



# Sistema de automação residencial controlado por dispositivos móveis e dispositivos vestíveis

*Residential automation system controlled by mobile devices and wearable devices.*

**Alexandre Cardoso** ([alexandre@ufu.br](mailto:alexandre@ufu.br))

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (USP) e professor da Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

**Edgard Afonso Lamounier Júnior** ([lamounier@ufu.br](mailto:lamounier@ufu.br))

Doutor em Computer Studies pela Leeds University e professor titular da Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

**Flavia Gonçalves Fernandes** ([flavia.fernandes92@gmail.com](mailto:flavia.fernandes92@gmail.com))

Mestre em Engenharia Biomédica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

**João Ludovico Maximiano Barbosa** ([joaolmbarbosa@gmail.com](mailto:joaolmbarbosa@gmail.com))

Mestre em Engenharia Biomédica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

FTT Journal of Engineering and Business. •  
SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP  
JUNHO 2016 •

**Submissão:** 10 fev.2016. **Aceitação:** 2 maio.  
2016

**Sistema de avaliação:** às cegas dupla (*double blind review*).

FACULDADE DE TECNOLOGIA

TERMOMECANICA, p. 74-90



## Resumo

A automação residencial proporciona diversos benefícios para a população, os quais geram demanda para que os construtores incluam essa necessidade em suas novas construções e, ao mesmo tempo, ofereçam serviços de readequação para as residências já existentes. Alguns dos benefícios podem imediatamente ser apropriados pelo proprietário/morador, como acessibilidade, segurança, facilidade de comunicação, economia de energia, de tempo e de esforço. Por conseguinte, neste trabalho, foi desenvolvido um sistema de automação residencial utilizando o *wearable 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.

## Abstract

Home automation provides several benefits for the population, which generates demands to builders in order to include home automation in their new developments and, at the same time, readjustment services for the existing built homes. Some of the benefits can be immediately applied by the owner/ dweller, such as accessibility, safety, ease of communication, energy time and effort saving. Therefore, in this paper, we developed a home automation system using *wearable Myo* in a virtual reality environment, providing greater interactivity and motivation during the use of it, 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. Wearable devices

## 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 (BRASIL, 2016).

Os recursos de Tecnologia Assistiva, quando combinados com os recursos tecnológicos, podem atender a uma grande diversidade de usuários com deficiências. Graças ao avanço tecnológico, os usuários estão interessados principalmente em serviços avançados que tornam o ambiente altamente inteligente e facilitam significativamente suas atividades.

A deficiência física torna-se um grande obstáculo na vida das pessoas com necessidades especiais, que são impedidas de realizar até mesmo suas atividades do dia a dia sem precisar da ajuda de outros indivíduos. Essas pessoas, por exemplo, os usuários com deficiências físicas, apresentam problemas de mobilidade, tais como dificuldades de acesso ao seu destino final. Tais indivíduos, incluindo-se nesse grupo as pessoas idosas, necessitam de dispositivos ou tecnologias que facilitem ou orientem sua locomoção (COSTA e RIBEIRO, 2009, p. 64).

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 (MELO, 2007, p. 13).

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 Virtual, possibilitando maior conforto e praticidade às pessoas que possuem alguma limitação física (BARROS JÚNIOR, 2009, p. 19).

A automação residencial trata da aplicação de sistemas de controle automáticos para as funções encontradas no ambiente, integrando seus acionamentos e visando praticidade, simplicidade e

objetividade dos comandos. Também se consideram a estética da aplicação, o conforto do usuário e a valorização do ambiente (MURATORI e BÓ, 2011, p. 6).

No contexto da automação residencial, as pessoas têm ao seu alcance uma diversidade de possibilidades práticas e econômicas, da básica à 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 (MAIA, 2003, p. 68).

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 desse ambiente, mas também habilitado, com a capacidade de nele navegar, interagindo com seus objetos de maneira intuitiva e natural (KIRNER e SISCOOTTO, 2007, p. 86).

Desse modo, a Realidade Virtual está sendo cada vez mais aplicada e 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 e tratamento de fobias (TORI et al., 2006, p. 365).

Nessa 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 a partir de gestos realizados pelo usuário que esteja utilizando o *wearable Myo* em um ambiente de Realidade Virtual e acoplado a um sistema de automação residencial, proporcionando maior interatividade e conforto 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 desse sistema é realizado por gestos transmitidos ao dispositivo vestível (*wearable 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 no interior de sua residência. Para pessoas que utilizam cadeiras de rodas de maneira permanente ou temporária (estado de reabilitação), esta aplicação é muito útil, pois promove maior independência desses pacientes, além de tornar sua 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 as coisas possíveis, transformando a incapacidade em ação.

A seguir, apresentamos algumas definições sobre dispositivos vestíveis e uma descrição sobre o *wearable Myo*.

## 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 (MYO, 2015).

Comumente, neste tipo de tecnologia, existe uma constante interação entre o computador e o usuário, exigência que resultou na criação de alguns *gadgets* que se ligam e se desligam automaticamente. Outra característica é a capacidade de multitarefa, pois não é necessário que o portador pare o que está fazendo para usar o dispositivo. Assim, eles podem ser incorporados pela pessoa para atuar como uma prótese. Pode, portanto, ser uma extensão da mente e/ou do corpo do usuário (MYO, 2015).

Muitos elementos tecnológicos estão presentes nos *wearables*, tais como computação móvel, inteligência artificial e computação ubíqua, incluindo-se também gerenciamento de energia, dissipação de calor, arquiteturas de software e redes (MICROSOFT, 2015).

O *Myo* é um *wearable* com formato de bracelete, também chamado de braçadeira. Este dispositivo pode controlar aplicações por meio de gestos e interagir com computadores e outros meios digitais similares, reconhecendo impulsos elétricos nos músculos do usuário. Além disso, não exige câmeras para rastrear os movimentos da mão ou do braço e possui baixo custo (MYO, 2015).

O *Myo* é utilizado no antebraço do usuário, conforme pode ser observado na figura 1. É necessário realizar uma calibração da braçadeira para cada usuário específico, pois cada um possui atividades e contrações musculares específicas. Após ter sido efetuada a sua calibração, o *wearable* 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 (MICROSOFT, 2015).



Figura 1 - Dispositivo vestível Myo.

No próximo tópico, é apresentada a arquitetura para a montagem do sistema de automação residencial com Arduino, 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++ (MCROBERTS, 2011).

## Visão geral da aplicação

Neste trabalho, as metodologias de pesquisa empregadas foram coletas para a análise de informações, realização de experimentos e seus delineamentos. Dessa forma, foi realizada pesquisa bibliográfica sobre automação residencial, realidade virtual e aplicações utilizando *wearables*, bem como o 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, o qual é responsável pelo controle do sistema de automação, recebendo os comandos e os encaminhando para as cargas elétricas a serem controladas. Para efeito demonstrativo, foram utilizados LEDs (Light Emitting Diodes), ou seja, Diodos de Emissão de Luz) para representar o acionamento e o desligamento das cargas elétricas.

Nesse sistema, efetua-se o controle de botões por meio de gestos realizados pelo usuário que esteja utilizando o *wearable Myo* em um ambiente de RV e acoplado a um sistema de automação residencial.

Primeiramente, para o desenvolvimento da aplicação, foi construída uma maquete para representar a sua parte física e efetuar os testes, conforme apresentado na figura 2.

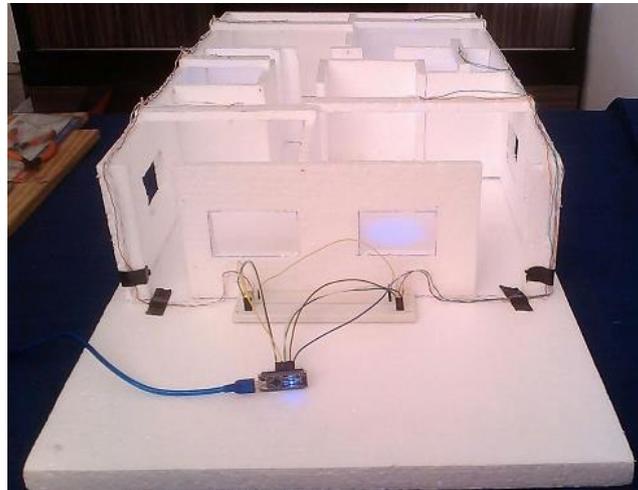


Figura 2 - Maquete da aplicação.  
Fonte: produção do próprio autor.

Na figura 3, é exibida a arquitetura dos módulos do sistema desenvolvido.



Figura 3 - Visão simples da arquitetura da aplicação  
Fonte: produção do próprio autor.

Na arquitetura de *hardware*, conectou-se o Arduino a um servidor que hospeda a interface gráfica do usuário (GUI - *Graphical User Interface*) e a conexão com a web (*WebService*) através de um cabo USB (*Universal Serial Bus*) por meio do qual as informações são trocadas mediante comunicação serial. Os módulos de acionamento, que são responsáveis por ligar/desligar as cargas elétricas, também foram conectados diretamente ao Arduino através de suas portas de entrada/saída, que trabalham em uma tensão de 5Vdc.

Esta arquitetura apresenta algumas desvantagens, como a necessidade de se ter na residência o servidor de hospedagem da aplicação e também exigir 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 da quantidade de portas de entrada/saída disponíveis no Arduino.

Na figura 4, pode-se visualizar o esquema de ligação da arquitetura Arduino com comunicação serial, mencionada anteriormente.



Figura 4 - Arquitetura Arduino com comunicação serial.  
Fonte: produção do próprio autor

Mas, comumente, em sistemas de automação residencial, preferem-se aqueles que não necessitem de grandes mudanças estruturais na residência para a sua instalação. Dessa forma, os sistemas que operam sem fio (*wireless*) ganham destaque, pois não necessitam mudanças estruturais na residência para adaptar o sistema elétrico à sua instalação (LITJENS, 2009, p. 7).

Desse modo, na figura 5, é apresentado exemplo de arquitetura genérica que trabalha sem fio.



Figura 5 - Arquitetura Arduino com dispositivo *wireless*.  
Fonte: produção do próprio autor.

Visto que esta arquitetura trabalha sem fio, torna-se necessário utilizar dispositivos *wireless* que se comuniquem entre si e com o Arduino para a troca de informações e comandos entre os módulos de acionamento e uma central de comandos; exemplos desse tipo de dispositivo são: NRF24Lo1, módulo *Xbee*, *WifiShield*.

Neste tipo de arquitetura, o servidor que hospeda a aplicação web (*WebService*) não precisa estar conectado diretamente ao Arduino, devido à criação de uma central de comandos que se conecta à Internet, a qual é composta por um Arduino, um *EthernetShield* para conexão com a Internet e um dispositivo *wireless*, que encaminha os comandos para os módulos de acionamento. Nos módulos de acionamento, conecta-se o dispositivo *wireless* ao Arduino para receber os comandos da central. Nestes módulos, o Arduino é utilizado para interpretar os comandos recebidos e ligar ou desligar as cargas elétricas.

Seguindo esta arquitetura, o número de cargas elétricas que podem ser controladas não depende mais do número de portas de entrada e saída do Arduino, mas sim, do protocolo de comunicação desenvolvido para a troca de dados entre a central de comandos e os módulos acionadores.

Como os componentes do módulo de acionamento junto com o Arduino e o dispositivo *wireless* são relativamente pequenos, pode-se montar um pequeno circuito, o qual poderia ser colocado dentro da caixinha onde fica o interruptor da carga elétrica, reduzindo-se ainda mais as mudanças estruturais na residência para a sua instalação. Devido a questões de prazo e complexidade de desenvolvimento, optou-se por construir a arquitetura do sistema de automação residencial por meio de comunicação serial.

O sistema desenvolvido neste trabalho funciona da seguinte maneira: o usuário pode manipular o sistema de automação residencial por meio de gestos, utilizando o dispositivo vestível *Myo*, que estará trocando informações via *Bluetooth* com um aplicativo contendo a interface gráfica do utilizador (GUI), existente em um hardware que contenha comunicação *Bluetooth* e a conexão com a *Internet*, sendo que o usuário poderá selecionar o cômodo da casa onde deseja executar a ação para, então, acionar o comando ligar/desligar através de alguns gestos mapeados, que serão descritos mais adiante. Estes comandos, por sua vez, são enviados para um *WebService* (daí a necessidade de hardware com conexão à *Internet*), estruturado em linguagem de programação *C#* utilizando 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.

Pode-se, ainda, comandar as cargas elétricas por meio de um aplicativo para *smartphones*, que também envia os comandos para o *WebService* através da *Internet*.

Na figura 6, é exibida a arquitetura completa do sistema desenvolvido.

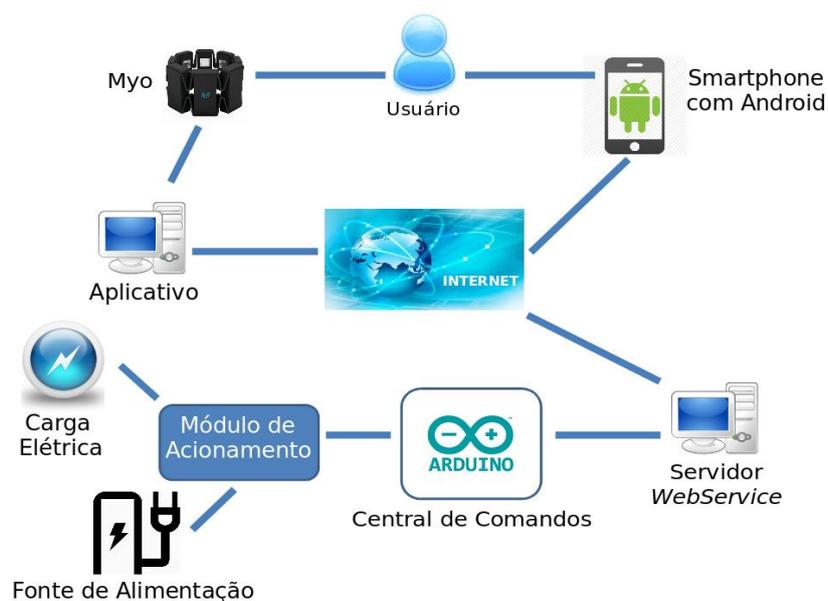


Figura 6 - Arquitetura da aplicação.  
Fonte: produção do próprio autor.

A criação dos módulos de acionamento é necessária para comandar as cargas elétricas que, comumente, nas residências, precisam de uma fonte de alimentação de 127Vac ou 220Vac, fornecidas pela concessionária de energia elétrica. Como o Arduino, controlador do sistema desenvolvido, trabalha como uma tensão de entrada/saída de 5Vdc, ele não seria capaz de alimentar essas cargas elétricas sozinho. Dessa maneira, para comandá-las, utiliza-se um relé, que é ativado por uma tensão de 5Vdc, sendo sua ativação condicionada ao Arduino por meio de sua porta de entrada/saída. A função básica do relé é conectar a carga elétrica à fonte de alimentação da concessionária de energia, podendo, assim, comandar as cargas elétricas por meio do Arduino.

Os módulos de acionamento são ligados diretamente ao Arduino, e não podem estar distantes, 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; assim, os relés estarão perto, e a fiação que terá a maior distância (comprimento) para se comandar as cargas elétricas estará nas tensões de 127 Vac ou 220 Vac, as quais possuem um maior alcance do que os 5Vdc do Arduino.

A seguir, na figura 7, é mostrada a interface da aplicação desenvolvida no *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*.



Figura 7. Lâmpada da sala 1 ligada  
Fonte: produção do próprio autor.

A figura 8 apresenta a maquete da aplicação com a lâmpada da sala 1 ligada com o gesto do comando ligar/desligar controlado pelo Myo. Para efeitos demonstrativos, utilizaram-se LEDs no circuito eletrônico, ao invés do módulo acionador com a lâmpada.

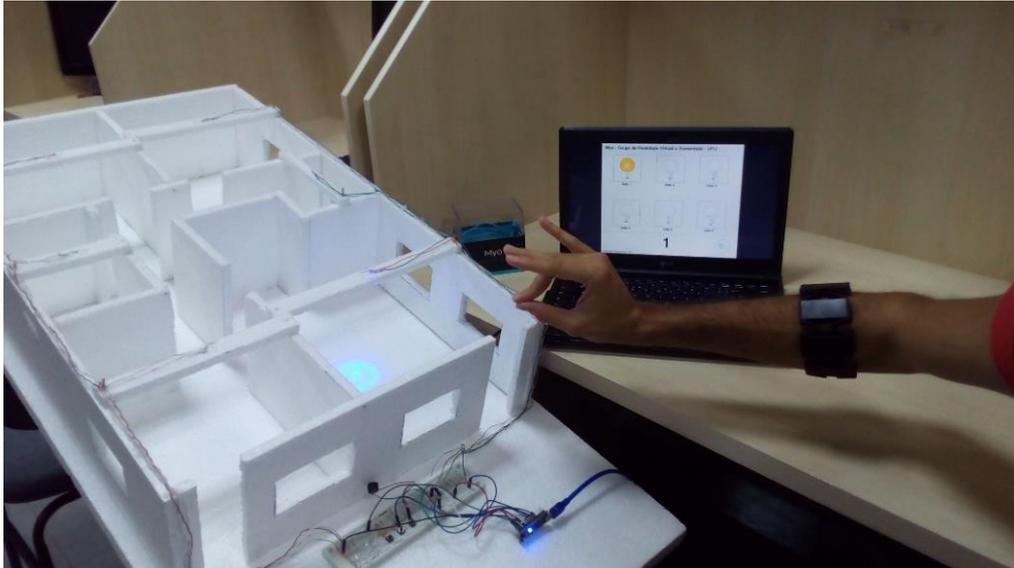


Figura 8. Lâmpada da sala 1 ligada na maquete.  
Fonte: produção do próprio autor.

A figura 9 representa a interface da aplicação, na qual todas as seis lâmpadas da residência estão ligadas.

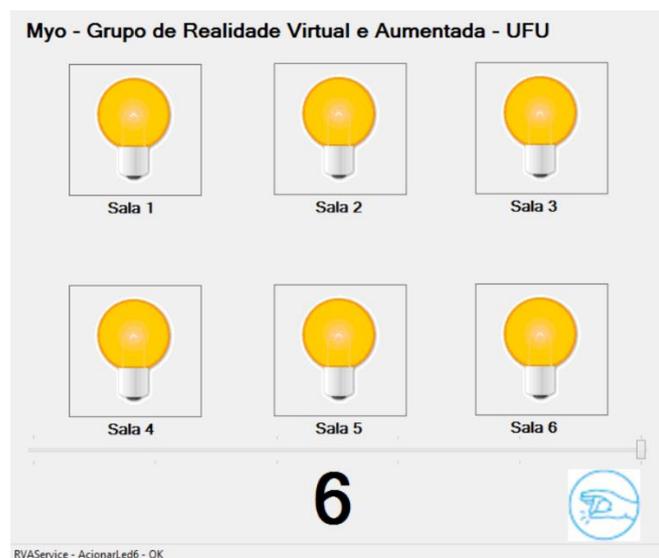


Figura 9 - Todas as lâmpadas da residência ligadas  
Fonte: produção do próprio autor.

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*. Essas ações podem ser: “Ligar/desligar a lâmpada”, “Ir para a esquerda (seleção da sala)”, “Ir para a direita (seleção da sala)”.



Figura 10 - Gestos executados pelo usuário com o *Myo*.  
Fonte: (MYO, 2015).

A figura 11 apresenta o gesto “*Double Tap*”, que significa “Ligar/desligar a lâmpada” na aplicação, quando o usuário pode ligar ou desligar a lâmpada selecionada, repetindo o movimento duas vezes rapidamente para efetuar a ação, conforme os comandos mapeados para o *wearable Myo*.



Figura 11 - Gesto “*Double Tap*” realizado com o *Myo*.  
Fonte: produção do próprio autor.

A figura 12 apresenta o gesto “*Wave Right*”, que significa “Ir para a direita” na aplicação e pelo qual o usuário seleciona uma sala (ou cômodo da casa), na qual deseja ligar ou desligar a lâmpada. Ao executar este movimento, é indicado o número de identificação da sala a ser comandada, por exemplo, da sala 5 para a sala 6, conforme ilustrado a seguir.



Figura 12 - Gesto “*Wave Right*” realizado com o Myo.  
Fonte: produção do próprio autor.

A figura 13 apresenta o gesto “*Wave Left*”, que significa “Ir para a esquerda” na aplicação, através do qual o usuário seleciona uma sala (ou cômodo da casa), na qual deseja ligar ou desligar a lâmpada. Ao executar este movimento, é apontado o número de identificação da sala a ser comandada, por exemplo, da sala 2 para a sala 1, conforme ilustrado a seguir.

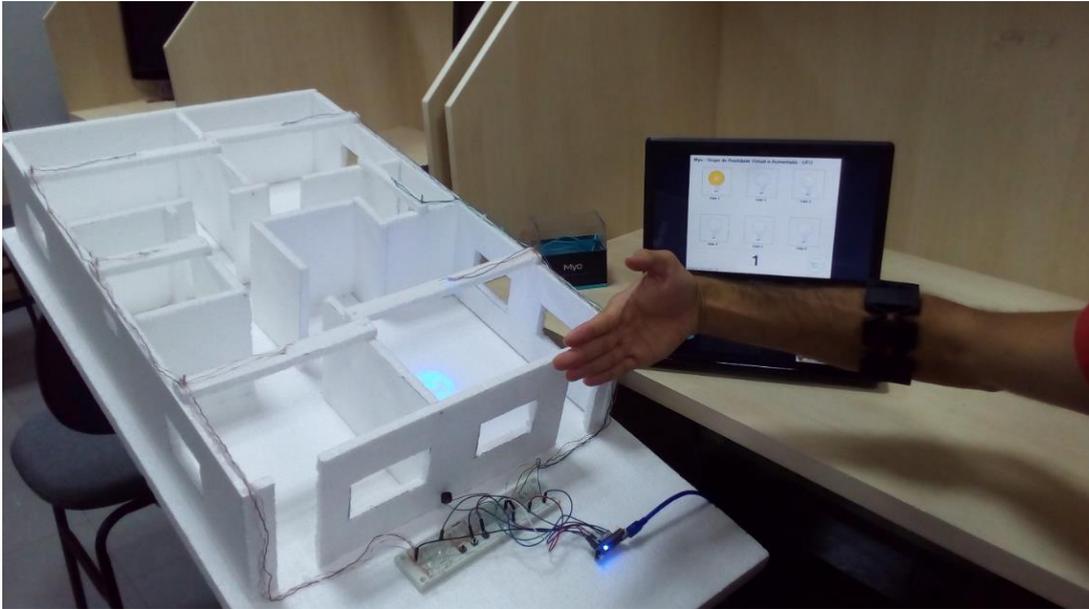


Figura 13 - Gesto "Wave Left" realizado com o Myo.  
Fonte: produção do próprio autor.

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 de ocupar espaço, esses sistemas podem precisar ser calibrados ou exigir uma certa quantidade de luz para operar, fatores estes que podem limitar o modo de sua utilização. Além disso, é fato notório que muitos consumidores querem se desfazer de *mouse*, teclados e telas sensíveis ao toque para o controle por gestos.

Na aplicação desenvolvida, a central de comandos do *WebService* ainda se comunica com um sistema de RV 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 14.



Figura 14 - Tela da aplicação na plataforma Android.  
Fonte: produção do próprio autor.

Dessa forma, percebe-se que a automação residencial proporciona diversos benefícios para a população, os quais geram demandas comerciais e profissionais, incentivando os construtores a incluir a automação residencial em seus novos desenvolvimentos e, ao mesmo tempo, oferecer serviços de readequação para residências já existentes.

## Considerações finais

Este trabalho apresentou a utilização da tecnologia de Realidade Virtual combinada à automação residencial para aumentar a praticidade de controle de ambientes, permitindo, portanto, ampliar as possibilidades de acessibilidade e comodidade das pessoas, principalmente daquelas com deficiência física e dificuldades de locomoção.

Além disso, o sistema desenvolvido pode proporcionar aos seus usuários maior conforto, otimização do tempo devido à 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, melhorar o ambiente virtual e desenvolver o sistema de automação utilizando-se os recursos *wireless*.



## Referências

- BARROS JÚNIOR, J.C. *Empreendedorismo, trabalho e qualidade de vida na terceira idade*. São Paulo: Edicon, 2009.
- BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos direitos da pessoa com deficiência - CORDE. Disponível em: <<http://portal.mj.gov.br/corde>>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- COSTA, R.M; RIBEIRO, M.W.S. Aplicações de realidade virtual e aumentada. In: Symposium on Virtual Reality, 11, 2009, Porto Alegre. Anais, Porto Alegre: SBC, 2009.
- KIRNER, C.; SISCOOTTO, R.. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In: Symposium on virtual and augmented reality, 9, 2007, Petrópolis. Anais, Petrópolis: SBC, 2007.
- LITJENS, O.J. *Automação de estufas agrícolas utilizando sensoriamento remoto e o protocolo ZigBee*. 2009. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.
- MAIA, M.C.. *O uso da tecnologia da informação para a educação à distância no ensino superior*. 2003. 294 p. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2003.
- MCROBERTS, M.. *Arduino básico*. São Paulo: Novatec, 2011.
- MELO, J.S.S.. *Integrando realidade virtual em sistemas tutores inteligentes no domínio da saúde*. 2007. 115 p. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e da Tecnologia da Informação) – Faculdade Católica de Ciências, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2007.
- MICROSOFT. Wearable technology. Disponível em: <[http://www.microsoftstore.com/store/msusa/en\\_US/cat/Wearable-technology](http://www.microsoftstore.com/store/msusa/en_US/cat/Wearable-technology)>. Acesso em: 10 nov. 2015.
- MURATORI, J.R,; BO, P.H.D. Automação residencial: histórico, definições e conceitos. *O Setor Elétrico*, v. 62, n. 2. p. 70-77, 2011.
- MYO. Myo Developer. Disponível em: <<https://developer.thalmic.com/>>. Acesso em: 20 out. 2015.
- TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Fundamentos e tecnologia da realidade virtual e aumentada. In: Symposium on virtual reality, 8, 2006, Belém. Anais, Belém: SBC, 2006. 422 p.