

## **USO DE SOFTWARE DE REALIDADE AUMENTADA PARA CONSULTA DE INFORMAÇÕES DE PONTOS DE REFERÊNCIA GEOGRÁFICA EM TORRES DE CONTROLE DE AEROPORTOS**

Johannes Valdmeir Dantas Vieira  
Faculdade de Tecnologia - Fatec, Presidente Prudente

### **RESUMO**

A tarefa de estimar valores para visibilidade horizontal a partir de informações conhecidas de pontos de referência nos arredores de aeroportos pode ser dificultada por fatores como a não localização do ponto no horizonte, ou a sua localização de forma equivocada. A presente pesquisa busca entender se o uso da tecnologia de realidade aumentada baseada em geolocalização para *smartphones* é capaz de facilitar a realização desta tarefa. Iniciou-se o estudo com o levantamento bibliográfico dos conceitos de realidade virtual e aumentada, bem como os tipos de realidade aumentada possíveis e as diferentes formas de determinação da localização e posição de um *smartphone*. A metodologia utilizada foi a de análise de ferramenta para dois aplicativos de realidade aumentada baseada em geolocalização. A principal conclusão obtida é que a tecnologia de realidade aumentada baseada em geolocalização gera resultados confiáveis, tanto do ponto de vista do posicionamento dos elementos informativos virtuais na tela do *smartphone* como na precisão do cálculo do valor da distância entre o usuário e o ponto em questão. A tecnologia tem potencial para auxiliar na tarefa de localização dos pontos listados em uma carta de pontos de referência, no entanto, devido a restrições técnicas encontradas durante os testes realizados, verificou-se, com base nos aplicativos utilizados, que ainda não é possível a utilização exclusiva destas ferramentas. São necessárias melhorias de software para um maior aperfeiçoamento do posicionamento dos objetos virtuais na tela do dispositivo.

**Palavras-chave:** Realidade aumentada. Geolocalização. Pontos de referência. Distância. Azimute.

## **USE OF AUGMENTED REALITY SOFTWARE TO QUERY INFORMATION FROM GEOGRAPHIC REFERENCE POINTS IN AIRPORT CONTROL TOWERS**

### **ABSTRACT**

The task of estimating values for horizontal visibility from known information of landmarks around airports can be hampered by factors such as the non-location of the point on the horizon, or its wrong location. This research seeks to understand whether the use of location based augmented reality technology for smartphones can facilitate accomplishing this task. The research started with a bibliographic survey of the concepts of virtual and augmented reality, as well as the different types of augmented reality and the different ways of determining the location and position of a smartphone. The methodology used was the tool analysis for two location based augmented reality applications. The main conclusion obtained is that the location based augmented reality technology generates reliable results, both in terms of the positioning of the virtual information elements on the smartphone screen and in the precision of the calculation of the distance value between the user and the point of interest. The technology has the potential to assist in the task of locating the charts' reference points, however, due to technical restrictions found during the tests, it was verified, based on the applications used, that it is not yet possible to exclusively use this technology. Software

improvements are needed to further improve the positioning of virtual objects on the device's screen.

**Keywords:** Augmented Reality. Geolocation. Reference Points. Distance. Azimuth.

## 1 INTRODUÇÃO

O surgimento dos *smartphones* trouxe transformações na forma como as pessoas interagem com o mundo ao seu redor. Utilizando os sensores embarcados nestes pequenos aparelhos, juntamente com uma rede de telecomunicações com banda suficiente para o tráfego de uma grande quantidade de dados, foi possível criar formas inéditas de interação com a realidade.

De acordo com Tori, Kirner e Siscoutto (2006, Cap.2, p.20):

O avanço da multimídia e da realidade virtual, proporcionado pela maior potência dos computadores, permitiu a integração, em tempo real, de vídeo e ambientes virtuais interativos. Ao mesmo tempo, o aumento da largura de banda das redes de computadores também vem influenciando positivamente na evolução da multimídia, permitindo a transferência de imagens e outros fluxos de informação com eficiência. A realidade aumentada, enriquecendo o ambiente físico com objetos virtuais, beneficiou-se desse progresso, tornando viável aplicações dessa tecnologia, tanto em plataformas sofisticadas quanto em plataformas populares.

Dentre as diversas aplicações da tecnologia de realidade aumentada, uma delas utiliza a combinação de técnicas de geolocalização para fornecer ao usuário, através de um dispositivo como um *smartphone*, informações sobre um determinado objeto ou localidade, em tempo real e de forma interativa, bastando para isso que o usuário aponte a câmera do dispositivo para tal objeto ou localidade.

Observa-se então que a tecnologia de realidade aumentada baseada em geolocalização apresenta potencial para auxiliar profissionais que trabalham em torres de controle de aeroportos, uma vez que estes profissionais utilizam informações topográficas de determinados pontos de referência localizados redor do aeroporto como forma de estimar, em metros, o valor da visibilidade horizontal em determinado momento.

As informações destes pontos de referência são levantadas por um topógrafo e registradas em um documento denominado carta de pontos de referência de aeródromo. O problema é que nem sempre é fácil encontrar estes pontos no horizonte do mundo real. Muitas vezes os pontos são pequenas edificações, conjuntos de árvores, antenas de rádio etc. Nestas situações uma aplicação de realidade aumentada baseada em geolocalização poderia ser útil ao gerar um objeto virtual indicando, na tela do *smartphone*, e sobre a imagem capturada pela câmera, a localização do ponto procurado e a sua distância.

Esta pesquisa busca descobrir se uma aplicação de realidade aumentada baseada em geolocalização para *smartphone* pode ser uma boa ferramenta para auxiliar na tarefa de localização, no mundo real, de locais listados em cartas de pontos de referência de aeródromo.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar a funcionalidade de aplicativos para *smartphones* que utilizam realidade aumentada com base em geolocalização para a localização e consulta de informações das localidades de uma carta de pontos de referência de aeródromo.

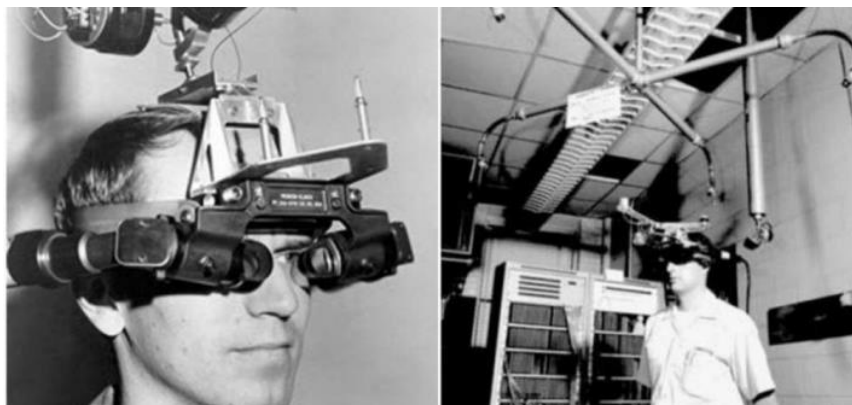
Os objetivos específicos são investigar os métodos utilizados para determinação da localização geográfica e posição de um *smartphone*; examinar o conceito de cartas de pontos de referência de aeródromo e os problemas associados à sua utilização e verificar, através de testes práticos, se aplicativos de realidade aumentada baseada em geolocalização para *smartphones* podem ser considerados ferramenta úteis para auxiliar na localização de pontos listados em cartas de pontos de referência de aeródromo.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

### 2.1 Realidade aumentada

O conceito de realidade aumentada não é muito recente. O primeiro sistema de realidade aumentada foi o *The Sword of Damocles* criado por Ivan Sutherland em 1968 (figura 1), que utilizava um complexo hardware preso ao teto que, com displays transparentes montados sobre a cabeça do usuário, criava uma sobreposição de informações sobre o mundo real diretamente em seu campo de visão (KIPPER e RAMPOLLA, 2012).

FIGURA 1 - Sistema *The Sword of Damocles*



Fonte: Researchgate.net<sup>1</sup>

Segundo Kipper e Rampolla (2012, p.1) “...realidade aumentada é obter informações digitais ou geradas por computador, sejam elas imagens, áudio, vídeo, toque ou sensações hápticas e as sobrepor a um ambiente em tempo real”.

Apesar de que atualmente o uso mais comum da tecnologia de realidade aumentada seja para realçar o sentido da visão, ela também pode ser usada como forma de simular sensações auditivas, táteis, olfativas e gustativas (KIPPER e RAMPOLLA, 2012).

De acordo com Tori, Kirner e Siscoutto (2006, p22) “A realidade aumentada usa técnicas computacionais que geram, posicionam e mostram objetos virtuais integrados ao cenário real [...]” e “[...] o funcionamento do sistema em tempo real é uma condição essencial”.

A aplicação deverá gerar, posicionar e mostrar objetos virtuais integrados ao cenário real e deverá realizar esta tarefa em tempo real. Portanto, é essencial um conjunto de hardware e software com capacidade para suportar tal demanda (JÚNIOR, 2015).

## 2.2 Rastreamento da localização do dispositivo

De acordo com Pinto e Centeno (2012, p. 288):

A determinação da posição de um *smartphone* é baseada em aGPS. O aGPS determina sua posição através das informações disponibilizadas pelas estações bases da rede de telefonia celular, com a ajuda de um servidor remoto. A conexão inicial não é feita diretamente com o satélite, mas sim com uma antena de telefonia celular que previamente armazenou a localização destes satélites e as transmite para o *smartphone* em alta velocidade.

O fato de o *smartphone* utilizar aGPS e, portanto, necessitar de cobertura da rede de telefonia celular é um limitante. Entende-se, portanto, que caso a localidade não possua cobertura da rede de dados móveis, a funcionalidade do aplicativo de realidade aumentada baseada em geolocalização poderá ser comprometida.

## 2.3 Rastreamento da posição do dispositivo

A posição do *smartphone* em relação ao plano horizontal é calculada a partir de sensores internos do dispositivo. O acelerômetro detecta a movimentação do *smartphone* ao longo dos eixos X, Y e Z. O giroscópio determina o ângulo de inclinação do dispositivo em relação aos eixos X, Y e Z. Por fim, o magnetômetro do dispositivo detecta o norte magnético

---

<sup>1</sup> Disponível em: <[https://www.researchgate.net/figure/Fuente-VRroom-2016-The-Sword-Of-Damocles-1st-Head-Mounted-Display-Entrada-el-11-de-fig2\\_333200952](https://www.researchgate.net/figure/Fuente-VRroom-2016-The-Sword-Of-Damocles-1st-Head-Mounted-Display-Entrada-el-11-de-fig2_333200952)> Acesso em mar. 2020. Revista Alomorfia, Presidente Prudente, v. 4, n. 2, 2020, p. 01-13.

da Terra, permitindo que se calcule o azimute (direção da rosa dos ventos, medida em graus) para o qual o dispositivo está sendo apontado (PINTO e CENTENO, 2012).

#### **2.4 Cartas de pontos de referência**

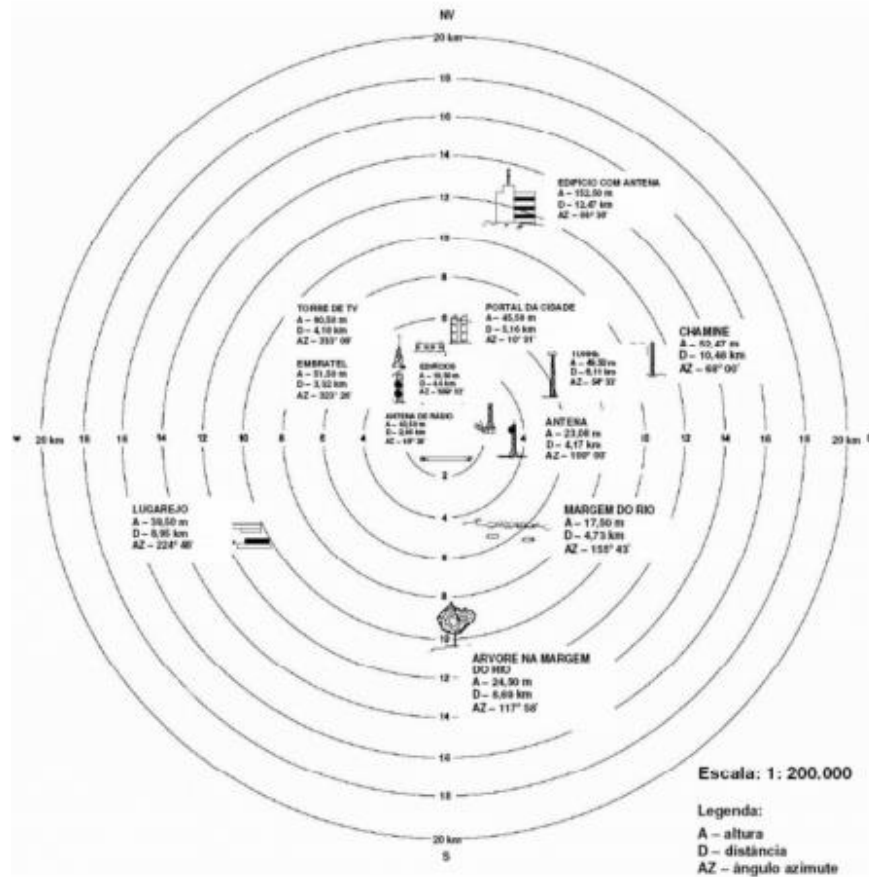
De acordo com a ICA 105-15 do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (2018, p.66) “A Carta de Pontos de Referência é um acessório de auxílio ao Observador Meteorologista, empregado na estimativa de valores de visibilidade; também conhecida como Carta de Visibilidade”.

As cartas de pontos de referência, cujo exemplo é ilustrado na figura 2, são documentos que informam o azimute e a distância de determinados pontos geográficos que podem ser localizados nas imediações de um aeroporto, a fim de auxiliar os profissionais na estimativa de valores, em metros, da visibilidade horizontal nos arredores.

O centro da carta representa o ponto sobre o qual localiza-se o observador. Ao localizar, no mundo real, um dos pontos mencionados na carta, o profissional saberá a que distância aquele ponto se encontra. Caso o ponto de referência esteja obscurecido por algum fenômeno meteorológico, o observador saberá que a visibilidade horizontal está menor do que a distância daquele ponto e poderá estimar um valor de visibilidade aproximado. (DECEA, 2018).

FIGURA 2 – Exemplo de Carta de Pontos de Referência

**CARTA DE PONTOS DE REFERÊNCIA**  
**<NOME DA LOCALIDADE – ESTADO/SIGLA>**



Fonte: DECEA<sup>2</sup>

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

#### 3.1 Recursos utilizados

Para a realização dos testes de uso de realidade aumentada para auxílio na localização dos pontos de referência geográfica foram utilizados os seguintes recursos:

- *Smartphone* Xiaomi Redmi Note 5 conectado à rede 4G da operadora TIM, com sistema operacional Android 9, equipado com chip de GPS, magnetômetro, acelerômetro, giroscópio, câmera traseira e tela de 5,9 polegadas;
- Aplicativo World Around Me desenvolvido pela WT Infotech;
- Aplicativo My Augmented Reality desenvolvido pela Mobikats Itd e
- Carta de pontos de referência de 20 Km do aeroporto de Presidente Prudente.

#### 3.2 Realização do procedimento

<sup>2</sup> Disponível em: < <https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4766>>. Acesso em mar. 2020. Revista Alomorfia, Presidente Prudente, v. 4, n. 2, 2020, p. 01-13.

Os procedimentos para a realização dos testes da pesquisa foram feitos utilizando dois aplicativos com interfaces diferentes, mas que, tecnicamente, apresentam o mesmo resultado. Os aplicativos exibem na tela do *smartphone* uma imagem em realidade aumentada com sobreposição de elementos virtuais contendo informação de distância de um determinado ponto marcado no mapa interativo disponível no aplicativo.

Dentre os pontos listados na carta de pontos de referência do aeroporto de Presidente Prudente, foram selecionados dois: a catedral localizada no santuário Morada de Deus e o prédio residencial Torres Inglaterra.

Em ambos os aplicativos foram localizados, nos seus respectivos mapas interativos, os pontos selecionados na carta de pontos de referência. Em seguida estes pontos foram adicionados como “pontos de usuário” para que, ao apontar a câmera do *smartphone* para suas reais localizações no horizonte, fosse gerado um elemento virtual, na tela do dispositivo, para cada um dos pontos adicionados.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Resultados com o aplicativo World Around Me**

Os resultados obtidos com a utilização do aplicativo World Around Me mostraram que os alinhamentos dos elementos virtuais na tela em relação à linha de visão das localidades reais foram satisfatórios, conforme observa-se nas Figuras 3 e 5.

Os elementos virtuais, que são os retângulos azuis no fundo da tela contendo a foto de referência, o nome e a distância de localidade em relação ao usuário, acompanham a variação de azimute do magnetômetro do *smartphone* e percorrem a tela em uma faixa fixa na região inferior da tela à medida em que o usuário gira o *smartphone* em torno de seu próprio eixo.

FIGURA 3 - Localização do santuário Morada de Deus no aplicativo World Around Me



Fonte: Elaborado pelos autores

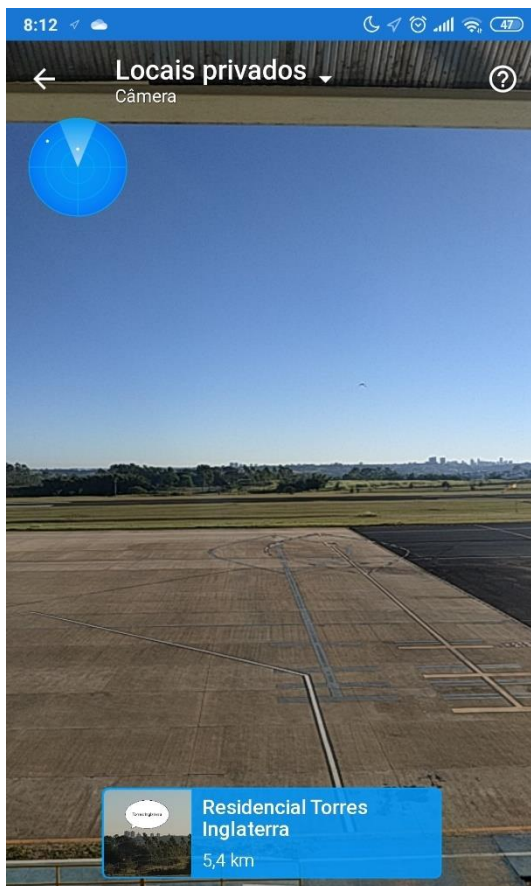
FIGURA 4 - Foto de referência utilizada para localização do santuário Morada de Deus



Fonte: Elaborado pelos autores

FIGURA 5- Localização do residencial Torres Inglaterra no aplicativo World Around Me





Fonte: Elaborado pelos autores

FIGURA 6 - Foto de referência utilizada para localização do prédio Torres Inglaterra



Fonte: Elaborado pelos autores

As informações de distância informadas pelo aplicativo World Around Me e pelas cartas de pontos de referência foram muito próximas. Para a catedral do santuário Morada de Deus a distância informada na carta é de 11,8 Km e a distância informada pelo aplicativo foi de 11,8 Km. Para o edifício Torres Inglaterra a distância informada na carta é de 5,29 Km e a

www.alomorfia.com.br, ISSN: 2594-5637

distância informada pelo aplicativo foi de 5,4 Km, confirmando portanto a precisão das medições realizadas pelo aplicativo.

#### 4.2 Resultados com o aplicativo My Augmented Reality

Os resultados obtidos com a utilização do aplicativo My Augmented Reality mostraram alinhamentos dos elementos na tela em relação à linha de visão das localidades reais com leve deslocamento para a direita ou para a esquerda em relação ao centro da tela, conforme figuras 7 e 8.

A linha amarela é móvel e se desloca para a esquerda ou para a direita à medida em que o usuário gira o *smartphone* em torno de seu próprio eixo. Ela representa a posição na qual a localidade se encontra no horizonte de acordo com o mapa do aplicativo. A linha azul é fixa no centro da tela e serve como auxílio visual para que o usuário centralize na tela do *smartphone* a localidade que está sendo consultada no momento. O elemento virtual, que é a caixa de texto contendo o nome da localidade e a sua distância em relação ao usuário, fica centralizado sobre a linha amarela e a acompanha conforme ela se movimenta.

Foi observado que mesmo com o *smartphone* mantido imóvel sobre uma superfície plana, os elementos virtuais deslocavam-se levemente para a esquerda ou direita de forma aleatória.

FIGURA 7 - Localização do santuário Morada de Deus no aplicativo My Augmented Reality



Fonte: Elaborado pelos autores

FIGURA 8 - Localização do residencial Torres Inglaterra no aplicativo My Augmented Reality



Fonte: Elaborado pelos autores

As informações de distância fornecidas pelo aplicativo My Augmented Reality e pelas cartas de pontos de referência foram também muito próximas. A catedral do santuário Morada de Deus está a uma distância de 11,8 Km de acordo com a carta e a 11,85 Km de acordo com o aplicativo. O prédio Torres Inglaterra de acordo com a carta está a 5,29 Km de distância, enquanto o aplicativo informou uma distância de 5,33 Km. Foi possível portanto confirmar a precisão da medição de distância realizada pelo aplicativo, mas não foi possível confirmar a precisão da medição de azimute.

## 5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa procurou verificar se a tecnologia atual desenvolvida para *smartphones*, tanto do ponto de vista de hardware como do ponto de vista de software é capaz de solucionar, através do uso de realidade aumentada, o problema levantado na seção 1.

Com base nos resultados obtidos comprovou-se que o uso de software de realidade aumentada baseada em geolocalização em dispositivos móveis é um meio viável para a obtenção de informações e localização facilitada de pontos mencionados em uma carta de pontos de referência de aeroporto. Os elementos virtuais sobrepostos na imagem capturada pela câmera do *smartphone* alinharam-se de forma satisfatória em relação ao azimute das localidades reais e informaram valores de distância condizentes com os valores descritos na carta de pontos de referência de aeródromo.

Interferência de campos magnéticos próximos ao *smartphone* é uma hipótese levantada para a causa do deslocamento dos elementos virtuais em relação ao azimute das localidades reais no aplicativo My Augmented View. Mesmo quando o dispositivo foi mantido imóvel sobre uma superfície plana, os elementos virtuais moviam-se de forma errática levemente para a esquerda ou direita em relação ao centro da tela.

Devido a restrições de segurança aeroportuária, os testes foram realizados no segundo andar da torre de controle do aeroporto de Presidente Prudente, onde localizam-se diversos equipamentos de telecomunicações que geram interferência magnética, como antenas, transmissores e computadores. Além disso, as paredes externas do prédio da torre de controle são revestidas de chapas de aço, material que causa interferência no magnetômetro do *smartphone*.

Uma outra limitação enfrentada durante os testes com os aplicativos utilizados nesta pesquisa foi a dificuldade de localização de pontos listados na carta de pontos de referência, mas que são de difícil localização manual nos mapas interativos dos aplicativos. Isso ocorre devido ao fato dos pontos listados na carta não disporem de informação de latitude e longitude.

De fato, só foi possível localizar os pontos utilizados nesta pesquisa devido aos pontos estarem identificados por seus respectivos nomes, sendo possível realizar uma pesquisa no mapa através destes nomes e localizar suas respectivas posições. Porém, outras localidades referenciadas de forma genérica tais como antenas, casas e grupos de vegetação são de difícil localização nos mapas manualmente.

Em trabalhos futuros pretende-se desenvolver um aplicativo personalizado que seja capaz de mostrar os elementos informativos com informações não só de distância, mas também de altura e azimute, conforme dados apresentados nas cartas de pontos de referência. Bem como serão pesquisadas formas de localizar nos mapas todos os pontos listados nas cartas de referência, utilizando para isso, somente suas informações de distância e azimute.

Também se pretende que este aplicativo seja capaz de situar o elemento virtual informativo logo acima da posição da localidade, podendo ser em formato de balão de diálogo, como ilustrado na figura 4.

Por fim serão pesquisadas formas de atenuar as interferências de campos magnéticos sobre o magnetômetro do *smartphone* através de ajustes de sensibilidade no software.

## REFERÊNCIAS

DECEA, Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ICA 105-15: Estações Meteorológicas de Superfície**. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4766>>. Acesso em 18 mar. 2020.

JÚNIOR, Gesmar de Paula Santos. **Aplicação Multiplataforma da Realidade Aumentada Móvel para Geolocalização utilizando o PhoneGap**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia/MG, 2015. Disponível

www.alomorfia.com.br, ISSN: 2594-5637

em: <<http://clyde.dr.ufu.br/bitstream/123456789/14599/1/DesenvolvimentoSistemaGeolocalizacao.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2020.

KIPPER, Greg; RAMPOLLA, Joseph. **Augmented Reality: an emerging technologies guide to AR**. Elsevier, 2012. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=OyGiW2OYI8AC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=OyGiW2OYI8AC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em 15 mar. 2020.

MILGRAM, P. et. al. **Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum**. Telemanipulator and Telepresence Technologies, SPIE, V.2351, p. 282-292. 1994. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Paul\\_Milgram/publication/228537162\\_Augmented\\_reality\\_A\\_class\\_of\\_displays\\_on\\_the\\_reality-virtuality\\_continuum/links/0c96052ade63de29c0000000/Augmented-reality-A-class-of-displays-on-the-reality-virtuality-continuum.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Paul_Milgram/publication/228537162_Augmented_reality_A_class_of_displays_on_the_reality-virtuality_continuum/links/0c96052ade63de29c0000000/Augmented-reality-A-class-of-displays-on-the-reality-virtuality-continuum.pdf)>. Acesso em 15 mar. 2020.

PINTO, Fabiana Silva; CENTENO, Jorge Antônio Silva. **A realidade aumentada em smartphones na exploração de informações estatísticas e cartográficas**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 18, n. 2, p. 282-301, 2012. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/3939/393937724007.pdf>>. Acesso em 14 mar. 2020.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos em tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Editora SBC, 2006. Disponível em: <[https://pcs.usp.br/interlab/wp-content/uploads/sites/21/2018/01/Fundamentos\\_e\\_Tecnologia\\_de\\_Realidade\\_Virtual\\_e\\_Aumentada-v22-11-06.pdf](https://pcs.usp.br/interlab/wp-content/uploads/sites/21/2018/01/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf)>. Acesso em 14 mar. 2020.