

SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL CONTROLADO PELO DISPOSITIVO VESTÍVEL MYO

Flávia Gonçalves Fernandes, João Ludovico Maximiano Barbosa,
Alexandre Cardoso, Edgard Afonso Lamounier Júnior

Universidade Federal de Uberlândia - UFU

Faculdade de Engenharia Elétrica - FEELT

Uberlândia – MG, Brasil

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

Resumo – A Automação Residencial proporciona diversos benefícios para a população, como acessibilidade, segurança, facilidade de comunicação, economia de energia, tempo e esforço. Assim, neste trabalho, foi desenvolvido um sistema de automação residencial utilizando o dispositivo vestível Myo em um ambiente de Realidade Virtual, proporcionando maior interatividade e motivação durante o seu uso, o que se mostrou bastante eficaz no auxílio às atividades domésticas, principalmente para usuários que possuem deficiência física ou dificuldade de locomoção.

Palavras-Chave – automação residencial, dispositivos móveis, dispositivos vestíveis.

RESIDENTIAL AUTOMATION SYSTEM CONTROLLED BY DEVICE MYO WEARABLE

Abstract - The Home Automation provides many benefits to the population, such as accessibility, security, ease of communication, energy saving, time and effort. In this work, we developed a home automation system using the wearable device Myo in a Virtual Reality environment, providing greater interactivity and motivation during use, which proved to be quite effective in helping the domestic activities, especially for users who have physical disabilities or limited mobility.

Keywords - home automation, mobile devices, wearables devices.

I. INTRODUÇÃO

A Tecnologia Assistiva, no Brasil, de acordo com o Comitê de Ajudas Técnicas da Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República, está relacionada a produtos, recursos, metodologias, tecnologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a acessibilidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social [1].

Os recursos de Tecnologia Assistiva, quando combinados aos recursos tecnológicos de automação residencial e realidade virtual, podem atender a uma grande diversidade de usuários com deficiências. Com o avanço tecnológico, os usuários estão, principalmente, interessados em serviços que

tornam o ambiente altamente inteligente e facilitam significativamente suas atividades.

Indivíduos com necessidades especiais geralmente demandam auxílio de terceiros para realizar as suas atividades cotidianas. Por exemplo, podem apresentar dificuldade para se locomover. Pessoas com esse perfil e também idosos necessitam de dispositivos ou tecnologias que facilitem ou orientem sua locomoção [2].

A tecnologia da informação aplicada à área da saúde tem se intensificado nos últimos anos. 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 [3].

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 necessidade especial, são fatores que contribuem para uma evolução significativa da automação residencial e de inovações tecnológicas, como a Realidade Virtual, possibilitando maior conforto e praticidade às pessoas que possuem alguma limitação física [4].

A automação residencial trata-se da aplicação de sistemas de controle automáticos para 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 [5].

No contexto da Automação Residencial, as pessoas têm ao seu alcance uma diversidade de possibilidades práticas e econômicas, desde a básica até a mais abrangente, com sistemas adaptáveis para diversos espaços. O resultado pode ser um ambiente prático, confortável, agradável, mais bonito, valorizado e seguro, de acordo com o interesse do usuário [6].

Realidade Virtual (RV) é um sistema computacional usado para criar um ambiente artificial, no qual o usuário tem a impressão de não somente estar dentro deste ambiente, mas também habilitado, com a capacidade de navegar no mesmo, interagindo com seus objetos de maneira intuitiva e natural [7].

Desse modo, a Realidade Virtual está sendo cada vez mais aplicada/utilizada no setor da saúde, 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 [8].

Nesta linha de raciocínio, este trabalho tem como objetivo principal apresentar uma ferramenta de Realidade Virtual para Automação Residencial com a finalidade de comandar cargas elétricas (ligar/desligar) através de gestos por meio do dispositivo *Myo* para auxiliar as pessoas a executar atividades do cotidiano. Neste sistema, efetua-se o controle de botões por meio de gestos realizados pelo usuário que esteja utilizando o dispositivo vestível *Myo* em um ambiente de RV e acoplado a um sistema de automação residencial, proporcionando maior interatividade e motivação durante o seu uso.

Este trabalho visa também auxiliar na acessibilidade e na autonomia de pessoas com deficiência física ou dificuldades de locomoção, visto que o controle deste sistema é realizado por gestos transmitidos ao *Myo*, que funciona como um bracelete. Desse modo, o usuário executa atividades, como ligar e desligar as lâmpadas da casa, por exemplo, sem a necessidade de se deslocar pela sua residência. Para pessoas que utilizam cadeiras de rodas de maneira permanente ou temporário (estado de reabilitação), esta aplicação é muito útil para promover maior independência desses pacientes, além de tornar a rotina menos trabalhosa e desgastante.

Pode-se dizer que 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 o intangível em factível, transformando a incapacidade em ação.

A seguir, são apresentadas as definições sobre dispositivos vestíveis e uma descrição sobre o *Myo*.

II. FUNDAMENTOS SOBRE DISPOSITIVOS VESTÍVEIS

Dispositivos portáteis ou vestíveis, também conhecidos como *wearables*, são pequenos dispositivos eletrônicos que podem ser facilmente acoplados ao corpo do usuário. Eles possibilitam a presença da Realidade Virtual em diversas aplicações, visto que é uma tecnologia de interface avançada entre um usuário e um sistema computacional [9].

Comumente, neste tipo de tecnologia, existe uma constante interação entre o computador e o usuário, exigência que resultou na criação de alguns botões que ligam e desligam automaticamente. Outra característica é a capacidade de multitarefa, pois não é necessário parar o que está fazendo para usar o dispositivo. Assim, eles podem ser incorporados pelo utilizador ao atuar como uma prótese. Pode, portanto, ser uma extensão da mente e/ou do corpo do usuário [9].

O *Myo* é um dispositivo vestível que detecta atividade muscular do antebraço do usuário (Figura 1) através da leitura dos impulsos elétricos do músculo, convertendo determinados impulsos lidos em comandos, por isso torna-se necessário realizar uma calibração da braçadeira para cada usuário, pois cada um possui atividades e contrações musculares específicas. Após efetuada a sua calibração, o *Myo* possibilita controlar softwares e outras aplicações por meio de gestos e movimentos. Seu propósito é controlar

computadores, telefones e outros dispositivos, enviando os dados capturados por ele via Bluetooth [10].



Fig. 1. Dispositivo vestível *Myo*.

No próximo tópico, são apresentadas algumas arquiteturas para a montagem do sistema de automação residencial com Arduino e uma estimativa de preço para cada uma delas.

III. ARQUITETURAS DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM ARDUINO

Para o desenvolvimento deste trabalho, realizou-se o levantamento de quatro arquiteturas diferentes para a implementação do sistema de automação residencial remoto, sendo elas:

- Arduino com Comunicação Serial;
- Arduino com dispositivo de radiofrequência NRF24L01;
- Arduino com *XBee*;
- Arduino com *WifiShield*.

A seguir, é apresentada uma descrição de cada arquitetura. São características comuns entre elas:

- O envio dos comandos de controle pelo usuário através da Internet por meio de um *WebService*.
- Os módulos de acionamento utilizados para ligar/desligar as cargas elétricas através de um sinal de 5Vdc que ativa ou não um relé, permitindo a passagem de corrente para a alimentação da carga elétrica.

A. Arduino com Comunicação Serial

Nesta arquitetura, o servidor que expõe o *WebService* de comandos deve estar obrigatoriamente conectado ao Arduino, pois os comandos são enviados do servidor para o Arduino através de um cabo USB (*Universal Serial Bus*) por meio de comunicação serial.

Os módulos de acionamento também estão ligados diretamente ao Arduino, e são compostos essencialmente de um relé e um circuito de chaveamento com transistor. Vale ressaltar que os módulos de acionamento não devem estar distantes do Arduino, pois devido às perdas de potência relacionadas à distância, pode acontecer do sinal enviado do Arduino para o módulo acionador não conseguir ativar o relé. Por esta razão, aconselha-se deixar os módulos de acionamento próximos ao Arduino. A utilização dos relés deve-se ao fato das cargas elétricas utilizadas na residência serem de 127 Vac ou 220 Vac, os quais são valores bastante maiores do que o sinal do Arduino de 5 Vdc. Como os relés estão próximos ao Arduino, a fiação que possui a maior distância (comprimento) para se comandar as cargas elétricas

está nas tensões de 127 Vac ou 220 Vac, as quais possuem um maior alcance.

Uma das desvantagens desta arquitetura é a necessidade de ter na residência o servidor de hospedagem do *WebService* e também fazer grandes mudanças estruturais na residência, já que é preciso centralizar os módulos de acionamento e refazer a fiação das cargas elétricas a serem comandadas. Outra desvantagem é que o número de cargas elétricas que se pode comandar dependerá do número de portas de entrada/saída disponíveis no Arduino.

Na Figura 2, pode-se visualizar o esquema de ligação da arquitetura Arduino com comunicação serial.



Fig. 2. Arquitetura Arduino com comunicação serial.

Na Tabela I, pode-se visualizar os custos dos componentes básicos para a implementação desta arquitetura ao comandar três cargas elétricas.

Tabela I - Custo da Arquitetura Arduino com comunicação serial

Item	Quantidade	Preço Unitário Nacional	Preço Unitário Exterior (em Dólares)
Arduino NANO	1	R\$ 30,00	\$ 4,00
Cabo USB para Impressora	1	R\$ 7,00	\$ 2,48
Relé 5V	3	R\$ 2,50	\$ 1,00
Custo Total		R\$ 44,50	\$ 9,48

Dentre as quatro arquiteturas, esta é a de menor custo, mais simples e fácil de implementar. Assim, devido ao prazo e aos custos, adotou-se esta arquitetura no desenvolvimento da aplicação.

B. Arquitetura Arduino com dispositivo NRF24L01

Comumente, em sistemas de automação residencial, preferem-se aqueles que não necessitem de grandes mudanças estruturais na residência para a sua instalação. Dessa maneira, os sistemas que operam sem fio (*wireless*) ganham destaque, pois não necessitam fazer grandes mudanças na residência para adaptar o sistema elétrico ao fazer sua instalação.

Para trabalhar sem fio, esta arquitetura utiliza dispositivos de radiofrequência (NRF24L01) a fim de trocar informações e comandos entre os módulos de acionamento e a central de comandos.

O dispositivo de radiofrequência (RF) NRF24L01 possui um alcance em área aberta a cerca de 100 metros. Porém, em

ambientes fechados, onde existem diversas barreiras, como parede, cortina, entre outros, esse alcance pode ser bastante reduzido, chegando a cerca de 30 metros [11].

Nesta arquitetura, o servidor que hospeda o *WebService* não precisa estar conectado diretamente ao Arduino. Então, surge a necessidade de criar uma central de comandos composta por um Arduino, um *EthernetShield* e um dispositivo de RF (radiofrequência) NRF24L01. Para essa central de comandos receber as ações do *WebService* que está disponível na Internet, utiliza-se o *EthernetShield* que permite ao Arduino conectar-se à Internet e, conseqüentemente, receber os comandos de controle. O RF também é conectado ao Arduino para encaminhar os comandos da central para os módulos de acionamento, e também receber o status (ligado/desligado) das cargas elétricas.

Na Figura 3, pode-se visualizar o esquema de ligação da arquitetura Arduino com dispositivo de radiofrequência NRF24L01.

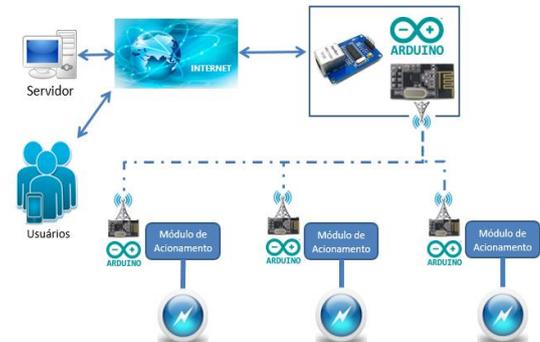


Fig. 3. Arquitetura Arduino com dispositivo NRF24L01.

Alguns problemas que podem ser encontrados nessa arquitetura são as interrupções que ocorrem na comunicação do Arduino com o *EthernetShield* e as interrupções com o RF, o que pode acarretar dessincronização na comunicação dos RF's.

Como os componentes do módulo de acionamento, juntamente com o Arduino e o RF, são relativamente pequenos, pode-se montar um pequeno circuito, que pode até ser colocado dentro da caixinha onde fica o interruptor da carga elétrica, reduzindo ainda mais as mudanças estruturais na residência para a sua instalação.

Na Tabela II, pode-se visualizar os custos dos componentes básicos para a implementação desta arquitetura ao comandar três cargas elétricas.

Tabela II - Custo da Arquitetura Arduino com NRF24L01

Item	Quantidade	Preço Unitário Nacional	Preço Unitário Exterior (em Dólares)
Arduino NANO	4	R\$ 30,00	\$ 4,00
Ethernet Shield W5100	1	R\$ 40,00	\$ 6,54
Fonte 12 VC	4	R\$ 8,00	\$ 4,29
RF nrf24l01	4	R\$ 7,00	\$ 1,00
Relé 5V	3	R\$ 2,50	\$ 1,00
Custo Total		R\$ 227,50	\$ 46,70

Nesta arquitetura, o número de cargas a serem comandadas dependerá do protocolo de comunicação desenvolvido, diferente da comunicação serial, a qual depende do número de portas de entrada e saída do Arduino.

C. Arquitetura Arduino com XBee

Esta arquitetura é bastante semelhante à arquitetura do Arduino com dispositivo de radiofrequência NRF24L01. O XBee utiliza um conjunto de especificações para a comunicação sem fio (*wireless*) conhecido como ZigBee, o qual é bastante utilizado no mercado de automação. O protocolo de comunicação ZigBee é muito usado para aplicações que requerem uma baixa transmissão de dados, vida longa para baterias e uma rede segura, atuando na faixa de frequência de 2.4GHz, baseado na norma IEEE 802.15.4 [12].

O módulo XBee inclui todos os componentes necessários para possibilitar a transmissão em RF. Este módulo possui antena incorporada, circuitos de proteção, *chipset*, osciladores e demais componentes, permitindo utilização com praticidade. O módulo XBee destaca-se dos demais módulos por apresentar uma série de funcionalidades que podem ser aproveitadas em diversas aplicações [12]. Devido a essas características, não se torna necessário utilizar um Arduino junto a ele nos módulos acionadores.

Na Figura 4, pode-se visualizar o esquema de ligação da arquitetura Arduino com XBee.

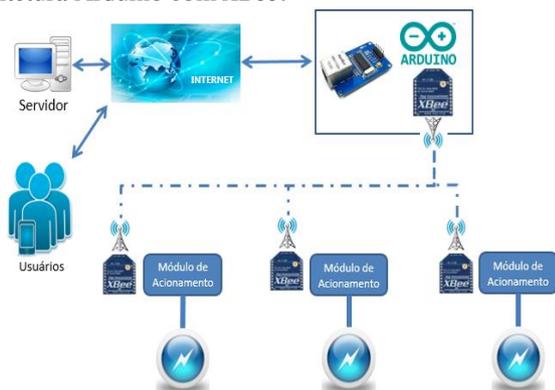


Fig. 4. Arquitetura Arduino com XBee.

Na Tabela III, pode-se visualizar os custos dos componentes básicos para a implementação desta arquitetura ao comandar três cargas elétricas.

Tabela III - Custo da Arquitetura Arduino com XBee

Item	Quantidade	Preço Unitário Nacional	Preço Unitário Exterior (em Dólares)
Arudino NANO	1	R\$ 30,00	\$ 4,00
Ethernet Shield W5100	1	R\$ 40,00	\$ 6,54
Fonte 12 VC	4	R\$ 8,00	\$ 4,29
Fonte de 3.3v/5v	3	R\$ 10,00	\$ 0,99
Xbee V1.1	4	R 62,99	\$ 19,98
Relé 5V	3	R\$ 2,50	\$ 1,00
Custo Total		R\$ 391,46	\$ 113,59

Pode-se também, ao invés de utilizar um *WebService* em um servidor externo para receber os comandos, disponibilizar as ações do sistema de automação residencial através do *EtherneShield*, pois o mesmo pode ser utilizado como um servidor web para disponibilizar páginas simples contendo dados de sensores, e assim por diante [13]. No entanto, como esse *shield* possui grandes limitações de *hardware*, seria muito difícil de implementar métodos de segurança, assim como uma interface mais amigável com o usuário.

D. Arquitetura Arduino com WifiShield

Existem algumas placas de circuito que podem ser conectadas ao Arduino, encaixando-se perfeitamente por cima dele, e expandido suas capacidades e funcionalidades. Estas placas são conhecidas como *shields*, e essa capacidade de expansão possibilita uma infinidade de aplicações de maneira simples e rápida [14]. O *WifiShield* é um *shield* que permite conectar o Arduino à internet *wireless* (sem fio). Uma vantagem deste é que existem algumas bibliotecas para Arduino que facilitam muito a sua utilização.

Na Figura 5, pode-se visualizar o esquema de ligação da arquitetura Arduino com *WifiShield*.

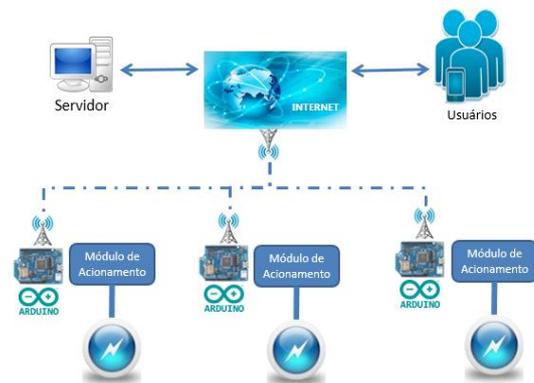


Fig. 5. Arquitetura Arduino com *WifiShield*.

Nesta arquitetura, torna-se necessário expor a rede *Wi-fi* de internet em todo o ambiente onde se deseja automatizar. Ela também é um pouco semelhante à arquitetura que utiliza radiofrequência. Porém, nesta, não é necessária uma central de comandos, pois os módulos de acionamento estão acoplados ao Arduino, e este, por sua vez, está conectado a um *WifiShield*, o qual possui comunicação direta com o servidor que expõe o *WebService* através da Internet.

Na Tabela IV, pode-se visualizar os custos dos componentes básicos para a implementação desta arquitetura ao comandar três cargas elétricas.

Tabela IV - Custo da Arquitetura Arduino com WifiShield

Item	Quantidade	Preço Unitário Nacional	Preço Unitário Exterior em Dólares
Arudino NANO	3	R\$ 30,00	\$ 4,00
Fonte 12 VC	3	R\$ 8,00	\$ 4,29
Shield Cc3000 Wifi Wireless	3	R\$ 150,00	\$ 27,45
Relé 5V	3	R\$ 2,50	\$ 1,00
Custo Total		R\$ 571,50	\$ 110,22

IV. VISÃO GERAL DA APLICAÇÃO

Neste trabalho, as metodologias de pesquisa empregadas foram coletas e análise de informações, realização de experimentos e seus delineamentos. Dessa forma, foi realizada pesquisa bibliográfica sobre Automação Residencial, Realidade Virtual, aplicações utilizando dispositivos vestíveis e desenvolvimento de sistemas para dispositivos móveis.

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++ [13].

Na Figura 6, é exibido um esquema dos módulos do sistema desenvolvido.



Fig. 6. Esquema da aplicação.

O Arduino é o responsável pela parte de controle do sistema de automação, recebendo os comandos e encaminhando-os para as cargas elétricas a serem controladas.

Desse modo, para o desenvolvimento da aplicação, foi construída uma maquete para representar a sua parte física e efetuar os testes, conforme pode ser observada na Figura 7.

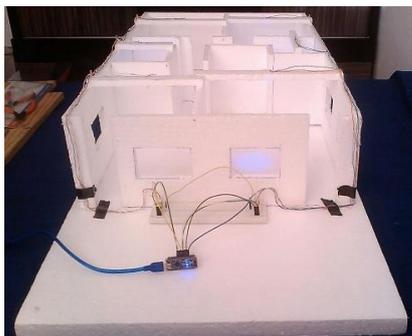


Fig. 7. Maquete da aplicação.

O trabalho apresentado funciona da seguinte maneira: o usuário pode manipular o sistema de automação residencial através de gestos utilizando o dispositivo vestível *Myo*, em que se seleciona o cômodo da casa onde deseja executar a ação para, então, acionar os comandos ligar/desligar. Estes comandos, por sua vez, são enviados para um *WebService*, feito em linguagem de programação C#, usando como IDE

(Ambiente de Desenvolvimento Integrado) o software *Microsoft Visual Studio*. Posteriormente, o servidor que hospeda este *WebService* encaminha o comando para o sistema de automação residencial através de comunicação serial. Na Figura 8, pode-se visualizar o esquema de ligação do sistema.

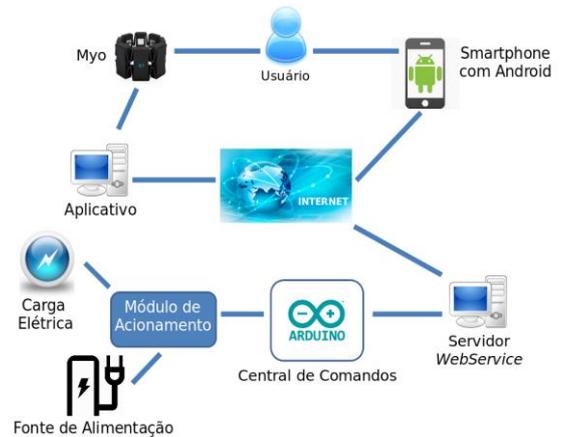


Fig. 8. Protótipo do sistema.

Na Figura 9, é mostrada a interface da aplicação desenvolvida no *Microsoft Visual Studio*, após o usuário ligar a lâmpada da sala 1 do protótipo. O símbolo de estalar os dedos no canto inferior direito da tela é o responsável por ligar ou desligar as cargas elétricas do sistema utilizando o *Myo*.



Fig. 9. Lâmpada da sala 1 ligada.

Os símbolos apresentados na Figura 10 são os gestos mapeados para a utilização do aplicativo. Assim, o usuário executa uma ação do sistema de controle residencial ao realizar o gesto com o *wearable Myo*, os quais são: “Ligar/Desligar a lâmpada”, “Ir para a esquerda (seleção da sala)”, “Ir para a direita (seleção da sala)”.



Fig. 10. Gestos executados pelo usuário com o *Myo*.

A Figura 11 apresenta a maquete da aplicação com a lâmpada da sala 1 ligada juntamente com o gesto do

comando ligar/desligar controlado pelo *Myo*. Para efeitos demonstrativos, utilizaram-se LED's no circuito eletrônico, ao invés do módulo acionador com a lâmpada.

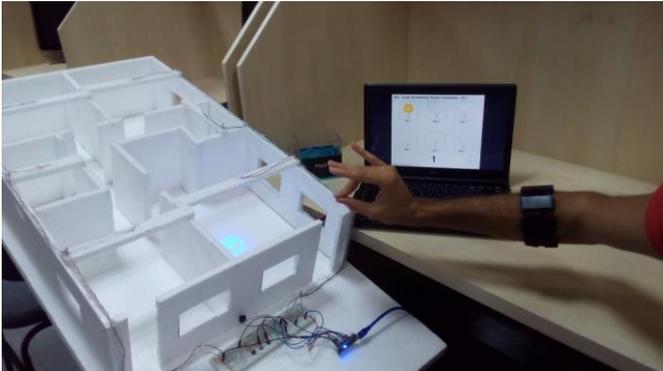


Fig. 11. Lâmpada da sala 1 ligada na maquete.

Na aplicação desenvolvida, o *WebService* ainda se comunica com um sistema de Realidade Virtual disponibilizado em dispositivo móvel (*smartphone*) com plataforma Android, o qual realiza as mesmas ações, permitindo selecionar o cômodo da residência e acionar os comandos ligar/desligar das cargas elétricas que estão sendo controladas, conforme pode ser observado na Figura 12.



Fig. 12. Tela da aplicação na plataforma Android.

V. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Portanto, este trabalho apresentou a utilização da tecnologia de Realidade Virtual combinada com a Automação Residencial para facilitar o controle de ambientes, permitindo ampliar as possibilidades de acessibilidade e comodidade das pessoas, principalmente daquelas com deficiência física e dificuldades de locomoção.

O dispositivo vestível *Myo* destaca-se dentre tantas tecnologias de controle por gestos, muitas das quais dependem de câmeras ou exigem hardware volumoso para reconhecer os gestos do usuário e traduzi-los em ações em uma tela.

Além disso, o sistema desenvolvido pode proporcionar aos seus usuários maior conforto, otimização do tempo devido à diminuição das tarefas rotineiras, praticidade e economia.

Como proposta de melhorias futuras, propõe-se adicionar novas funcionalidades na aplicação, tais como, automatizar

outras áreas da residência, melhorar o ambiente virtual e desenvolver o sistema de automação utilizando *Wireless*.

REFERÊNCIAS

- [1] Brasil (2015). *Subsecretaria Nacional de Promoção dos direitos da pessoa com deficiência – CORDE*. Acedido em 10 de Janeiro de 2016, em <http://portal.mj.gov.br/corde>.
- [2] R. M. Costa, M. W. S. Ribeiro. *Aplicações de realidade virtual e aumentada*, in Symposium on Virtual Reality, vol. 11, Porto Alegre, 147 p., 2009.
- [3] J. S. S. Melo. *Integrando realidade virtual em sistemas tutores inteligentes no domínio da saúde*. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação) – Faculdade Católica de Ciências, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 115 p., 2007.
- [4] J. C. Barros Júnior. *Empreendedorismo, trabalho e qualidade de vida na terceira idade*. São Paulo: Edicon, 2009.
- [5] J. R. Muratori, P. H. Dal Bo. *Automação residencial: histórico, definições e conceitos*. Revista O Setor Elétrico, v. 62, n. 2. pp. 70-77, 2011.
- [6] M. C. Maia. *O uso da tecnologia de informação para a educação à distância no ensino superior*. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 294 p., 2003.
- [7] C. Kirner, R. Siscoutto. *Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações*, in Symposium on Virtual Reality, vol. 9, Petrópolis, 300 p., 2007.
- [8] R. Tori, C. Kirner, R. Siscoutto. *Fundamentos e tecnologia da realidade virtual e aumentada*, in Symposium on Virtual Reality, vol. 8, Belém, 422 p., 2006.
- [9] Myo (2015). *Myo Developer*. Acedido em 20 de Outubro de 2015, em: <https://developer.thalmic.com/>.
- [10] Microsoft (2015). *Wearable technology*. Acedido em 10 de Novembro de 2015, em http://www.microsoftstore.com/store/msusa/en_US/cat/Wearable-technology.
- [11] H. Xie. *A Protocol Stack in TinyTimber for PIEs that Cooperate for Traffic Safety*. Dissertação (Master's Thesis in Embedded and Intelligent Systems) - School of Information Science, Computer and Electrical Engineering, Halmstad University, Sweden, 64 p., 2012.
- [12] O. J. Litjens. *Automação de Estufas Agrícolas Utilizando Sensoriamento Remoto e o Protocolo ZigBee*. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 72 p., 2009.
- [13] M. Mcroberts. *Arduino Básico*. São Paulo: Novatec, 2011.
- [14] G. C. Barbosa. *Controle de Luminosidade com Rede Wifi conectado à um Banco de Dados Mysql*. Monografia (Graduação em Engenharia e Controle e Automação) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 64 p., 2014.