

# APLICAÇÃO PARA AUXÍLIO ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA FÍSICA UTILIZANDO AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E REALIDADE AUMENTADA

Flávia Gonçalves Fernandes, João Ludovico Maximiano Barbosa, Alexandre Cardoso

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

Uberlândia – MG, Brasil

flavia.fernandes92@gmail.com, joaolmbarbosa@gmail.com, alexandre@ufu.br

**Resumo** – A Automação Residencial está facilitando cada vez mais a vida dos moradores. Com a chegada de novas tecnologias, como a Realidade Aumentada e a biometria, esta prática torna-se mais acessível, possibilitando conforto para uma maior quantidade de pessoas. Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um sistema para auxílio às pessoas com deficiência física, utilizando Automação Residencial e Realidade Aumentada para dispositivos móveis, unindo as áreas da saúde, engenharia e tecnologia. Logo, a aplicação pode proporcionar aos seus usuários maior conforto, comodidade, otimização do tempo causado pela diminuição das tarefas rotineiras e principalmente segurança, praticidade, acessibilidade e economia.

**Palavras-Chave** – automação residencial, deficiência física, realidade aumentada.

## APPLICATION FOR AID TO PERSONS WITH DISABILITIES PHYSICAL USING AUTOMATION RESIDENCIAL AND AUGMENTED REALITY

**Abstract** - The Home Automation is increasingly facilitating the lives of residents. With the arrival of new technologies such as Augmented Reality and biometrics, this practice becomes more accessible, providing comfort for a larger amount of people. This work aims to present the development of a system to help people with physical disabilities, using Automation Residencial and Augmented Reality to mobile devices, uniting the areas of health, engineering and technology. Therefore, the application can provide its users more comfort, convenience, time optimization caused by the decrease in routine tasks and mainly safety, convenience, accessibility and economy.

**Keywords** - home automation, disability, augmented reality.

## I. INTRODUÇÃO

A tecnologia da informação aplicada à área da saúde tem se intensificado nos últimos anos [1]. As inovações na informática proporcionam novas possibilidades através de ambientes capazes de prover rapidamente dados selecionados e modelados, de forma a apoiar o processo de decisões médicas. Também sugere diagnósticos, auxilia no tratamento de doenças, bem como no aperfeiçoamento do ensino médico.

O aumento da expectativa de vida do brasileiro, o crescente número de idosos, o desejo e a necessidade de independência dessas pessoas e os problemas que enfrentam no dia a dia devido à idade avançada ou a alguma deficiência física, são fatores que contribuem para uma evolução significativa da automação residencial e de inovações tecnológicas, como a Realidade Aumentada, possibilitando maior conforto e facilidade às pessoas que possuem alguma limitação física [1].

A tecnologia evolui para melhorar a vida das pessoas, em geral, tornando-a mais fácil e agradável. Para os portadores de deficiência, ela chegou para tornar as coisas possíveis, transformando a incapacidade em ação. No Brasil, existe lei que incentiva o fomento da tecnologia de bioengenharia nacional e a importação de produtos que promovam a inclusão social de pessoas com deficiência [1].

No contexto da Automação Residencial, as pessoas têm, ao seu alcance, uma gama de possibilidades práticas e econômicas que utilizam a automação, desde a básica até a mais abrangente, em sistemas de integração para diversos ambientes. O resultado pode ser um ambiente prático, confortável, agradável, mais bonito, valorizado e seguro, de acordo com o interesse do usuário [2].

A automação residencial trata-se da aplicação de sistemas de controle automáticos para todas as funções encontradas no ambiente, integrando seus acionamentos e visando sempre a praticidade, simplicidade e objetividade dos comandos. Mas, também consideram a estética da aplicação, o conforto do usuário e a valorização do ambiente [3].

Dentre as inovações tecnológicas que vêm surgindo ultimamente, destacam-se a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA).

A Realidade Virtual (RV) é definida como uma abordagem entre o usuário e uma interface computadorizada, que envolve a simulação em tempo real de um determinado ambiente, cenário ou atividade e oferece interação ao usuário através de múltiplos canais sensoriais [1].

E Realidade Aumentada (RA) é a amplificação da percepção sensorial por meio de recursos computacionais. Assim, associando dados computacionais ao mundo real, a RA permite uma interface mais natural com dados e imagens geradas por computador [4].



XIII CEEL - ISSN 2178-8308  
12 a 16 de Outubro de 2015  
Universidade Federal de Uberlândia - UFU  
Uberlândia - Minas Gerais - Brasil

A partir dos estudos realizados, observa-se que as aplicações de RV e RA na área da saúde estão evoluindo, principalmente nas áreas de treinamento de procedimentos (simulação médica e cirurgias), apresentação de conteúdo (ensino da medicina), fisioterapia (reabilitação motora), diagnóstico de problemas na coluna vertebral, tratamento de fobias [4].

Com a evolução tecnológica, os dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, tornaram-se boas plataformas portáteis para Realidade Aumentada e facilitam a comunicação via rede sem fio. Logo, como a demanda pelo uso desses instrumentos tecnológicos aumenta, as aplicações de RA também estão em constante crescimento.

Dentre as vantagens da mobilidade, encontram-se o acesso à informação de forma rápida, flexível, em tempo real e de qualquer lugar. Essa praticidade motiva o desenvolvimento de aplicações nas áreas da saúde e da educação, por exemplo, visto que são setores cruciais para o desenvolvimento humano e ainda necessitam de inovações para garantir melhor qualidade de vida e formação profissional à população [5].

Nesta linha de raciocínio, este trabalho tem como objetivo principal apresentar uma nova ferramenta de Realidade Aumentada para Automação Residencial com a finalidade de comandar ações, como ligar/desligar luz, por exemplo, para pessoas com deficiência física, com o objetivo de auxiliá-las a executar atividades do cotidiano. Neste sistema, o usuário faz o controle de botões por meio de gestos realizados em um ambiente de RA e acoplado a instrumentos de automação residencial, proporcionando maior interatividade e motivação durante o seu uso.

## II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### A. Automação Residencial

A automação residencial é o conjunto de serviços proporcionados por sistemas tecnológicos integrados como o melhor meio de satisfazer as necessidades básicas de segurança, comunicação, gestão energética e conforto de uma habitação [3].

Um dos sinônimos de automação residencial é a domótica, que resulta da junção da palavra latina *Domus* (casa) com *Robótica* (controle automatizado de algo). Ela é um domínio de aplicação tecnológica, que tem por objetivo melhorar a qualidade de vida, reduzindo o trabalho doméstico, aumentando o bem-estar e a segurança de seus habitantes, visa também uma utilização racional e planejada dos diversos meios de consumo [6].

Para [4], seu conceito vem da necessidade do homem de querer realizar o mínimo de esforço durante atividades corriqueiras. Quando se fala em modernidade fazemos associação com conforto, pois tudo que está ligado à tecnologia basicamente está relacionado à melhoria da vida humana.

Quando ela surgiu, por volta dos anos 80, com os primeiros edifícios, pretendia-se controlar a iluminação, climatização, a segurança e a interligação entre os três elementos. Atualmente, a ideia base é a mesma, a diferença é o contexto para o qual o sistema está sendo aplicado: já não em um contexto militar ou industrial, mas sim o doméstico. Apesar de ainda ser pouco conhecida e divulgada, a domótica

promete vir a ter muitos adeptos, devido ao conforto e comodidade que ela pode proporcionar [6].

Ela utiliza vários elementos e uma forma sistêmica, aliando as vantagens dos meios eletrônicos aos informáticos, de forma a obter uma utilização e uma gestão integrada dos diversos equipamentos de uma habitação [6].

A automação residencial possui diversas vantagens ressaltadas por [3]. Dentre elas, podem ser citadas: segurança; flexibilidade; acesso remoto; escalabilidade e modularidade; agregação de valor ao imóvel; economia de recursos; conforto.

Há pouco tempo, ela era algo que poucas pessoas investiam, pois, o seu custo era alto e as aplicações eram pequenas. Com o avanço tecnológico, vários aparelhos eletrônicos surgiram e outros se modernizaram fazendo com que as aplicações de automação residencial aumentassem e seus custos diminuíssem. Esse tipo de tecnologia deixou de ser algo inatingível para muitos e começou a crescer em bom ritmo desde meados de 2010, com a entrada de peso da nova classe média neste mercado [2].

Segundo os dados da tabela de “Evolução da adoção de algumas tecnologias”, exposta no artigo de [3], desenvolvida pela *National Association of Home Builders* (NAHB), a previsão para 2015 é que cerca de 70% dos imóveis residenciais novos terão automação integrada. Muitos construtores, em torno de oitenta e quatro por cento (84%), consideram que incorporar tecnologia às residências que constroem é um importante diferencial mercadológico, ainda mais com a escassez de terrenos e a necessidade de gerar novos produtos rapidamente, podendo ser um fator decisivo para atingir consumidores com necessidades específicas [3].

De acordo com os dados da Associação Brasileira de Automação Residencial (Aureside), mostrado no artigo de [2], “cerca de um milhão de residências no Brasil têm potencial imediato para receber algum tipo de solução de automação”, o que mostra que este mercado ainda pode ser bastante explorado.

A cada dia que passa, a automação residencial vem facilitando e melhorando a vida das pessoas, ainda mais com o surgimento de novas tecnologias que facilitam a instalação destes sistemas e diminuem o seu custo. Para muitos, a automação residencial é considerada como um status de modernidade, e promovê-la através de dispositivos que pessoas possuem, a torna ainda mais atrativa.

### B. Realidade Aumentada Móvel

O mercado de celulares está crescendo cada vez mais e estudos mostram que atualmente mais de 3 bilhões de pessoas possuem um aparelho celular, e isso corresponde a mais ou menos metade da população mundial [7].

Os usuários estão procurando celulares e smartphones que possuem diversos recursos, tais como câmeras, bluetooth, jogos, ótima interface visual, GPS, acesso a internet e emails, entre outras aplicações. Sendo assim, a mobilidade está cada vez mais conhecida e utilizada, demandando novas aplicações capazes de executarem em celulares e smartphones e sincronizar informações das organizações.

As pessoas estão fisicamente em constante movimento, mas ainda necessitam estar conectadas aos seus amigos, aos

familiares e ao trabalho. Isso é possível devido às tecnologias móveis. Atualmente, as pessoas estão tão acostumadas a estar conectadas o tempo todo, que podem ficar ansiosas se a bateria parar de funcionar ou se não encontrarem seus dispositivos móveis [7].

Os dispositivos móveis são ferramentas que auxiliam na criação de aplicações e associados à Realidade Aumentada tornam-se uma poderosa ferramenta para desenvolvimento de aplicações em diversas áreas, tais como educação, saúde, indústria, jogos e visualização da informação e automação.

Eles também são veículos essenciais para o uso de várias tecnologias e todas as suas funções atuais tenderão a ficar obsoletas, provocando assim a evolução no sentido do multifuncional, ou seja, o "mobile" passará a ser "all mobile", composto por um número de serviços e aplicações multimídia, unindo o *streaming* de áudio e vídeo, o acesso à Internet, informação georreferenciada, informação em tempo real, realidade aumentada, entre outros, enquanto houver limites para transpor na nossa imaginação.

A Realidade Aumentada é uma área tipicamente multidisciplinar que envolve conceitos provenientes de diversos segmentos, com aplicação em várias áreas ou campos específicos da vida econômica, social e cultural. Por permitir uma interação humano-computador mais natural em ambiente tridimensional (3D) e possibilitar a reprodução de situações reais, torna-se um recurso de amplo potencial que pode ser combinado com o uso de dispositivos móveis.

Com a crescente demanda por aplicações de Realidade Aumentada (RA) para plataformas móveis, surge a necessidade de ferramentas para localização e reconhecimento de imagens especialmente construídas, levando-se em conta as características e limitações inerentes a tais dispositivos, como o uso de sensores de orientação, GPS e interfaces adaptadas multi-toques.

Alguns aparelhos de telefone celular são dispositivos que apresentam um bom poder de processamento, levando-se em conta que se tratam de dispositivos móveis microprocessados com características limitadas. Estes são capazes de executar aplicações desenvolvidas nas linguagens C++ e Java.

As novidades tecnológicas progredem rapidamente e o futuro da computação móvel está se tornando cada vez mais promissor. Os dispositivos móveis estão cada vez mais eficientes, especialmente com a chegada dos *Smartphones*, que possuem recursos inteligentes integrados. Um dos objetivos é melhorar a mobilidade e usabilidade sem perder o desempenho, pois esses aparelhos vêm adquirindo mais capacidade de processamento e de armazenamento. Além disso, com mais recursos de conectividade, são capazes de proporcionar altas taxas de transferência de dados, podendo transferir mídias em tempo real [8].

A capacidade da evolução tecnológica é interessante. Já ocorreu com os computadores, que nos primórdios eram lentos e pesados, hoje possuem vários núcleos de processamento, produzindo a agilidade necessária para os tempos modernos em que vivemos. Com os dispositivos móveis, o caminho da evolução é o mesmo [8].

### III. TRABALHOS RELACIONADOS

Em "Automação Residencial: um grande auxílio para idosos e deficientes", os autores apresentam um sistema que

controla toda a residência por meio de recursos automatizados, facilitando a vida de pessoas idosas e portadoras de deficiência física [9]. A visão geral da casa controlada por automação residencial é apresentada na Figura 1.

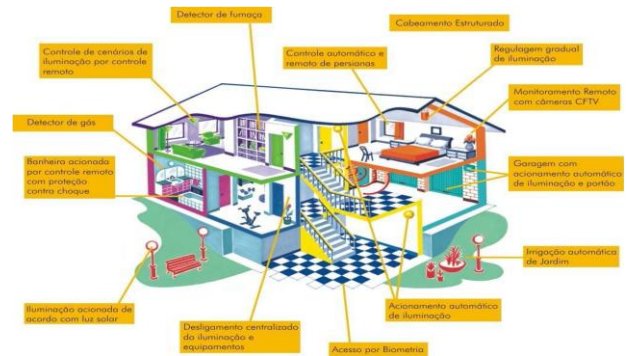


Fig. 1. Casa controlada por Automação Residencial [9].

Outro trabalho que aborda automação residencial é "Necessidades e Soluções – Domótica e robôs de serviço para idosos e deficientes", que se trata de um sistema que realiza o controle residencial por meio de comandos de voz e da domótica [10]. Na Figura 2, pode-se observar o seu funcionamento na sala.



Fig. 2. Sala controlada por comandos de voz [10].

O sistema para melhoria da qualidade de vida das pessoas dependentes e com deficiência através de automação residencial e tele assistência é outro exemplo da aplicação. Nele, os médicos fazem o controle de seus pacientes por meio de Automação Residencial e Tele assistência, utilizando Bluetooth. Assim, o *gateway* residencial executa a verificação de erros e se conecta ao servidor de armazenamento de parâmetros biomédicos para transmitir os resultados das medições [11]. Na Figura 3, é apresentado um diagrama esquematizado sobre o funcionamento da aplicação.

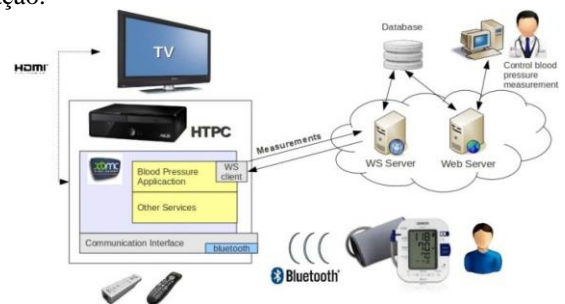


Fig. 3. Automação residencial e tele assistência médica [11].



Também há uma aplicação chamada Mimus, que efetua controle residencial para portadores de deficiência. Este sistema codifica os recursos de conhecimento como uma ontologia OWL (*Web Ontology Language*), a qual é uma linguagem para definir e instanciar ontologias na Web. Ela pode incluir descrições de classes e suas respectivas propriedades e seus relacionamentos e foi projetada para o uso por aplicações que precisam processar o conteúdo da informação ao invés de apenas apresentá-la aos humanos. Ela facilita mais a possibilidade de interpretação por máquinas do conteúdo da Web do que XML (*eXtensible Markup Language*), por fornecer vocabulário adicional com uma semântica formal e hoje é uma recomendação do padrão W3C (*World Wide Web Consortium*). [12]. A Figura 4 apresenta o design desta ferramenta para controle residencial.



Fig. 4. Sistema Mimus para controle residencial [12].

Nos quatro exemplos citados anteriormente, foram citadas aplicações para controle residencial de modo convencional utilizado no mercado. Porém, o sistema apresentado neste trabalho diferencia-se deles devido ao uso da Realidade Aumentada, a qual é uma inovação tecnológica mais atrativa e tem se tornado mais acessível aos consumidores.

Além disso, a Medicina, Engenharia Biomédica e áreas da saúde relacionadas têm, substancialmente, sido beneficiadas dos avanços tecnológicos apresentados pela Realidade Aumentada, nos últimos anos. Pesquisadores acreditam que RA providencia um recurso ímpar para o ensino e treinamento em estruturas anatômicas. Um dos principais problemas para educação em Medicina, em geral, é providenciar um senso realístico da inter-relação entre estruturas anatômicas no espaço [1].

Como exemplo de aplicação de RA na área da saúde tem-se um sistema que permite a visualização de objetos 3D reconstruídos a partir de imagens de RMN (Ressonância Magnética Nuclear), visando à simulação de laparoscopia. Usando RA, o sistema disponibiliza informações adicionais ao usuário por meio de notas incluídas no ambiente virtual [13]. Por meio de dispositivos hápticos são simuladas as sensações de segurar as pinças durante o treinamento do procedimento, conforme mostrado na Figura 5.



Fig. 5. Simulação de laparoscopia [13].

Um exemplo de aplicação existente que utiliza interação natural é a Fusion4D do projeto VIDA [14], ilustrado na Figura 6. Este trabalho trata-se de uma aplicação 3D na qual o usuário interage com os objetos virtuais como se estivessem realmente em suas mãos, podendo mover, girar, aumentar, explodir em detalhes e até mesmo ver como os objetos seriam no passado e no futuro.



Fig. 6. Projeto Fusion4D [14].

Outra aplicação desenvolvida é um simulador cirúrgico para o treinamento da coleta de medula óssea para transplante em crianças, ilustrado na Figura 7. A partir deste sistema, uma série de metodologias voltadas à avaliação online do usuário tem sido implementadas com o objetivo de monitorar suas ações e classificar suas habilidades [15].



Fig. 7. Simulador para coleta de medula óssea [15].

#### IV. APLICAÇÃO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E RA PARA PORTADORES DE DEFICIÊNCIA FÍSICA

Neste trabalho, as metodologias de pesquisa empregadas foram coletas e análise de informações, experimentos realizados e seus delineamentos, esquemas de verificação de resultados, mantendo rigorosa coerência e consistência com a

busca de respostas às questões técnico-científicas formuladas e os processos para obtenção dos resultados. Dessa forma, foi realizada pesquisa bibliográfica adequada sobre Automação Residencial e Realidade Aumentada, aplicações na área da saúde e desenvolvimento de sistemas para dispositivos móveis.

O processo de desenvolvimento de sistemas contempla antecipadamente a modelagem para análise através de métodos formais e gráficos, que abrangem de forma integral a representação dos sistemas. Dentro das práticas recomendadas, este trabalho foi desenvolvido através de diversas fases, descritas a seguir [16]:

1. Fase de Concepção: documentação contendo modelos que contenham os requisitos da aplicação a ser construída baseada em Casos de Uso, utilizando a linguagem de modelagem UML (*Unified Modeling Language*).

2. Fase de Elaboração: documentação técnica para a arquitetura do sistema contendo diagramas como Modelo de Dados, Diagramas de Atividades, Diagramas de Estado, Modelo de Deployment e Implantação.

3. Fase de Construção: desenvolvimento do software para RVA utilizando dispositivos móveis e interação natural por meio de reconhecimento de gestos. Prototipação do sistema de automação que consistiu no desenvolvimento do circuito elétrico e na central de comandos.

4. Fase de Integração: criação da interface entre o sistema de RVA e o de automação.

5. Fase de Testes: plano de testes e realização de testes integrados na aplicação desenvolvida.

Em relação aos aspectos metodológicos e tecnológicos, para a construção do módulo de automação residencial, utilizou-se o Arduino, que é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open-source*, projetada com um microcontrolador Atmel AVR de placa única, com suporte de entrada/saída embutido, uma linguagem de programação padrão, a qual tem origem em *Wiring*, e é essencialmente C/C++ [17].

O Arduino é o responsável pela parte de controle do sistema de automação, recebendo os comandos e os encaminhando para as cargas a serem controladas, para efeito demonstrativo, foram utilizados led's para representar o acionamento e desligamento das cargas elétricas.

Além disso, utilizou-se RA para o desenvolvimento de ambientes virtuais, incluindo interações e animações, com uso das linguagens de programação Java e Javascript, a linguagem de marcação HTML (*HyperText Markup Language* - Linguagem de Marcação de Hipertexto) para estruturação dos conteúdos, a linguagem CSS (*Cascading Style Sheets* - Folha de Estilos em Cascata) para formatação dos conteúdos estruturados, além do ambiente de desenvolvimento Eclipse, conectado ao emulador do sistema Android, e também a ferramenta de modelagem gráfica Blender, a fim de contemplar cálculos e comandos, visando criar para o usuário a possibilidade de interagir com ambientes virtuais atrativos. Utilizou-se também o sistema Android para dispositivos móveis na realização de testes e para sua utilização prática e efetiva.

Para a prototipação do módulo de RA, adotou-se o emulador Android, também conhecido como Android Virtual Device (AVD), que é um reconhecimento de características de smartphones usando a versão do Android escolhida. Com

ele, são carregados a imagem do sistema e características, onde o usuário pode realizar testes no projeto.

O Android SDK também foi usado, o qual é um aplicativo instalado no *software* Eclipse que permite que os desenvolvedores elaborem as aplicações a partir de um dispositivo virtual para os aparelhos de celular e *tablet*, desde jogos a utilitários que façam uso das funções oferecidas pelos aparelhos, como *touchscreen*, Câmera, GPS, bússola, acelerômetro, *Bluetooth*.

O trabalho apresentado funciona da seguinte maneira: o usuário, através de um sistema de rastreamento de movimento, tem os movimentos de sua cabeça monitorados, os quais são considerados como comandos de liga/desliga. Estes comandos, por sua vez, são enviados para a central de comandos do sistema de automação residencial, o qual liga ou desliga uma carga elétrica através dos módulos de acionamento. A central de comandos ainda se comunica com um sistema de RA, o qual mostra ao usuário o estado (ligado/desligado) das cargas elétricas que estão sendo controladas. Desta forma, o usuário, mesmo não estando no local, obtém um *feedback* de sua ação através da RA. Na Figura 8, é apresentado um diagrama de ligação dos módulos da aplicação.

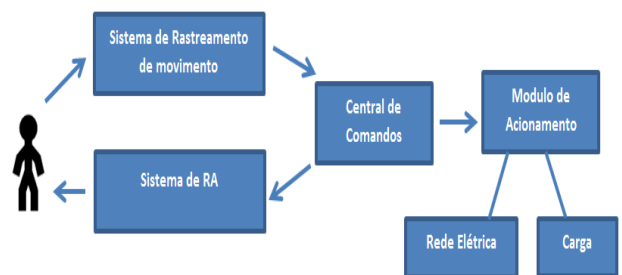


Fig. 8. Diagrama de ligação dos módulos da aplicação.

Na Figura 9, é apresentada uma maquete de uma casa para controle residencial com a finalidade de aplicar e demonstrar o sistema desenvolvido.

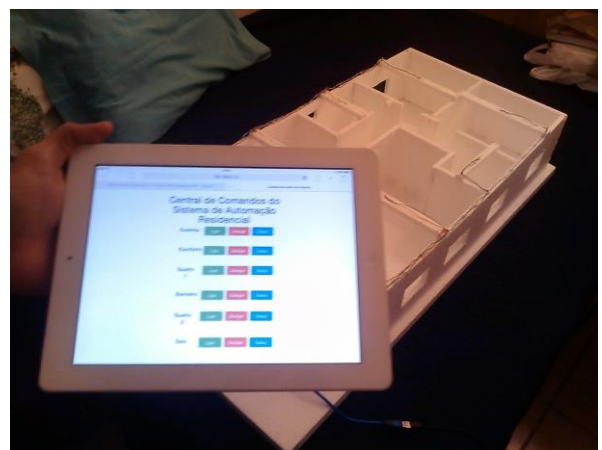


Fig. 9. Protótipo do sistema.

Na Figura 10, é exibido o menu inicial do ambiente de RA, utilizado como interface para permitir maior interação do usuário com o sistema e sua própria residência.

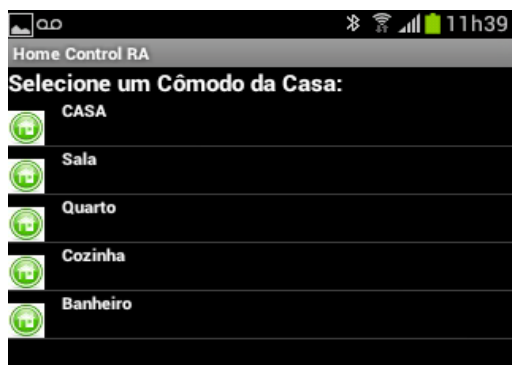


Fig. 10 . Tela inicial da aplicação no celular.

Na Figura 11, são exibidos dois móveis da casa em Realidade Aumentada por meio de marcadores, dispostos frente à câmera de celular com plataforma Android.



Fig. 11 . Móveis da casa em RA.

## V. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Em virtude do que foi mencionado, observa-se que diversas áreas podem ser contempladas com a utilização de Realidade Aumentada, como a saúde, a educação, o lazer, o entretenimento, a automação, a visualização da informação e jogos.

Assim, visto que a saúde é um dos setores mais importantes para a população, há uma crescente expansão da Automação Residencial e da Realidade Aumentada na implementação de novos sistemas e sua contribuição no desenvolvimento de aplicativos na área da saúde e medicina.

Com isso, este trabalho apresentou a utilização da tecnologia de Realidade Aumentada combinada a Automação Residencial para criação de ambientes de auxílio para pessoas portadoras de deficiência física, permitindo ampliar as possibilidades de acessibilidade e comodidade.

Além disso, a aplicação pode proporcionar aos seus usuários maior conforto, otimização do tempo causado pela diminuição das tarefas rotineiras e principalmente segurança, praticidade e economia.

Como proposta de melhorias futuras, propõe-se adicionar novas funcionalidades na aplicação, tais como, automatizar outras áreas da residência e melhorar o ambiente virtual para que a presença de RA seja ainda mais interativa e mais próxima da realidade.

## REFERÊNCIAS

[1] Damasceno, Eduardo et al. *Proposta de um ambiente de reabilitação motora virtual de baixo custo*. São Paulo: 6º Workshop de Realidade Virtual e Aumentada, 2009.

[2] Marques, R. *Automação residencial aquece o mercado em 2011*. Disponível em: <<http://planetech.uol.com.br/2011/03/14/automacao-residencial-aquece-o-mercado-em-2011/>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

[3] Muratori, J. R.; Bó, P. H. D. *Automação residencial: histórico, definições e conceitos*. Disponível em: <[http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed62\\_fasc\\_automacao\\_capI.pdf](http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed62_fasc_automacao_capI.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2015.

[4] Kirner, Claudio; Siscoutto, Robson. *Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações*. Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality. Porto Alegre: SBC, 2007. 202 p.

[5] Costa, Rosa Maria; RIBEIRO, Marcos Wagner. *Aplicações de realidade virtual e aumentada*. Porto Alegre: SBC, 2009. 146 p.

[6] Vecchi, H. F.; Ogata, R. J.; Santos, N. M. D. *Introdução: Domótica Edifícios Inteligentes*. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/ia/intelige/domotica/int.htm>>. Acesso em: 18 abr. 2015.

[7] Lecheta, Ricardo R. *Google Android*. São Paulo: Novatec, 2010. 2ed. 608 p.

[8] Woodill G.. “*The Mobile Learning Edge: Tools and Technologies for Developing Your Teams*”, 1st ed., McGraw-Hill, 2010. Disponível em: <<http://www.mobilelearningedge.com>>. Acesso em: 10 mai. 2014.

[9] Nichele, Daniel Brandão. *Automação residencial: um grande auxílio para idosos e deficientes*. Trabalho de Conclusão de Curso. Itatiba, 2010.

[10] Harma, Panu et al.. “*Needs and solutions - home automation and service robots for the elderly and disabled*”. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, IROS, 2005.

[11] Pérez, Guillermo et al.. “*A multimodal architecture for home control by disabled users*”. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, IROS, 2006.

[12] Rifon, Anido et al.. “*Improving the quality of life of dependent and disabled people through home automation and tele-assistance*”. The 8th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2013), 2013.

[13] Silva, Ana Ventura. *Simulação em laparoscopia*. Dissertação de Mestrado. Abril de 2014. Universidade da Beira Interior.

[14] Machado, L.S. *A Realidade Virtual no Modelamento e Simulação de Procedimentos Invasivos em Oncologia Pediátrica*. Tese de Doutorado. Março de 2013. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

[15] Harma, A. et al. “*Techniques and applications of wearable augmented reality audio*”. In: Audio Engineering Society Convention Paper, Amsterdam, Holanda, 2003.

[16] Bobbch, G. et al.. *UML: Guia do Usuário*. Campus, 2005.

[17] Arduino Build Process. *Arduino*. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Hacking/BuildProcess>>. Acesso em: 30 abr. 2015.