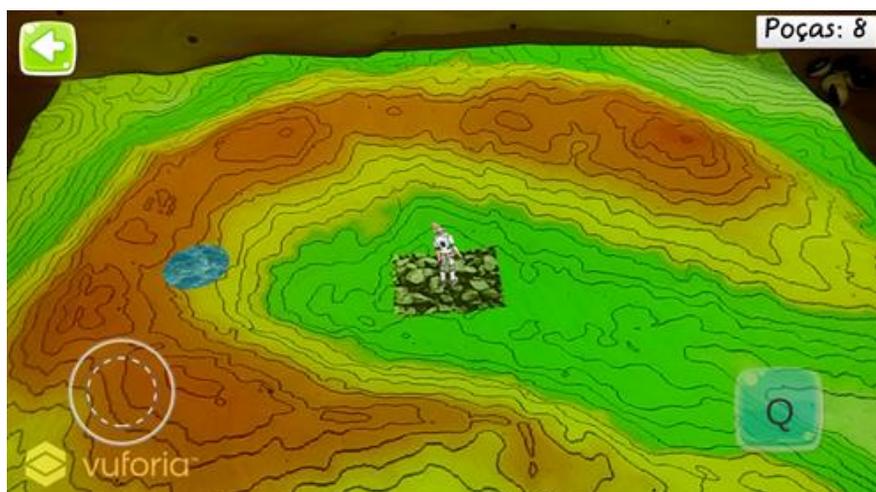


Figura 3 – Ambiente do jogo

Ao identificar o marcador, o jogo carrega o personagem e uma poça de água, para onde o usuário deve levar o personagem. Na Figura 3 é possível observar também: no canto superior direito a quantidade de poças d'água restantes para o usuário percorrer, no canto inferior esquerdo o joystick utilizado para movimentar o personagem, no canto inferior direito o botão de ação, que exibe uma questão quando o personagem estiver sobre uma poça d'água e no canto superior esquerdo um botão que leva ao menu anterior.

A Figura 4 apresenta a imagem da tela de uma questão que é exibida quando o usuário está sobre uma poça d'água e aperta o botão Q. Nesse caso, aparecem a pergunta e quatro opções de respostas. O usuário deve selecionar uma e apertar o botão Q. Se a resposta estiver correta a mesma piscará em verde, caso contrário, piscará em vermelho. Caso a resposta esteja correta, aparece uma nova poça em um local aleatório da caixa de areia.



Figura 4 – Pergunta do jogo

Após todas as questões serem respondidas é exibida uma tela que contabiliza o total de acertos e erros do usuário no jogo.



Figura 5 – Resultado do jogo

A Figura 6 apresenta a interação dos estudantes com o jogo.



Figura 6 – Estudantes interagindo com o jogo na caixa de areia

O jogo está disponível na Play Store com o título “Caixa E-Água Ciclo Hidrológico”. O jogo é utilizado no contexto de um percurso de aprendizagem da aula 3 que implica em produzir uma bacia hidrográfica na caixa de areia, identificar os locais onde é possível existirem nascentes e verificar o percurso das águas a partir das nascentes definidas pelos alunos. Ao interagirem com o jogo, os estudantes demonstraram entusiasmo pois muitos deles nunca tinham vivenciado uma experiência em realidade aumentada. Também foi possível perceber a rapidez com que eles aprenderam a usar a interface do jogo e a facilidade com a qual movimentavam o personagem pelo ambiente do jogo através do dispositivo móvel.

3. O e-book na IUT

O e-book construído ao longo do projeto serve como apoio ao professor em suas práticas pedagógicas. Ele está estruturado de modo que o professor compreenda os objetivos da atividade, saiba montar a caixa de areia fisicamente e instalar os equipamentos e softwares necessários, bem como fazer as atividades com os estudantes, organizadas em cinco aulas.

Assim, para facilitar o acesso e a interação do professor com o texto, a IUT foi construída com base em dois marcadores, um para representar a página esquerda do livro e outro para representar a página direita. Os marcadores foram colados um ao lado do outro. Dessa forma, ao apontar a câmera de seu dispositivo para o marcador, o professor visualiza a página esquerda do e-book sobre o marcador esquerdo e a página direita sobre o marcador direito, simulando o formato de um livro (Figura 7(a)).

Foram utilizados os conceitos de IUT para permitir que o professor avance ou retroceda as páginas do livro, conforme queira. Para avançar uma página ele deve fechar a página da direita sobre a da esquerda e para voltar uma página deve fazer o movimento oposto, fechando a página da esquerda sobre a da direita. Ao fazer esses movimentos o sistema identifica qual marcador foi perdido primeiro. Se o primeiro marcador perdido for o da direita, o e-book avança uma página, caso contrário, retrocede.



Figura 7 – IUT do e-book

O e-book conta com links que remetem o professor a materiais externos, tais como, vídeo aulas, sites, quiz, entre outros. Essa interação pode ser feita sobre a própria IUT, clicando sobre os links que aparecem no dispositivo do professor (Figura 7(b)).

4. Resultados

A caixa de areia foi aplicada com estudantes do sexto ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal participantes do projeto interdisciplinar de Tecnologias Digitais do Programa de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), da cidade de Blumenau (SC) e do projeto Defesa Civil na Escola do mesmo município. Os estudantes da escola municipal participaram três vezes da atividade e os da defesa civil uma vez.

A avaliação efetiva da atividade foi feita pelos professores que acompanharam as turmas considerando a motivação dos estudantes. Na atividade os estudantes foram

divididos em 12 grupos em função do espaço limitado em torno da caixa de areia. Portanto, as respostas analisadas referem-se aos grupos. Foram feitas três perguntas aos professores. Na primeira perguntou-se quanto ao comportamento da turma: 66,7% das respostas foram para entusiasmada, 16,7% calma, 16,7% agitada e 0% dispersa. Portanto, observa-se que a maioria dos estudantes estava envolvido com a atividade. A segunda pergunta questionou se a atividade despertou o interesse dos estudantes: 66,7% responderam bastante e 33,3% responderam muito. Não houve nenhuma resposta para as opções pouco ou muito pouco, reafirmando o potencial de envolvimento dos estudantes na atividade da caixa de areia. Na terceira pergunta, se os alunos interagiram com o mediador, 66,7% respondeu que foi a maioria e 33,3% respondeu nenhum. Não houve resposta para as opções Todos e Poucos. Esta questão reflete certa timidez dos estudantes ao estarem em um espaço diferente da escola e a necessidade de um constante estímulo à participação dos estudantes, por parte dos mediadores.

5. Considerações Finais

Muitos são os desafios e questionamentos sobre o uso das tecnologias para explorar a ludicidade nos processos de ensino e aprendizagem. A Realidade Aumentada apresenta-se com grande potencial em função do barateamento dos dispositivos móveis e da facilidade que as novas gerações têm de compreender e manipular as atividades nele propostas.

Nesse sentido, o presente artigo apresentou uma das contribuições da Realidade Aumentada para o projeto caixa de areia interativa, o qual já foi utilizado por instituições como a Defesa Civil e escolas participantes do PIBID. O uso da Realidade Aumentada em dispositivo móvel possibilitou um experimento prático para observar e discutir a motivação proporcionada pelos novos recursos digitais que estão mais próximos dos interesses das gerações mais jovens e explorou os benefícios em trabalhar com materiais concretos (reais) combinados com objetos virtuais. Destaca-se que, como mencionado anteriormente, a presente proposta está no contexto de um projeto mais amplo desenvolvido por equipe multidisciplinar que trabalha no desenvolvimento de objetos de aprendizagem para uso na educação básica.

4. Referências

- Brasil. (1998). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. “Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente”. Brasília: MEC/SEF, p. 167-242.
- Carmigniani, J. e Furht, B. (2011). “Handbook of Augmented Reality”. Springer.
- Cawood, S., Fiala, M. (2007). “Augmented Reality: A Practical Guide”. Pragmatic Bookshelf.
- Cavalcante, R. S., Fernandes, F. G., Lamounier Júnior, E. A., Cardoso, A. (2016). “Aplicação de realidade aumentada móvel para apoio ao ensino de crianças”. In: *Anais dos Workshops do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016)*. Uberlândia (MG). p. 691-700.
- Csikszentmihalyi, M. (1999) “A descoberta do fluxo: a psicologia do envolvimento na vida cotidiana”. Rio de Janeiro (RJ): Rocco, 1999.

- Fardo, M. L. (2013) “A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem”. *Revista Renote*, v. 11, n. 1, p. 1-9, jul. 2013.
- Frank, B.; Pinheiro, A. (2003) “Enchentes na Bacia do Rio Itajaí: 20 anos de experiências”. Blumenau: Edifurb.
- Frank, B.; Sevegnani, L. (2009) “Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: água, gente e política”. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí.
- Gotardo, R., Groote, J. J., Volpini, N., Stamato, E., Dias, P., Almeida, T., Bueno, A. (2013) “Realidade aumentada aliada aos materiais didáticos na educação básica”. In: *Anais do II Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2013)*. Campinas (SP). p. 240-248.
- Hromek, R.; Roffey, S. (2009) “Promoting social and emotional learning with games: ‘It’s fun and we learn things’”. *Simulation & Gaming*, v. 40, n. 5, p. 626-644.
- Jacko, Julie A. (2012). “Human Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications”, Third Edition.
- Kiili, K. (2005) “Digital game-based learning: towards an experiential gaming model”. *The Internet and Higher Education*, v. 8, n. 1, p. 13024.
- Lainema, T. (2009) “Perspective making: constructivism as a meaning-making structure for simulation gaming”. *Simulation & Gaming*, v. 40, n. 1, p. 48-67.
- Maricato, E.; Ogura, A.; Comaru, F. (2010) “Crise urbana, produção do habitat e doença”. In: SALDIVA, P. et al., *Meio ambiente e saúde*. São Paulo: Instituto Saúde e Sustentabilidade.
- Oliveira, C. S., Mustaro, P. N. (2014) “Revisão sistemática sobre jogos digitais que utilizam realidade aumentada no contexto educacional brasileiro”. In: *Anais do III Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. Dourados (MS). p. 515-523.
- Rodrigues, F., Sato, F., Botega, L. (2012). “Integrando Interface Tangível com Técnicas de Realidade Aumentada para Ampliar a Experiência Interativa do Usuário”. *Proceedings of the SIBGRAPI 2012*.
- Shaer, O., Hornecker, E. (2010). “Tangible User Interfaces”. Now Publishers Inc.
- Tori, Romero; Kirner, Claudio; Siscouto, Robson. (2006). “Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada”. Porto Alegre: SBC.
- Zandomeneghi, Ana L. A. O. et al. (2014). “Conceitos e Práticas em Ambiente Virtual de Aprendizagem Inclusivo”. São Paulo: Pimenta Cultural.