Unisanta Science and Technology, **2017, 18, December**
Published Online 2017 Vol.6 N°2 http://periodicos.unisanta.br/index.php/sat)

UNISANTA
Science and Technology
ISSN 2317-1316

Fundamentos de Realidade Aumentada

[1]Pedro de França Pereira, [2]Pedro Guerra Lourenço e [3]Marcelo Pereira Bergamaschi

[1 2 3]**IFSP**- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Rua Maria Cristina, 50 - Jardim Casqueiro – Cubatão/SP

[1]pedro.fp@hotmail.com, [2]pedroguerralourenco@gmail.com, [3]berga@ifsp.edu.br
Received September, 2017

Resumo: Neste documento será abordado os fundamentos e conceitos relacionados a Realidade Aumentada (RA), A RA surgiu a muitos anos e desde lá está em grande crescimento, evoluindo de uma tecnologia de laboratório para algo que hoje está cada vez mais presente na vida de todos sendo utilizada pelas mais diversas áreas, desde uso militar até ferramentas de entretenimento para o público geral, ela ainda tem uma gama enorme de possibilidades onde pode ser desenvolvida. O presente artigo introduzirá o leitor a uma vasta quantidade de conteúdo, desde a história e evolução até as tecnologias e conceitos que sustentam a RA atualmente, exibindo também as diferenças em relação a Realidade Virtual e alguns projetos onde a mesma é utilizada.

Palavras Chave: Realidade Aumentada, Realidade Virtual, 3D.

Fundamentals of Augmented Reality

Abstract: In this document, fundaments and concepts related to augmented reality (AR) will be addressed. The AR has emerged many years ago and, since then, it has been growing, evolving from a lab technology and turning into something more and more present in everyone's lives every day. It is being used in a broad variety of areas, from military gadgets to entertainment tools. The AR shows an enormous range of possibilities for its development. This article will introduce the reader to a vast quantity of information, which covers topics that go from the history and evolution of AR to technologies and concepts that maintain the AR nowadays, also exhibiting the differences between Virtual Reality and AR, showing, additionally, some projects where the latter is used.

Key words: Augmented Reality, Virtual Reality, 3D.

1. Introdução

O presente artigo descreve os princípios e fundamentos de Realidade Aumentada (RA), apresentando desde seu surgimento, aplicação, definição e conceitos que a fundamentam.

A RA é uma tecnologia que possibilita os objetos do mundo virtual serem "Colocados" no mundo real, esse processo ocorre por meio de softwares que tem a função de combinar o mundo virtual ao real.

Um importante ponto a ser apresentado é a diferenciação entre a realidade Aumentada (RA) e Realidade virtual (RV). A realidade aumentada, a realidade virtual e suas variações representam ferramentas de imersão do usuário em ambientes tridimensionais (totalmente ou parcialmente) virtuais através da computação gráfica. Em ambos os casos é possível obter uma experiência multissensorial, interagindo com o ambiente através do tato, audição, visão e até olfato e paladar. O principal fator que distingue a realidade aumentada da realidade virtual é o nível de imersão: a realidade aumentada permite que o usuário presencie o mundo real coexistindo com objetos virtuais, enquanto a realidade virtual simula todo o ambiente sinteticamente, não permitindo o usuário enxergar o mundo real [KIRNER, 2009] [RIBEIRO; ZORZAL, 2001] [SILVA; OLIVEIRA; GIRALDI] [STOBING, 2016].

Copyright © 2017 ISESC.

2. Realidade Aumentada

A realidade aumentada permite a melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais gerados por computador [Insley, 2003], enriquecendo a experiência do usuário e tornando-a mais interativa.

A realidade aumentada apresenta uma abundância de definições, entre elas tem-se a definição proposta por Paul Milgram e Fumio Kishino [1994]. Eles definiram a realidade aumentada como uma parte da realidade mista (ou misturada), que seria um espaço que se expande do mundo real para o mundo virtual. Nessa classificação, a realidade aumentada está mais próxima do mundo real e a realidade virtual mais próxima do mundo virtual, porém essa definição tinha alguns problemas – segundo os próprios autores – e seria aprimorada futuramente.

Três anos depois, Ronald Azuma [1997] escreveu um importante artigo sobre realidade aumentada (de nome *A Survey Of Augmented Reality*) e definiu mais claramente a tecnologia. Segundo ele, a realidade aumentada é uma variação dos ambientes virtuais ou realidade virtual (RV), como é comumente chamado. As tecnologias de RV imergem o usuário em um ambiente completamente sintético, enquanto as tecnologias de RA misturam informações virtuais ao mundo real, aprimorando-o. Azuma, para evitar a limitação da RA à certas tecnologias, definiu que qualquer sistema, para ser considerado de realidade aumentada, deve apresentar três aspectos:

1. Combinação entre mundo real e virtual;
2. Interação em tempo real;
3. Registro em três dimensões (3D).

2.1 Surgimento e evolução da Realidade Aumentada

Apesar da realidade aumentada e da realidade virtual só terem se consolidado por volta da década de 1990, suas origens vêm da década de 1950. Além disso, as bases das tecnologias de realidade aumentada (RA) provêm das tecnologias de realidade virtual (RV), portanto para entender o surgimento da realidade aumentada é necessário analisar a história da realidade virtual, pois suas histórias se fundem e se complementam.

Abaixo estão descritos fatos marcantes que tratam do surgimento e da evolução da realidade aumentada [MAZURYK; GERVAUTZ] [RIBEIRO; ZORZAL, 2001]:

Na década de 1950, um diretor de cinema americano chamado Morton Heilig começou a realizar as primeiras experiências virtuais multissensoriais, chegando a lançar, em 1956, um simulador de passeio de motocicleta sob o nome de *Sensorama*, que era capaz de interagir com o usuário através de diversos sentidos e procurava criar uma ilusão da realidade através do uso de imagens tridimensionais previamente gravadas (e então projetadas) e estímulos de outros sentidos através de sons, vibrações, vento e até cheiro [TURI, 2014].

Em 1981, surge o primeiro projeto de realidade aumentada propriamente dito, o simulador *Super Cockpit*, desenvolvido pela Força Aérea Americana para treinamento militar. Tratava-se de um capacete que apresentava (ao piloto) informações do avião em que ele se encontrava, virtualmente e em tempo real, através de visão ótica direta (conceito que será abordados posteriormente nesse artigo)

Em 1990, um pesquisar chamado Thomas Caudell criou oficialmente o termo "Realidade Aumentada" para descrever um projeto que ele e seu colega David Mizell desenvolveram. Esse projeto era uma alternativa para diminuir gastos e orientar a montagem de equipamentos elétricos de aeronaves da Boeing. Eles desenvolveram um HMD (Head-Mounted-Display) que projetava no ambiente as instruções necessárias para a montagem dos equipamentos de cada tipo de avião, sendo capaz de defini-las e alterá-las através de um sistema de computadores [RAUTERBERG, 2002].

Em 2000, com a criação do *ARToolKit* (demonstrado pela primeira vez na SIGGRAPH), foi visto pela primeira vez um sistema funcional de realidade aumentada fora dos laboratórios de pesquisa, assim anunciando a criação da indústria de realidade aumentada.



Figura 1. Logo atual da ARToolKit (2017)

Fonte: https://artoolkit.org/

Desde então o campo da realidade aumentada não para de crescer; de acordo com a *Digi-Capital* [2016], de julho de 2015 a julho de 2016 os investimentos no setor de realidade aumentada/realidade virtual bateram recorde, atingindo a marca de 2 bilhões de dólares em investimentos, um grande aumento se comparado aos investimentos de 2015, que ficaram na casa dos 700 milhões de dólares.

2.2 Tipos de sistemas de exibição de RA.

Podemos classificar os sistemas de realidade aumentada conforme a maneira que o usuário vê o mundo real misturado a objetos virtuais (visão direta ou indireta). Ainda há um complemento a essa classificação: para os dispositivos de visão direta classifica-se conforme a tecnologia utilizada para exibir o ambiente misturado

Copyright © 2017 ISESC

(displays óticos ou por vídeo); e para os sistemas de visão indireta classifica-se de acordo com a forma que é exibido o ambiente real misturado a objetos virtuais (baseado em monitor ou projeção) [KIRNER; TORI, 2006].

Explicando a primeira classificação citada, a visão direta (considerada imersiva): é quando o usuário aponta os olhos diretamente para as posições reais da cena ("a olho nu") e então as informações virtuais são projetadas nos olhos do usuário ou em lentes oculares, misturando o mundo virtual e o real e apresentando-o ao usuário no próprio cenário real ou em um vídeo.

A visão indireta (considerada não imersiva) funciona através um monitor, que capta a imagem através de uma câmera ou *webcam*. Após a imagem ser capturada, ela passa por um software que analisa a imagem recebida e faz a adição de elementos virtuais na imagem do mundo real, formando uma imagem final que consiste de elementos virtuais acrescidos ao mundo real, esta imagem então é exibida em um monitor. Este processo pode ser melhor visualizado na Figura 2.

O sistema de monitor é amplamente utilizando em aplicações *mobile*, onde a *webcam* é a câmera do telefone e o monitor é o *display* do próprio aparelho.

Em suma, nas palavras de Kirner [2006]:

> "[...] Na visão direta, as imagens do mundo real podem ser vistas a olho nu ou trazidas, através de vídeo, enquanto os objetos virtuais gerados por computador podem ser projetados nos olhos, misturados ao vídeo do mundo real ou projetados no cenário real. Na visão indireta, as imagens do mundo real e do mundo virtual são misturadas em vídeo e mostradas ao usuário [KIRNER, 2006, p. 11]".

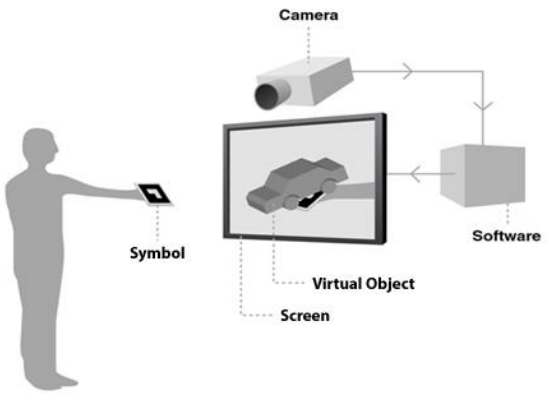

Figura 1. Esquema de utilização de realidade aumentada por monitor com a utilização de marcador.

Fonte:
http://senai-educationaltechnologies.blogspot.in/2012/04/using-augmented-reality-ar.html.

Em ambos os sistemas de visualização da RA o fator oclusão é extremamente importante, ou seja, quando é colocado um objeto entre a câmera e o objeto virtual , o objeto virtual é sobreposto, a oclusão torna os sistemas de RA muito mais realistas.

2.2.1 Displays de Visualização Indireta.

2.2.1.1 Head-Up Displays (HUDs)

Os *HUDs* (do inglês, *Head-Up Displays*) são displays fixos; *Head-Up* significa que o usuário não necessita desviar seu olhar para ver as informações. Esses displays são muito utilizados em carros, aviões e outros veículos.

Estes sistemas também podem ser amplamente utilizados em cockpits de aeronaves. Ele recebe informações de outros aparelhos como referência para depois mostrar informações sobre a aeronave e o voo, assim facilitando a visualização de dados importantes.

A figura 3 exemplifica o *HUD*.



Figura 2. Exemplo de HUD instalado em um carro.

Fonte:
https://www.igeeksblog.com/hudway-glass-head-up-display-for-car/.

2.2.1.2 Head-Mounted Displays

Head-Mounted Display (*HMD*) é um dispositivo de imersão de realidade aumentada usado na cabeça que utiliza combinadores e espelhos para exibir informações a certa distância dos olhos do usuário.

Grande parte dos *HMDs* são como capacetes ou óculos. O design dos *HMDs* é feito para garantir que o usuário veja o conteúdo exibido mesmo quando olhar para outra direção. Muitos dispositivos têm uma tela para cada olho, fazendo com que o usuário sinta que o conteúdo tem profundidade e realidade.

Copyright © 2017 ISESC

Esses dispositivos podem funcionar de duas maneiras: visualização aumentada por sistema ótico ou por sistema de captação de vídeo [AZUMA, 1997].

A visualização aumentada por sistema ótico funciona através de lentes reflexivas que permitem o usuário visualizar o mundo real de forma direta e natural. Esses espelhos podem ser chamados de combinadores óticos. Os elementos virtuais são projetados no combinador ótico, que reflete a imagem nos olhos do usuário, criando uma combinação entre a ambiente real e o virtual. Observe a Figura 4.

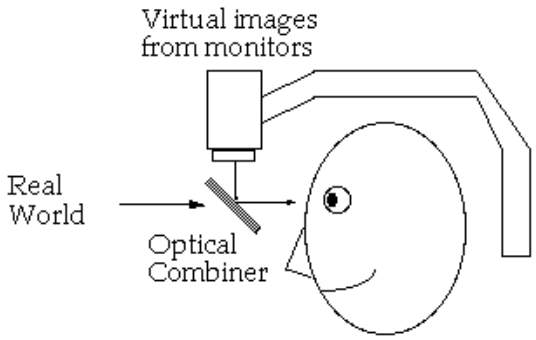

Figura 3. Esquema de funcionamento de um HMD por sistema ótico
Fonte: http://www.cs.unc.edu/~azuma/azuma_AR.html

Já a visualização aumentada por sistema de captação de vídeo utiliza câmeras para capturar imagens do mundo real, então as imagens são combinadas digitalmente, mesclando as imagens da câmera com os elementos virtuais. A imagem final é apresentada nos olhos do usuário. Uma das vantagens deste sistema é a grande quantidade de combinações de imagens possíveis. O esquema de funcionamento desse sistema pode ser melhor entendido na Figura 5 [D'ANGELO, 2016] e exemplificado na figura 6.

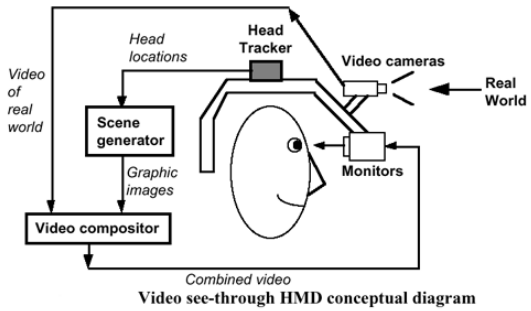

Figura 4. Esquema de funcionamento de HMD por captação de vídeo.
Fonte:
http://csis.pace.edu/~marchese/DPS/Lect3/dpsl3.html



Figura 5. Pessoa utilizando um HMD.

Fonte:
http://newlaunches.com/archives/vuzix_and_ns_solutions_roll_out_worlds_first_optical_transmission_type_hmd_glasses_with_ar_technology.php

2.2.1.3 Head-Mounted Projection Displays

Uma das outras formas de visualização de RA com capacetes é através dos *Head Mounted Projection Displays* (*HMPDs*), que são como *HMDs* porém se diferenciam por causa de sua tela retro reflexiva, em vez de uma tela de difusão (que funciona como um "filtro de luz"), e o uso de um sistema de projeção em vez de lentes oculares.

Esses capacetes contêm dois microprojetores e divisores de feixes de luz acoplados a um capacete, evidenciados na figura 7. Os projetores lançam duas imagens estereoscópicas em um ambiente "especial" composto por retrorrefletores (refletem a luz na mesma direção e no sentido contrário, com pouca dispersão de luz). A imagem é então refletida, separada para cada olho e exibida ao usuário.

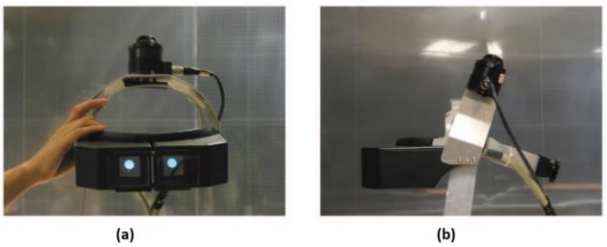

Figura 6. Um protótipo de HMPD em um ambiente com material retro reflexivo
Fonte:
http://www.decom.ufop.br/imobilis/tecnologias-hmd-para-realidade-aumentada-parte-3/

Copyright © 2017 ISESC

2.2.1.4 Eyeglass Displays

Os displays *eyeglass* são considerados os mais cômodos para o usuário, devido a sua ótima estética e conforto. Porém, apesar de prático para usuário, esses *displays* apresentam grande dificuldade em fornecer imagens com grande qualidade.

Os protótipos iniciais se baseavam em pequenas fontes de luz montadas diretamente na superfície da lente dos óculos ou em espelhos refletores localizados nas lentes. Depois estas fontes de luz foram removidas das lentes, tornando-se menos perceptíveis, e consequentemente acabaram por obstruir menos a visão do usuário.

Uma das características que dificulta a visualização de objetos 3D através dos *eyeglasses* é a visão monocular, o que impossibilita a visualização estereoscópica de imagens.

Na figura 8 é possível visualizar a utilização do *Google Glass*, um *display eyeglass* da Google, atualmente um dos mais conhecidos pelo público.



Figura 7. Demonstração do Google Glass.
Fonte:
http://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/google-glass.html

3. Sistemas com e sem o uso de marcadores

3.1 Sistemas com o uso de marcadores

Sistemas de realidade aumentada desse tipo necessitam de símbolos/alvos reais como ponto de referência para então sobrepô-los com objetos virtuais. São símbolos que, ao serem identificados pelo sistema, servem de base para referenciar o posicionamento do elemento virtual no mundo real. Os marcadores são pré-definidos durante a construção da aplicação e podem incluir desde figuras geométricas simples (figura 9) até desenhos mais complexos e abstratos. O dispositivo que esteja rodando a aplicação de RA deve identificar o marcador, interpretá-lo e então sobrepô-lo com determinado objeto virtual.

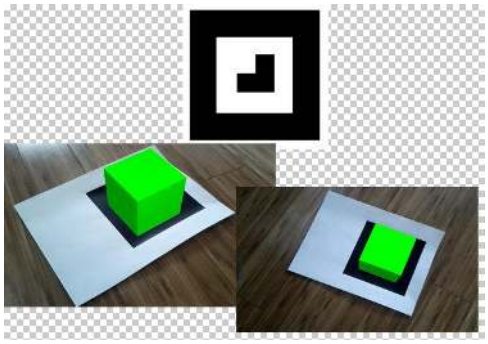

Figura 8. Cubo acrescentado ao mundo real através de RA com marcador geométrico simples

Fonte:
https://code.tutsplus.com/tutorials/augmented-reality-getting-started-on-android--mobile-4457

3.2 Sistemas sem o uso de marcadores

Este tipo de sistema (exemplo na figura 10) é muito relacionado a realidade aumentada em dispositivos móveis (*tablets, smartphones*), porque ele usa diversos componentes eletrônicos que estão presentes nesses dispositivos (acelerômetro, bússola, giroscópio, GPS) para ser capaz de determinar sua disposição no mundo real – em que posição está apontado e em que eixos está operando por exemplo. Esses dados locacionais são comparados a uma base de dados para situar o local em que o dispositivo se encontra e para onde ele está "olhando". Com isso, as informações virtuais podem ser posicionadas na tela (no ambiente real) [PANTAS, 2013].



Figura 9. Jogo Pokémon Go, um exemplo de aplicação de RA sem o uso de marcadores.

Fonte: http://www.pokemongo.com/

Copyright © 2017 ISESC

4 Áreas de aplicação de Realidade Aumentada

Atualmente, a realidade aumentada pode ser implementada em diversas áreas do conhecimento, algumas de destaque são: educação, medicina, engenharia, entretenimento, arquitetura, manutenção, turismo e robótica. Devido ao seu grande potencial, é esperado que as áreas de aplicação de RA sejam ampliadas ainda mais, pois com o suporte e desenvolvimento adequado, a realidade aumentada pode ser aplicada em qualquer área.

Já existem projetos, como mostra a figura 11, que estão explorando o uso de realidade aumentada na medicina, como acontece na Universidade da Carolina do Norte (UNC) em Chapel Hill ou no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT).

O planejamento de uma cirurgia é feito baseado na análise de ressonâncias magnéticas, tomografias computadorizadas e outros.

Todas essas informações podem ser projetadas em tempo real com o uso de realidade aumentada, tornando a realização de procedimentos delicados algo menos invasivo, sendo estes guiados em tempo real por essas informações. [LEVENTON, 1999].

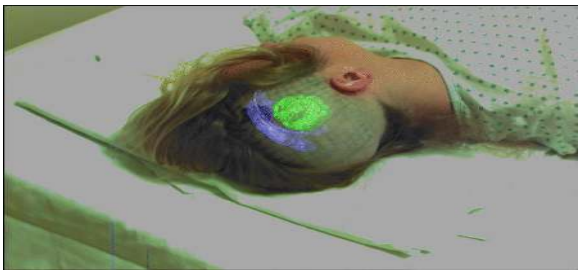

Figure 10. Tumor no interior da cabeça da paciente sendo projetado virtualmente.

Fonte:
http://groups.csail.mit.edu/vision/medicalvision/surgery/surgical_navigation.htl

Existem também aplicações que podem auxiliar no estudo fora da classe. Softwares como o *StreetMuseum* do Museu de Londres, que permite ao estudante compreender como era a cidade de Londres no passado.

O estudante se locomove até locais específicos da cidade, nos quais ao utilizar o aplicativo pelo *smartphone* consegue visualizar como era aquele local no passado através da câmera do celular (figura 12). [SIM, 2014]



Figure 11. Imagem do aplicativo StreetMuseum, com a fusão de imagens antigas com uma em tempo real.

Fonte:
http://www.ibtimes.co.uk/london-streetmuseum-app-free-street-scenes-then-now-photos-1438209

5 Conclusão

A Realidade Aumentada é uma tecnologia que tem grande capacidade, permite ao desenvolvedor colocar qualquer elemento virtual no mundo real, podendo inclusive ser um objeto interativo, e atualmente tem capacidade para ser utilizada em qualquer área de conhecimento e tem grande potencial para aplicações no mundo contemporâneo. Como descrito no artigo, atualmente existem diversos modos de exibição e referenciamento de posição dos objetos virtuais, os softwares de RA podem ou não precisar de marcadores para referenciar o objeto. A RA evoluiu e evolui muito a cada dia e as aplicações ficam cada vez mais complexas e abrangentes abrindo portas para um grande desenvolvimento futuro e esperasse que a uma tecnologia que se desenvolverá em grande escala nos próximos anos. Os sistemas de RA ficam cada dia mais portáteis e de fácil acesso ao usuário comum, sendo isso um grande objetivo, ser acessível e útil tanto para o usuário comum como para aplicações complexas no mundo médico e militar. Os Sistemas de Realidade Virtual também têm grande potencial, porém tem um foco de aplicação diferente, não fazendo a fusão do Real com Virtual, colocando o usuário em um mundo completamente virtual, uma tecnologia não substitui a outra. Já existem diversos softwares que estão utilizando a RA para os mais diversos fins, desde o entretenimento como o jogo Pokémon Go, e até mesmo para a área medica como o projeto desenvolvido na Universidade da Carolina do Norte para o auxílio em cirurgias; Provando que a RA já é um tecnologia com muito potencial e que sua utilização deve ser cada vez maior.

Copyright © 2017 ISESC

Referências

AZUMA, R. **A Survey of Augmented Reality**, Califórnia – EUA, 1997. Disponível em: <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>. 07 mar. 2017.

KIRNER, C. TORI, R. **Fundamentos de Realidade Aumentada**. 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Claudio_Kirner/publication/216813361_Fundamentos_de_Realidade_Aumentada/links/00b7d51823ff60ee7b000000.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2017.

KIRNER, C.; KIRNER, T. **Realidade Virtual e Realidade Aumentada potencializando as ações do usuário no mundo real**, Canoas – Brasil, 2009. Disponível em: <http://biblioteca.unilasalle.edu.br/docs_online/artigos/dialogo/2009_n14/ckirner.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2017.

LEVENTON, M. **Project on Image Guided Surgery: A collaboration between the MIT AI Lab and Brigham and Women's Surgical Planning Laboratory**, Massachusetts - EUA, 1999**.** Disponível em: <http://groups.csail.mit.edu/vision/medical-vision/surgery/surgical_navigation.html>. Acesso em: 9 mar. 2017.

MAZURYK, T.; GERVAUTZ, M. **Virtual Reality History, Applications, Technology and Future**, Austria. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=31F26D44D28E0CCA515027B9FF7B2569?doi=10.1.1.42.7849&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 09 mar. 2017.

PANTAS, W**. Saiba mais sobre os sensores em smartphones e tablets**, 2013. Disponível em: <http://understech.com.br/saiba-mais-sobre-os-sensores-em-smartphones-e-tablets/>. Acesso em: 12 mar. 2017.

RAUTERBERG, M. **History of HCI**, Eindhoven – Holanda, 2002. Disponível em: <http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/presentations/hci-history/index.htm>. Acesso em: 08 mar. 2017.

RIBEIRO, M. S.; ZORZAL, E. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências**, Uberlândia – Brasil, 2011. Disponível em: <http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2011_svrps.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2017.

SILVA, R.; OLIVEIRA, J.; GIRALDI, G. A. **Introduction to Augmented Reality**, Petrópolis – Brasil. Disponível em: <http://lncc.br/~jauvane/papers/RelatorioTecnicoLNCC-2503.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2017.

SIM, D. **London StreetMuseum App: Free Street Scenes Then and Now**. Disponível em: <http://www.ibtimes.co.uk/london-streetmuseum-app-free-street-scenes-then-now-photos-1438209>. Acesso em: 09 mar. 2017.

STOBING, C. **Head Mounted Displays: What's the Difference between Augmented and Virtual Reality?**. Disponível em: <https://www.howtogeek.com/214395/head-mounted-displays-whats-the-difference-between-augmented-and-virtual-reality/>. Acesso em: 15 mar. 2017.

TURI, J. **The sights and scents of the Sensorama Simulator**. Disponível em: <https://www.engadget.com/2014/02/16/morton-heiligs-sensorama-simulator/>. Acesso em: 08 mar. 2017.

Copyright © 2017 ISESC