

Software Android de Realidade Aumentada para identificação de item em uma prateleira de biblioteca

Natanael Pedro da Silva¹ | Francisco Assis Moreira do Nascimento²

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa experimental que teve por finalidade desenvolver um *software*, denominado ARBook, para a plataforma Android, com um sistema de Realidade Aumentada capaz de identificar e exibir a localização de um item disposto nas prateleiras de uma biblioteca. Os itens são marcados com identificadores especiais e localizados através de animação computacional mediante a varredura manual feita pela câmera do dispositivo.

Palavras-chave: Realidade aumentada. Android. Biblioteca.

Abstract

This article shows the results of an experimental research that had a goal to develop a software with Augmented Reality, named ARBook, for Android systems, able to identify and display the location of an item within the shelves of a library. The items are marked with special markers and located through a computer animation based on the manual scanning of the device's camera.

Keywords: *Augmented reality. Android. Library.*

1 Introdução

A realidade aumentada (RA) caracteriza-se por introduzir objetos virtuais em um cenário real físico, mostrados ao usuário em tempo real e utilizando-se de algum dispositivo tecnológico para efetuar a exibição e manipulação dos itens reais e virtuais (ZORZAL, 2009). Para Vallino (2002), a RA é a combinação de uma cena real visualizada com elementos virtuais gerados por computador que aumentam o cenário com informações adicionais.

¹ Graduado no curso de Sistemas de Informação das Faculdades Integradas de Taquara - Faccat/RS. natanaelsilva@faccat.br

² Mestre em Ciência da Computação. Professor das Faculdades Integradas de Taquara - Faccat/RS. assis@faccat.br

Com o avanço no uso de *smartphones*³ e a rápida evolução do poder de *hardware* desses equipamentos, a criação de aplicativos e finalidades que utilizem esses dispositivos se intensifica cada vez mais (CRUZ, 2012). Sendo assim, o uso do Android para o desenvolvimento de aplicações com realidade aumentada tornou-se cada vez mais recorrente e novas aplicações e exemplos deste uso surgem.

De acordo com Galvão e Zorzal (2012), em decorrência da recente evolução tecnológica que viabilizou a realidade aumentada em aplicações móveis, a união dessas áreas de pesquisa traz resultados que podem alterar e estimular novas abordagens para inúmeros tipos de *softwares*.

Com o objetivo de utilizar essas tecnologias, é proposta a criação de um *software* Android com um sistema em realidade aumentada capaz de identificar e exibir a localização de um item, do acervo de uma biblioteca, disposto em suas prateleiras. Esse *software* foi nomeado ARBook.

Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa experimental que teve por finalidade desenvolver um sistema Android com o uso da tecnologia de realidade aumentada, que incorpora efeitos visuais computacionais ao ambiente real, para a identificação de itens dispostos nas prateleiras de uma biblioteca.

O trabalho possui a seguinte estrutura: a seção 2 traz o referencial teórico acerca do tema; a seção 3 apresenta as metodologias utilizadas na pesquisa e desenvolvimento; a seção 4 aponta os experimentos e resultados obtidos; a seção 5 traz as informações sobre trabalhos relacionados; por fim, a seção 6 descreve as conclusões do estudo.

2 Referencial Teórico

2.1 Realidade Aumentada

Como descrito por Kirner *et al.* (2007), a evolução tecnológica permitiu, a partir da década de 1990, o surgimento da realidade aumentada, no entanto esta passou a estar acessível apenas a partir dos anos 2000, em decorrência da utilização de técnicas de visão computacional, *softwares* e *hardwares* com melhor custo-benefício.

A realidade aumentada é definida de várias formas. De acordo Insley (2003 *apud* KIRNER *et al.* 2007), é a melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais gerados por computador. Já segundo Kirner *et al.* (2007), é o enriquecimento do mundo real com objetos virtuais, ocorrido em tempo real e com o uso de algum dispositivo tecnológico.

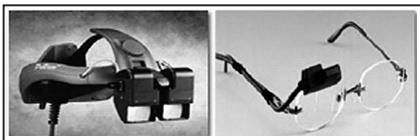
As aplicações de RA são desenvolvidas com o uso de algum sistema de projeção, os quais definem o seu tipo. Como afirmam Azuma *et al.* (2001), os sistemas são divididos em quatro grupos: visão ótica direta, visão ótica direta por vídeo, visão por vídeo baseado em monitor e visão ótica por projeção.

O sistema de visão ótica direta emprega o uso de óculos ou capacetes que permitem a visualização direta da cena real e a projeção de imagens virtuais sobre esta.

³ *Smartphone* – aparelho celular capaz de realizar muitas funções de um computador, geralmente com tela grande e um sistema operacional para execução de aplicações em geral (OXFORD DICTIONARIES, 2013).

Utiliza-se da inclinação de lentes para possibilitar a correta visão do mundo real e também refletir elementos virtuais. A Figura 1 mostra elementos que utilizam este sistema.

Figura 1 - Dispositivos de visão ótica direta



Fonte: Azuma *et al.* (2001).

Dispositivos que empregam o uso do sistema de visão ótica direta por vídeo utilizam dispositivos semelhantes aos de visão direta, a diferença está na superfície de visão, em que é substituída a transparente por uma opaca e incluído câmeras e monitores. As cenas reais são capturadas pela câmera e projetadas nos monitores à frente dos olhos, como exemplo da Figura 2.

Figura 2 - Dispositivo de visão ótica direta por vídeo



Fonte: Broll *et al.* (2004).

Os sistemas de visão por vídeo baseado em monitor utilizam câmeras e monitores convencionais para captura e exibição da cena e um computador para o processamento e criação de objetos virtualizados. O campo de visão é fixo, e as imagens virtuais são exibidas no monitor, corretamente ajustadas ao ambiente real capturado.

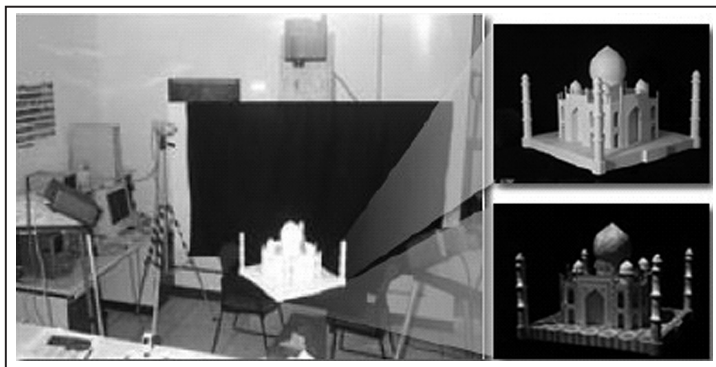
Figura 3 - Sistema com visão por vídeo baseado em monitor



Fonte: Liddy (2012).

Por fim, os sistemas de visão ótica por projeção, que utilizam as superfícies do ambiente real para projetar elementos virtuais e que são visualizados pelo usuário sem a necessidade de equipamentos auxiliares, são sistemas interessantes, no entanto restringem o uso a ambientes com superfícies propícias. A Figura 4 mostra um local com este sistema em uso.

Figura 4 - Sistema de visão ótica por projeção



Fonte: RASKAR *et al.* (2001) *apud* Zorzal (2009).

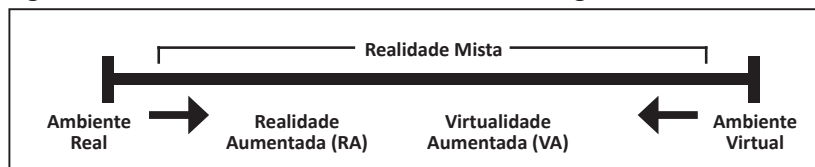
2.2 Realidade Aumentada *versus* Realidade Virtual

Em relação à realidade virtual e à realidade aumentada, existe uma linha tênue entre as definições de ambas as áreas. É possível afirmar que uma é precursora da outra e que elas se sobrepõem em algumas situações, mas a principal diferença é que a realidade virtual não utiliza uma câmera como fonte de dados (RAGHAV, 2012).

A Realidade Virtual (RV) é caracterizada por um sistema composto de *software* e *hardware* responsável pela criação de um ambiente tridimensional em que uma pessoa é imersa, passando a interagir e visualizar esse novo cenário criado de forma computacional. Segundo Vallino (2002), a grande diferença entre essas abordagens está com o tipo de imersividade, visto que, com a realidade virtual, tem-se um sistema totalmente imersivo, em que o usuário rompe ligações com o mundo externo e passa a atuar exclusivamente com o ambiente criado. Por outro lado, a realidade aumentada está incrementando o ambiente real, fazendo com que o usuário permaneça com suas percepções de presença no mundo, porém tendo a visão de elementos virtuais sendo mesclados com a visão real, gerando a visão aumentada.

Milgram (1994 *apud* Vallino, 2002) descreve que ambas as técnicas estão relacionadas e define o “*Continuum* Realidade-Virtualidade”, exibido na Figura 5, em que a RV e RA são extremidades e a área entre elas é chamada de realidade mista. Nesse espectro, transitam a realidade aumentada, partindo do real para o virtual e a realidade virtual, em sentido contrário, denominada por ele como virtualidade aumentada.

Figura 5 - Continuum Realidade-Virtualidade de Milgram



Fonte: Adaptado de Vallino (2002).

2.4 Android e Realidade Aumentada

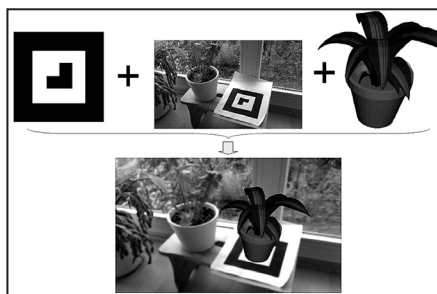
O Android é um sistema operacional móvel, inicialmente criado pela Android Inc. (ANDROID, 2012), hoje é gerenciado pela empresa Google, financiado e apoiado pelo *Open Handset Alliance*, grupo formado por 84 empresas das mais variadas áreas, que juntas criam e aceleram o desenvolvimento do setor de tecnologias móveis, gerando aos consumidores novas e ricas experiências no uso de sistemas móveis (OPEN HANDSET ALLIANCE, 2007).

Para o desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada para o sistema Android, é necessária a utilização da linguagem de programação Java e o uso de uma API (*Application Programming Interface*), responsável por integrar o *hardware* com os conceitos de RA. Das inúmeras opções de APIs disponíveis, é possível destacar ARToolkit e AndAR.

Augmented Reality Tool Kit ou ARToolkit, originalmente criada pelo Dr. Hirokazu Kato e ainda em desenvolvimento pelo Laboratório de Tecnologia de Interface Humana HITLab, da Universidade de Washington, HITLab NZ, da Universidade de Canterbury, da Nova Zelândia e ARToolworks Inc., de Seattle, a ARToolkit é uma biblioteca para a construção de *softwares* de realidade aumentada que utiliza algoritmos capazes de resolver um dos principais problemas nessas aplicações, que é o rastreamento do ponto de vista do usuário (LAMB, 2012). Conforme Koehring (2008), é uma das mais utilizadas plataformas para criação de aplicações de RA, utilizada como alicerce para inúmeros projetos populares como, por exemplo, o ARTag e o StudierstubeES.

A biblioteca Andar é baseada na linguagem Java, incorpora todas as características da ARToolkit, visto que é uma variação desta e permite a criação de aplicativos para o ambiente Android que reúnam os conceitos da realidade aumentada. Na Figura 6, é mostrado um exemplo de uso com a API Andar.

Figura 6 - Marcador de blocos, cena real e cena de RA com Andar



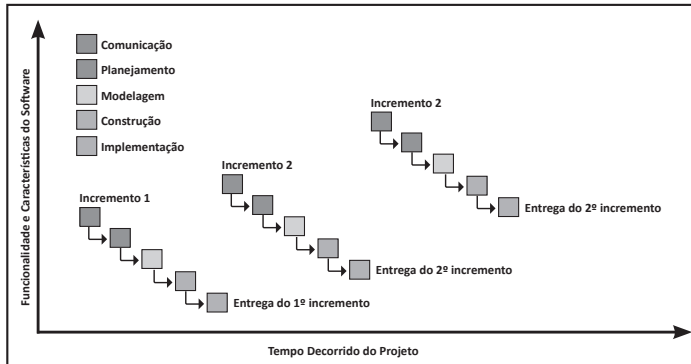
Fonte: Andar (2012).

3 Metodologia

Com o objetivo de utilizar a realidade aumentada em um sistema destinado a *smartphones* e após a escolha de ferramentas e técnicas para compor o ambiente de desenvolvimento, foi criado o *software* chamado ARBook.

O processo de desenvolvimento foi baseado na metodologia incremental que, segundo Pressman (2006), gera iterações lineares que a cada sequência criam versões funcionais do produto, que são incrementadas e melhoradas até o final do desenvolvimento. As etapas seguidas no transcorrer de cada iteração são: (i) Comunicação; (ii) Planejamento; (iii) Modelagem; (iv) Construção e (v) Implantação, como apresentado na Figura 7. A comunicação é a etapa responsável pelo levantamento de requisitos, o planejamento é destinado para apontar estimativas e cronogramas, a modelagem fica responsável por executar a análise e o projeto, na etapa de construção tem-se a codificação seguida por testes e, por fim, a implantação é o momento da entrega, manutenção e retorno.

Figura 7 - Modelo Incremental



Fonte: Adaptado de Pressman (2006).

As seções seguintes: análise, modelagem e desenvolvimento descrevem o processo de desenvolvimento da aplicação com informações detalhadas.

3.1 Análise

Como atividade da etapa de comunicação do modelo incremental, a análise de requisitos que se destinam ao processo de entender e registrar em papel as necessidades ou o que foi desejado pelo cliente, declarar o que a aplicação irá fazer assim que construída (BRAUDE, 2005) e obter informações que poderão formar as características operacionais da aplicação (PRESSMAN, 2006), teve início na identificação da possibilidade de empregar as técnicas de realidade aumentada e no uso de *smartphones* para alterar a forma com que a identificação dos itens em uma biblioteca ocorre.

Tendo conhecimento de que a evolução tecnológica viabilizou a utilização da realidade aumentada nas mais variadas plataformas, como apontado por Galvão e Zorzal

(2012), e com o objetivo de utilização dessa tecnologia para melhorar e facilitar a busca por um item em uma biblioteca, foi constatado que todos os requisitos para compor o sistema eram de possível concepção e com isso tornando viável a modelagem e o desenvolvimento do *software*.

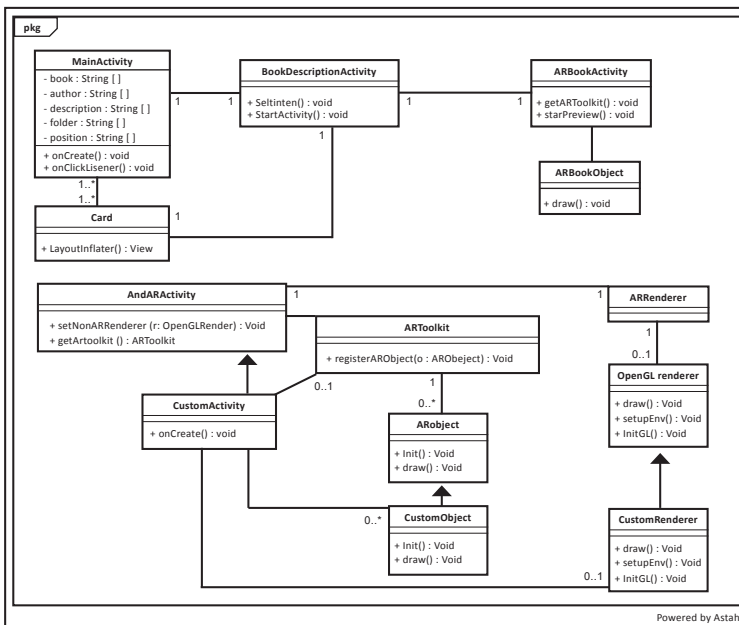
Nessa etapa, foi possível definir os principais requisitos funcionais para compor a aplicação: (i) o sistema terá de criar uma lista de itens e exibí-los na tela do dispositivo; (ii) identificar o item através de um marcador especial e (iii) projetar animação computacional responsável por apontar a localização.

3.2 Modelagem

Foi utilizada a linguagem UML (*Unified Modeling Language*) para criar os artefatos que compõem a modelagem do *software* e a ferramenta de apoio *Astah Community* (CHANGE VISION, 2013) para a criação dos diagramas.

Nessa etapa, foram criados os diagramas que auxiliam e determinam a análise, projeto e desenvolvimento do *software*. A Figura 8 mostra o diagrama de classes da aplicação. Segundo Lobo (2009), esse diagrama, um dos mais conhecidos da UML, é responsável por descrever e representar um modelo lógico das estruturas abstratas do *software* através da definição de atributos e operações disponíveis em cada classe e das relações entre estas.

Figura 8 - Diagrama de Classes



Fonte: Elaborado pelo autor.

Das classes pertencentes ao supracitado diagrama, estão diretamente relacio-

nadas com a aplicação objeto desse estudo as classes “MainActivity”, responsável por iniciar o aplicativo, controlar os recursos de *hardware* disponíveis para o funcionamento, gerenciar o ambiente gráfico e exibir a listagem de itens; a classe “BookDescriptionActivity”, que exibe informações detalhadas do item selecionado e sua informação de localização no ambiente da biblioteca; “ARBookActivity”, que efetua a projeção e exibição da animação no momento da identificação do marcador; “ARBookObject”, que cria, sinteticamente, o objeto tridimensional projetado na tela neste instante. As demais classes estão vinculadas a tarefas de apoio ao núcleo do sistema, são decorrentes da utilização das API’s *CardsUI* e *AndAR* e representam as tarefas de interface gráfica e execução dos processos advindos do *ARToolkit*.

3.3 Desenvolvimento

Atendendo à fase de construção do modelo incremental, o desenvolvimento do sistema foi realizado com a utilização do IDE (*Integred Development Enviroment* ou Ambiente Integrado para Desenvolvimento) Eclipse, do complemento ADT (*Android Development Tools*) para criação de aplicativos Android e da linguagem de programação Java. Foi necessária a inclusão da biblioteca *Andar* para o desenvolvimento dos recursos de realidade aumentada, como rastreamento do ponto de visão da câmera, identificação de marcadores e renderização dos objetos tridimensionais.

3.3.1 A ferramenta desenvolvida

A aplicação desenvolvida faz uso do conceito de visão por vídeo baseado em monitor. Esse sistema de RA utiliza a câmera do dispositivo para capturar a cena real que então é alterada com a adição do objeto virtual, gerado através da computação do aparelho.

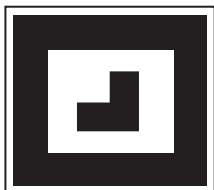
Para seu funcionamento, o aplicativo efetua a coleta das informações do acervo da biblioteca, previamente armazenadas em estrutura de dados e, então, as organiza em formato de lista para exibição no dispositivo. Após a escolha de um item, sua identificação ocorrerá com a inicialização da câmera do *smartphone* e a coleta dos *frames* de vídeo que são exibidos de acordo com a direção indicada por esta. Na identificação do marcador, o sistema inicia a projeção da animação computacional que, através de síntese de imagem, imprime na tela o objeto virtual responsável por identificar a posição do item.

3.3.2 O Marcador

Os sistemas de RA baseados em marcador trabalham na tentativa de reconhecimento de padrões previamente carregados e, para cada marcador identificado, fornecer a sua posição no espaço 3D em relação à câmera do dispositivo (YVISION, 2013). Como explica Raghav (2012), marcadores são sinalizadores visuais que permitem ao aplicativo saber o local para realizar a sobreposição da cena real com um objeto virtual. São constituídos por formas quadradas, compostos por cores sólidas e com bordas que tenham contraste, ver Figura 9.

Uma cópia da imagem é armazenada junto ao aplicativo em um arquivo .patt, que representa o marcador para a execução da ARToolKit. Outra é impressa e colocada em algum ponto do cenário real.

Figura 9 - Exemplo de Marcador

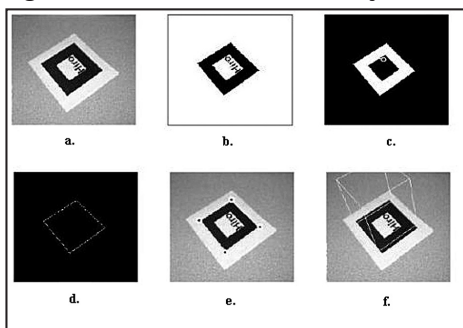


Fonte: Raghav (2012).

A identificação dos marcadores pela câmera do utilizador apresenta limites quanto à distância. A relação estabelecida entre o seu tamanho e a distância de visualização define que, para cada centímetro quadrado de marcador, este será identificado em aproximadamente 10 centímetros (TATENO; KITAHARA; OHTA, 2007).

O processo de rastreamento dos marcadores, como mostra a Figura 10, segue esta ordem: a) os frames de vídeo são capturados pela câmera do dispositivo; b) A imagem é convertida para formato binário (preto/branco); c) algoritmo de conexão de pontos une os pixels; d) a detecção de borda destaca as linhas exteriores do marcador; e) reconhecimento das bordas e cantos; f) estimativa de posicionamento é utilizada para determinar posição e orientação (KOEHRING, 2008).

Figura 10 - Processo de identificação de marcador



Fonte: Adaptado de Koehring (2008).

4 Experimentos

4.1 O cenário atual

Os livros de uma biblioteca são organizados em suas prateleiras geralmente agrupados em assuntos relacionados. O trabalho técnico de classificação do acervo é de responsabilidade de profissional bibliotecário que adota o sistema de classificação

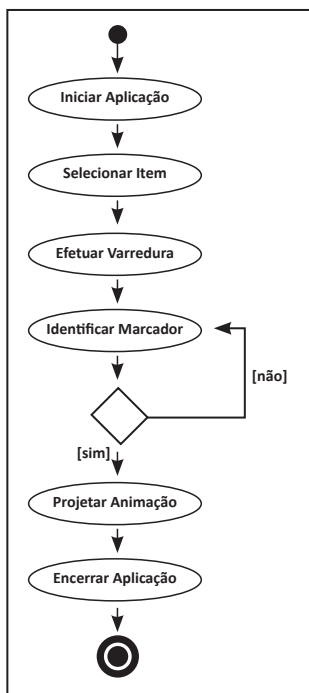
adequado ao cenário disponível. Como explica Pinheiro (2009), em vista da importância de existir uma classificação dos itens, as bibliotecas adotam códigos de classificação para identificar as obras em áreas e subáreas do conhecimento, destacam-se aqui os sistemas de classificação CDD (Classificação Decimal Dewey) e CDU (Classificação Decimal Universal) que atribuem a cada item uma etiqueta numeral responsável por indicar o seu posicionamento na biblioteca.

4.2 O funcionamento do *software*

Como a identificação dos itens está baseada em referências fixadas nas prateleiras e em cada item do acervo da biblioteca e a tarefa de localização destes está relacionada à busca manual pelo usuário, o aplicativo desenvolvido por esse trabalho busca facilitar a identificação do local do item de uma forma mais fácil e acessível.

O funcionamento da ferramenta consiste em identificar o marcador que está posicionado nas prateleiras e apontar, através de animação computacional, a localização do item buscado. O diagrama de atividades (ver Figura 11) que, segundo Fowler (2005), é utilizado para descrever o processo do negócio e o fluxo de trabalho, apresenta em uma visão de alto nível em relação às etapas seguidas na utilização do aplicativo.

Figura 11 - Diagrama de Atividade

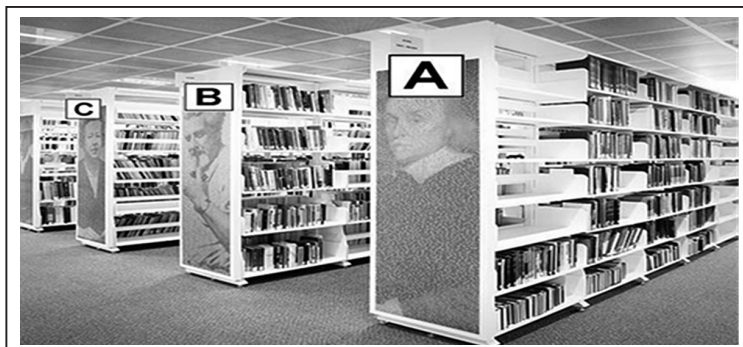


Fonte: Elaborado pelo autor.

Para que o *software* possa ser utilizado, é necessário que o ambiente seja prepa-

rado de maneira a tornar possível a organização das referências para a realização correta das consultas. Com isso, cada prateleira deverá ser referenciada com uma informação fixa para situar o local em que cada item do acervo está depositado, como, por exemplo, nomear cada local com uma informação que seja conhecida e visível no ambiente físico, conforme se pode ver na Figura 12.

Figura 12 - Exemplo de cenário de uma biblioteca organizada para uso do ARBook



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com esse cenário, a localização das obras se dará por aproximação referencial. Cada subdivisão de prateleiras ou grupo de livros receberá um marcador que será responsável por identificar os itens ali dispostos, como mostra a Figura 13. Esses livros serão apontados por uma mesma animação identificadora. Em situações em que a prateleira não disponibilizar subdivisões e apresentar uma lacuna de itens muito extensa, a decisão do espaçamento entre os marcadores será de decisão do profissional responsável pela biblioteca.

Figura 13 - Prateleiras com marcadores para identificação dos itens



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Usando o *software* ARBook

A ferramenta desenvolvida busca tornar mais fácil e acessível o processo de busca por itens nas prateleiras de uma biblioteca. Para isso, o aplicativo Android criado efetua a lista-

gem dos itens do acervo, incorpora um mecanismo de busca e projeção para encontrar e exibir a animação no momento da identificação de uma obra que se procura.

Com o cenário devidamente preparado para o uso da ferramenta e munido de um dispositivo Android, em sua versão 4.0 ou superior, com o aplicativo ARBook devidamente instalado, bastará iniciar sua execução para usufruir de suas funcionalidades.

No primeiro instante de abertura do aplicativo, é exibida uma listagem dos itens do acervo e apresentadas, ao utilizador, informações como: (i) capa da obra; (ii) título; (iii) autor; e (iv) uma breve descrição de seu conteúdo. Essa lista permite que a rolagem entre as obras aconteça com o toque na tela do dispositivo e movimentos verticais. A Figura 14 mostra essa etapa.

Figura 14 - ARBook: Tela inicial listagem de itens



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a escolha do item na primeira tela, bastará efetuar o toque sobre a área correspondente a ele que, então, o usuário será transferido a uma segunda tela. Nesse ponto, conforme se pode ver na Figura 15, as informações já apresentadas do livro são repetidas e o campo de descrição da obra é expandido. Mostra-se então a informação do local em que o item está no ambiente da biblioteca, indicando a prateleira em que a obra está depositada. Ao efetuar o toque na tela sobre a área do item ou sobre a informação de prateleira, o aplicativo iniciará a câmera do dispositivo e bastará ao utilizador dirigir-se ao local indicado e apontar o aparelho na direção dos marcadores, efetuando uma varredura manual sobre a área.

Figura 15 - ARBook: Tela de descrição de localização



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o aparelho sendo apontado na direção dos marcadores, o aplicativo passa a capturar a cena na procura do indicador de posição do item que se busca. Ao efetuar a identificação e reconhecimento do local, uma animação computacional é projetada indicando o ponto na prateleira onde a obra deverá estar. Com isso, o objetivo de execução do *software* é finalizado, bastando apenas ao usuário ir até a região mostrada e coletar o item procurado.

A Figura 16 demonstra um exemplo de execução do aplicativo na tarefa de identificação de itens, a imagem traz a visão do utilizador em três ângulos diferentes e mostra o resultado da animação que indica o local para um item buscado, por meio de projeção de objeto tridimensional sobre o marcador.

Figura 16 - ARBook: identificação de marcador



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 Trabalhos relacionados

Seguindo características similares de utilização deste trabalho, temos as seguintes aplicações: ARLibrary e o ShelvAR. O primeiro foi desenvolvido por Umlauf e Piringer (2002) na Universidade de Tecnologia de Viena, Áustria. Esse aplicativo visa a apoiar a localização de livros de uma biblioteca, o sistema utilizado é formado por um notebook preso a uma mochila, um capacete com câmera e um *touchpad* de pulso para a entrada de informações. Já o segundo é um projeto coordenado pelo Dr. William Brinkman, do *Augmented Reality Research Group, ARRG*, da Universidade de Miami. Este trabalho também utiliza um dispositivo Android e marcadores para identificação visual dos itens, no entanto sua abordagem foca a organização dos itens nas prateleiras, informando se cada um está em sua correta posição, busca auxiliar o trabalho de organização do retorno dos itens aos lugares corretos (BRINKMAN, 2012).

O fator de diferenciação desse trabalho em relação ao projeto desenvolvido pelo

ARLibrary, mesmo apresentando perspectiva similar de objetivos, está na maior mobilidade e acessibilidade para a localização dos livros, pois substitui equipamentos inadequados e pesados por uma alternativa mais usual e de fácil manipulação, o *smartphone*. Já em comparação ao estudo liderado por Brinkman, as desigualdades estão apontadas na abordagem diferenciada, pois mesmo utilizando cenário e recursos similares, a aplicação Android desenvolvida pelo ARRG é destinada aos profissionais bibliotecários na tarefa de posicionar livros de forma correta na prateleira e o projeto objeto desse artigo busca auxiliar a tarefa de busca destes.

6 Conclusão

A Realidade Aumentada é uma área de pesquisa e uma tecnologia com um grande campo de exploração, podendo ser empregada em inúmeras aplicações nas mais variadas áreas ou objetivos. Sua união com dispositivos móveis pode render uma enorme vantagem, visto que a mobilidade e a conveniência em sua utilização podem levar a grandiosas experiências aos utilizadores.

O trabalho de pesquisa e desenvolvimento deste artigo resultou na criação de um aplicativo Android que utiliza a Realidade Aumentada para auxiliar a tarefa de identificação de um item disposto nas prateleiras de uma biblioteca. Foi desenvolvido para averiguar a capacidade de criação de um *software* com o uso da RA e com o objetivo de permitir que o processo de identificação dos itens pudesse ocorrer de forma fácil e acessível.

O ARBook é um aplicativo Android que reúne aspectos da Realidade Aumentada, desenvolvido em linguagem Java sob o paradigma de programação orientado a objetos. Seu desenvolvimento trouxe algumas dificuldades, como, por exemplo, o fato de que a RA permanece em constante evolução e amadurecimento, fazendo com que as referências estivessem ainda no campo da pesquisa sem muitos resultados já finalizados. Somada a isso, a necessidade da utilização de um componente externo para realizar o suporte à realidade aumentada fez com que algumas adaptações e estudos específicos fossem necessários. A biblioteca AndAR, utilizada neste trabalho, ainda está em desenvolvimento, mas seus recursos e exemplos tornaram a realização dessa aplicação possível. A grande diluição do mercado de *smarphones* Android em suas diferentes versões impossibilitou a criação de um aplicativo destinado aos mais variados dispositivos. Além disso, a escolha por uma experiência gráfica moderna fez com que a utilização do *software* fosse restringida apenas a um determinado nicho de aparelhos.

Com a conclusão do desenvolvimento do ARBook, foi possível aprender o uso das ferramentas utilizadas, conhecer com maior nível de detalhes a Realidade Aumentada, seus conceitos e materiais envolvidos, bem como enriquecer o conhecimento pessoal sobre tecnologias disponíveis para o desenvolvimento de aplicações móveis. Ainda que seja possível receber diversos pontos de melhoramentos, o *software* criado consegue cumprir seus objetivos principais e reúne a RA em um aplicativo móvel que identifica um item, através de referência, em uma prateleira de biblioteca.

Referências

ANDAR. *Andar* – Android Augmented Reality. Disponível em: <<http://code.google.com/p/andar/>>. Acesso em: 20 out. 2012.

ANDROID. *Android*. Disponível em: <<http://www.android.com>>. Acesso em: 10 out. 2012.

AZUMA, Ronald; BAILLOT, Yohan; BEHRINGER, Reinhold; FEINER, Steven; JULIER, Simon; MACINTYRE, Blair. Recent Advances in Augmented Reality, *IEEE Computer Graphics and Applications*, v. 21, n. 6, 2001 p. 34-47. Disponível em: <<http://www.cs.unc.edu/~azuma/cga2001.pdf>>. Acesso em: 7 out. 2012.

BRAUDE, Eric. *Projeto de Software da programação à arquitetura: uma abordagem baseada em Java*. São Paulo: Bookman, 2005.

BRINKMAN, William. *Miami University Augmented Reality Research Group (MU ARRG!)*. Disponível em: <<http://www.users.muohio.edu/brinkmwj/ar/>>. Acesso em: 16 fev. 2013.

BROLL, Wolfgang; LINDT, Irma; OHLENBURG, Jan.; WITTKÄMPER, Michael; YUAN, Chunrong; NOVOTNY, Thomas; SCHIECK, Ava Fatah gen; MOTTRAM, Chiron; STROTHMANN, Andreas. ARTHUR: A Collaborative *Augmented Environment for Architectural Design and Urban Planning*. JVRB - Journal of Virtual Reality and Broadcasting. Disponível em: <<http://www.jvr.org/past-issues/1.2004/34>>. Acesso em: 7 out. 2012.

CHANGE VISION. *Astah Community*. Disponível em: <<http://astah.net>>. Acesso em: 20 jul. 2013.

CRUZ, Renato. *O avanço dos smartphones*. Disponível em: <<http://blogs.estadao.com.br/renato-cruz/o-avanco-dos-smartphones>>. Acesso em: 17 out. 2012.

FOWLER, Martin. *UML essencial: um breve guia para a linguagem-padrão de modelagem de objetos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GALVÃO, Marco Aurélio; ZORZAL, Ezequiel Roberto. Aplicações Móveis com Realidade Aumentada para Potencializar Livros. *CINTED-UFRGS*, v. 10 n. 1, 2012

KIPPPER, Gregory; RAMPOLLA, Joseph. *Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR*. Massachusetts: Syngress, 2012.

KIRNER, Claudio; SISCOUTO, Robson; CONSULARO, Luis; COELHO, Regina C. *Realidade Virtual e Aumentada Conceitos, Projeto e Aplicações*. Livro do Pré-Simpósio IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis, 2007.

KOEHRING, Andrew. *The application of polynomial response surface an polynomial chaos expansion metamodels within an augmented reality conceptual design enviroment*. Iowa: Iowa State University, 2008.

KOEHRING, Philip. *ARToolKit*. Disponível em: <<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>>. Acesso em: 20 out. 2012.

LOBO, Edson. *Guia Prático de Engenharia de Software*. São Paulo: Digerati Books, 2009.

LIDDY, Jenn. *Technology in Our World: Whose (Augmented) Reality?* Disponível em: <<http://infospace.ischool.syr.edu/2012/02/20/technology-in-our-world-whose-augmented-reality/>>. Acesso em: 3 out. 2012.

NYARTOOLKIT. *NyARToolKit Project*. Disponível em: <<http://nyatla.jp/nyartoolkit/>>. Acesso em: 20 Out 2012.

OPEN HANDSET ALLIANCE. *Open Handset Alliance*. USA, 2007. Disponível em: <<http://www.openhandsetalliance.com/index.html>>. Acesso em: 3 out. 2012.

OXFORD DICTIONARIES. *Oxford Dictionaries – The world’s most trusted dictionaries*. Disponível em: <<http://oxforddictionaries.com>>. Acesso em: 5 abr. 2013.

PINHEIRO, Mariza Inês da Silva. *Classificação em Cores: Uma Metodologia Inovadora na Organização da Bibliotecas Escolares do Município de Rondonópolis - MT*. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Campinas, v. 7, n. 1, p. 163-179, jul./dez. 2009

PRESSMAN, Roger S. *Engenharia de Software*. 6. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2006

TATENO, K.; KITAHARA, I.; OHTA, Y. *A Nested Marker for Augmented Reality*. Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba, 2007.

VALLINO, Jim. *Augmented Reality Page*. Disponível em: <<http://www.se.rit.edu/~jrv/research/ar>>. Acesso em: 3 out. 2012.

UMLAUF, Eike; PIRINGER, Harald. *ARLib: The Augmented Library*. In Proc. of the ART02, p. 188/2-2002/10, 2002.

RAGHAV, Sood. *Pro Android Augmented Reality Enhance your virtual world designs with the power of Android augmented reality*. New York: Apress, 2012.

ZORZAL, Ezequiel Roberto. *Estratégia para o Desenvolvimento de Aplicações Adaptativas de Visualização de Informações com Realidade Aumentada*. Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica, 2009.

YVISION. *Online tool for Augmented Reality markers generation*. Disponível em: <<http://www.yvision.com>>. Acesso em: 14 jul. 2013.