Uma Solução Para o Alto Consumo de uma Residência Através da Computação Embarcada

Antonio C. C. dos S. Junior[1], Danilo M. de O. Santos[1], Leanderson de J. Santana[1], Leandro F. de Oliveira[1], Fábio F. B. Gomes[1], Igor G. Pimenta[1]

[1]Departamento de Educação – Centro Universitário Regional do Brasil, Salvador, BA, Brasil.

jrcorreia1993@gmail.com, danimarques.ti@live.com, leotec21@hotmail.com, leandrofero@yahoo.com.br, fabiofbg@gmail.com, igorgonzal@gmail.com

Abstract. *Today, society is heavily dependent on an increasing consumption of information with comfort and quality of life. Mobile devices through smartphones and tablets are gaining in popularity. In this way, they have made possible a greater number of possibilities through the use of the applications and the sensors installed in these devices. Therefore, the main objective of this article is the demonstration of a prototype developed to function as a sustainable residential automation system. It uses the key concepts about consumer forms of a residence's energy resources in a rational and sustainable manner. Initially, a review of the theoretical approach will be done, based on this work, as well as related work. At the end, the architecture and the prototype itself will be presented involving all these concepts reported in a practical and efficient way.*

Resumo. *Hoje, a sociedade vive uma grande dependência por um consumo cada vez maior de informações com comodidade e qualidade de vida. Os dispositivos móveis, através dos smartphones e tablets estão com uma popularidade cada vez maior. Desta forma, eles acabaram tornando possível um número maior de possibilidades através do uso dos aplicativos e dos sensores instalados neles. Desta forma, o objetivo principal deste artigo é a demonstração de um protótipo desenvolvido para funcionar como um sistema de automação residencial sustentável. Ele utiliza os principais conceitos sobre formas de consumir os recursos energéticos de uma residência de forma racional e sustentável. Inicialmente será feita uma revisão da abordagem teórica que dá base ao artigo, bem como os trabalhos correlatos. Ao final, será apresentada a arquitetura e o protótipo em si envolvendo todos esses conceitos relatados de uma forma prática e eficiente.*

1. Introdução

A miniaturização e aumento do poder de processamento e memória dos dispositivos computacionais foram fundamentais a sua popularização na sociedade moderna. Consequentemente, isto começou a causar diversos danos ao meio ambiente [Silva, 2010], remetendo a grandes preocupações à sociedade. Desta forma, busca-se investir em práticas sustentáveis com a utilização de placas de automação que é uma realidade cada vez mais presente na vida cotidiana da sociedade.

Essa tecnologia vem crescendo e ganhando seu espaço, tanto no meio residencial quanto nas grandes empresas. O uso desses sistemas possibilita uma maior interação dos equipamentos com o usuário. Atualmente, a automação residencial é um dos assuntos amplamente mais discutidos [Silveira *et al.,* 2014]. Neste artigo, será apresentada uma visão ampla que engloba inúmeros fatores que os indivíduos enfrentam diariamente, principalmente em relação aos gastos excessivos de energia elétrica e a possibilidade de redução deles, através do uso da tecnologia de computação móvel e embarcada [Lamine e Abid, 2014].

O principal objetivo deste trabalho é realizar o desenvolvimento de um sistema de automação residencial projetado para gerenciar o consumo de energia de maneira eficiente utilizando microcontroladores que racionalizam o uso da energia elétrica de uma determinada localidade de acordo com as necessidades das pessoas. Desta forma, os objetivos específicos são: (I) o desenvolvimento de um programa para programação de microcontroladores, (II) a criação de uma solução *web* para comunicar-se com o microcontrolador; (III) comunicação do microcontrolador com o dispositivo eletrônico; (IV) realização de testes em um ambiente simulado através de uma maquete utilizando um servidor *web* e controlando-o através de um dispositivo móvel e, finalmente, (V) fazer análise os resultados através de simulações.

A questão do consumo energético sempre gerou grandes discussões quando se trata de sustentabilidade. Grandes empresas utilizam muita energia elétrica em seus processos, gerando enormes custos para elas e um gigantesco impacto para o meio ambiente. A popularização dos dispositivos embarcados, possibilitou o avanço de novas soluções tecnológicas, como é o caso da automação. Para Bolzani (2007), esta tecnologia permite que sejam conectados diferentes dispositivos de uma residência, de forma que um usuário consiga gerenciá-los de forma otimizada, através do uso de um controle universal. Como conseguinte este projeto tem como objetivo apresentar uma proposta que vise melhorar a eficiência e consumo de energia nas empresas para o bem da sustentabilidade.

O trabalho foi desenvolvido utilizando diversas bases de pesquisa, tais como: ACM, IEEE, Scopus e o Google Acadêmico. Buscou-se por artigos, teses, dissertações e revistas eletrônicas baseados nos temas: automação residencial, sistemas embarcados, microcontroladores e controles remotos. Posteriormente, foi elaborado o desenvolvimento de um protótipo com o objetivo de realizar experimentos simulados em uma maquete para realizações de testes com o microcontrolador do modelo Arduino.

2. Consumo Energético

Hoje, o consumo energético é um dos principais fatores para o desenvolvimento da sociedade, pois com ele, as pessoas podem utilizar a energia para diversas atividades diárias, desde ligar uma lâmpada, dirigir em automóveis ou viajar de avião. Consequentemente, os efeitos provocados pelos padrões de produção e consumo têm levado sociedades, empresas e instituições públicas a pensar de forma mais intensiva sobre questões relacionadas à sustentabilidade em diferentes perspectivas, como pode ser visto nas áreas econômica, social e ambiental. [Nascimento *et al.*, 2012].

As grandes empresas têm um papel bem impactante no que se refere ao consumo energético, seja com a iluminação de grandes prédios ou a utilização de equipamentos

que consomem grandes quantidades de energia. Em 2030, no Brasil, estima-se um consumo de energia elétrica entre 950 e 1.250 TWh/ano, sendo que o consumo atual está em torno de 405 TWh [Lima *et al.*, 2015]. Os dados mostram que o cenário de consumo energético continua em crescimento no país e são necessárias soluções para amenizar esses efeitos visando o bem da sociedade através da sustentabilidade.

Isto torna imperativo o uso de soluções que possuem um baixo custo energético, como é o caso dos dispositivos embarcados. O uso de sensores e atuadores pode fazer com que o consumo da energia elétrica seja reduzido, tornando-os elementos fundamentais para a economia de recursos, tornando o meio ambiente mais sustentável [dos Santos, 2017].

3. Utilização da placa microcontroladora como base para a internet das coisas

A Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT) é definida pela utilização de diversos dispositivos que são utilizados diariamente tendo a possibilidade de comunicá-los através da rede global. Essa tecnologia vem crescendo e ganhando um espaço muito grande no Brasil. Esse conceito também pode ser usado para criar alternativas de sustentabilidade [Freund *et al.,* 2016].

Segundo McEwn e Cassimally (2014) *apud* Freund *et al.* (2016), "uma coisa pode receber informação do mundo real através de sensores e enviar para internet para armazenar, processar e tomar uma decisão que pode gerar ações para mesma coisa ou para outra coisa". Desta forma, pode-se compreender que uma "coisa" pode ser definida como qualquer dispositivo que possui algum tipo de processamento e acesso à rede.

Uma "coisa" pode ser definida como um veículo, lâmpadas, objetos ou até mesmo chips implantados em seres vivos como animais ou plantas [Ragasudha *et al.*, 2017]. Desta maneira, compreende-se que, caso este objeto não possua a tecnologia de conexão de rede, ela pode utilizar um microcontrolador para auxiliá-lo nesta tarefa e este é o papel do microcontrolador de modelo Arduino, que é utilizado neste projeto.A plataforma Arduino, permite a automatização de processos por meio de comandos programáveis, onde suas aplicações são as mais variadas possíveis. Com essa plataforma é possível desenvolver de pequenos a grandes projetos dependendo da necessidade da empresa. As aplicações com Arduino vêm crescendo no Brasil, se tornando uma opção viável de economia e eficiência para as corporações [Ferroni *et al.,* 2015].

As utilizações dos microcontroladores permitem a automatização de processos por meio de comandos programáveis. Onde suas aplicações não as mais variadas possíveis. Com é essa plataforma é possível desenvolver de pequenos a grandes projetos dependendo da necessidade da empresa [Neto, 2014]. As aplicações com Arduino vêm crescendo bastante no Brasil e se tornando uma opção viável de economia e eficiência para as corporações.

O Arduino é uma plataforma de circuito integrado que contém um microcontrolador fabricado pela Atmel, além de ter transistores, fusíveis e outros dispositivos eletrônicos. Isto torna possível realizar adição de *Shields*, uma espécie de periférico de entrada e/ou saída à placa. Este conceito é conhecido como Hardware

Livre [Neto, 2014]. Ele funciona de forma similar ao conhecido modo do software livre, em que as pessoas poderiam desenvolver e manter o código aberto, mas neste caso o hardware é montado de forma a ser modularizado, aceitando a adição de novos componentes, como é o caso dos *Shields*, explicados anteriormente.

Esse é o grande diferencial do Arduino, pois pode ser utilizado por pessoas que não possuem conhecimentos avançados de eletrônica, é de fácil uso e oferece um *pool* de recursos, ou seja, dispõe de várias possibilidades de utilização, proporcionando experiências das mais simples possíveis até as mais complexas.

4. Trabalhos Correlatos

Para se identificar a importância do que foi proposto neste trabalho, foi feito um levantamento de estado da arte entre os trabalhos existentes na área de automação residencial na atualidade. Diversos autores realizaram trabalhos nessa área, principalmente utilizando dispositivos móveis para atingir seus objetivos.

Um dos trabalhos é o de Mantoro *et al.* (2011), que propuseram uma solução para casas inteligentes utilizando redes sem fio através de uma página *web* utilizando vários dispositivos móveis para controlar os dispositivos eletrônicos do ambiente. Este trabalho resultou em uma solução de baixo custo e alta eficiência. Através da realização de um experimento, os autores demonstraram que, no período de uma semana, os indivíduos utilizaram 65% do sistema na residência durante os dias de semana e nos finais de semana o tempo de uso da rede foi ampliado para 93,75% [Mantoro *et al*., 2011].

Uma das principais contribuições deste tipo de rede é a comprovação de que, com a utilização desta rede, o usuário poderá, através de qualquer dispositivo móvel de acesso à rede através da *web*, configurar o ambiente da rede sem fio e, consequentemente, os dispositivos ao seu redor (Mantoro *et al.,* 2011). Outro artigo que também utiliza os conceitos de computação ubíqua é o trabalho dos autores Siegmund e Florkemeier (2003). Eles propuseram a possibilidade de interação de dispositivos em ambientes utilizando *labels* de RFID passivos e *tags* ativadas por *bluetooth* para habilitar produtos e objetos do dia a dia.

Foram realizados testes com pequenas placas Arduino dentro de um desenho simulando um ovo. Caso ele caísse no chão, seria enviada uma mensagem para o dispositivo móvel informando o novo status do objeto [Siegmund e Florkemeier, 2003]. Este trabalho demonstrou a criação de um sistema ubíquo de computação móvel em que irá atuar com base em *labels* de RFID em aparelhos celulares, PDAs e câmeras digitais. Esses aparelhos irão captar as informações dos produtos através de suas *tags* utilizando a *bluetooth*, também chamadas de BTnodes, e com isso será levantada a informação necessária daquele produto no dispositivo.

Como principal contribuição, este artigo demonstrou que o uso de tecnologia em RFID é possível para realizar interações remotas com outros objetos, mas funciona a pouca distância. Seria interessante aproveitar esta tecnologia para a tecnologia *wireless*, pois o alcance se tornaria maior. O ponto negativo que pode ser visto neste trabalho é a falta de uma rede *wireless* e ser limitada apenas a tecnologia RFID. Desta forma só será possível atingir aparelhos a pequenas distâncias.

O trabalho de Kartakis *et al.* (2011), descreve um aplicativo de controle central residencial que possui interfaces amigáveis com o usuário, para que ele consiga facilmente gerenciar serviços de uma casa inteligente, tanto internamente quanto externamente através de toques. Uma aplicação *web* também foi desenvolvida para funcionar em *smartphones*.

A aplicação gera diferentes interfaces amigáveis para o usuário. Foi feito um teste com diversos usuários com diferentes níveis de conhecimento tecnológico, os resultados mostraram que a grande maioria queria uma lista com os cenários customizados para poder realizar as atividades na casa inteligente [Kartakis *et al.,* 2011]. Eles também não se acostumaram com a questão de distribuição de cores nas interfaces, eles não identificavam facilmente os botões que representavam portas, luzes ou uma televisão. Apesar dos problemas, a usabilidade foi fácil para a maioria dos usuários e o aplicativo promete ter um uso prático em residências.

Uma das contribuições deste trabalho é a possibilidade de variação das interfaces no aplicativo, ela pode facilitar o uso do aplicativo pelo usuário. A grande vantagem desta aplicação é que ela pode descobrir os dispositivos inteligentes distribuídos em um ambiente e registra-os mesmo que eles possuam tecnologias diferentes do hardware, independente do modelo e marca [Kartakis *et al.,* 2011]. Os autores Loque *et al.* (2013), abordam a utilização de um *framework* em Android para a utilização de dispositivos distribuídos em um ambiente inteligente, utilizando computação ubíqua e pervasiva. Neste trabalho foi utilizado um aplicativo denominado SmartAndroid que irá fazer com que o usuário consiga se comunicar com os dispositivos de uma casa inteligente através de um *smartphone* com o sistema operacional Android.

Neste artigo, a infraestrutura proposta é dividida em três camadas, são elas: aplicação, *middleware* e recursos. Cada uma delas uma função específica, sendo que a camada de aplicações é responsável pelos aplicativos instalados no dispositivo, a camada de middleware é responsável pelo interpretador que tem o objetivo de fazer a intermediação de informações entre o aplicativo e os recursos, por fim existe a camada de recursos, que tem a responsabilidade de responder as requisições enviadas pela camada de *middleware*, realizando as ações [Loque *et al.,* 2013].

A principal contribuição de Loque *et al.* (2013), é a prática do conceito de Ambientes Inteligentes (AmbI), onde uma variedade de dispositivos está disponível. Um exemplo disso é o caso de casas inteligentes (ou *smart homes*), com televisores, termômetros, *smartphones*, e outros, os quais podem ser descobertos e configurados de acordo com suas especificidades. Além disso, o trabalho propõe a padronização dos diferentes tipos de dispositivos, tornando a solução independente de marcas e modelos. Ahn *et al.* (2017) propuseram uma infraestrutura e implementação de um mecanismo de casas inteligentes utilizando a plataforma Jini, que é um sistema de *chat* com interface amigável e conexão com a Internet. A estrutura foi dividida em três camadas:

1. Camada de HMA (*Home Messenger Agent* - Agente de Mensagens Residencial): responsável pela utilização dos dispositivos móveis [Lee, 2008].
2. Camada de MMA (*Mobile Messenger Agent* – Agente Móvel de Mensagens): responsável pelos aplicativos que estão instalados em servidores, e será a zona intermediária de comunicação entre o HMA e a camada de IAMA

(*Information Appliance Manager Agent* – Agente de Gerenciamento de Informações em *Appliances*);

3. Camada IAMA: representada pelos dispositivos físicos, tais como computadores, televisão, lâmpadas, dentre outros.

Após pesquisa nos trabalhos citados anteriormente, percebeu-se que muitos estão focados na criação de ambientes inteligentes ou de automação residencial, mas poucos estão focados na questão de economia de recursos em uma residência. Esta é uma das maiores contribuições deste trabalho, a criação de uma solução que permita a economia de energia em uma residência, tornando-a sustentável com um menor custo de operação. No próximo capítulo será apresentado o sistema de automação proposto neste artigo.

5. Sistema de Automação: Uma Solução Para o Consumo Excessivo de Energia Elétrica

Através da leitura da seção anterior, vê-se que o papel proposto pela automação está além do aumento da eficiência dos equipamentos e da qualidade de vida no âmbito empresarial. A automação está intimamente ligada ao uso eficaz da energia.

Desta forma, percebe-se que os projetos de automação colaboram para o meio ambiente trazendo redução no consumo energético [Bolzani, 2007]. Neste trabalho foi decidido fazer um projeto de automação utilizando um microcontrolador acoplado ao dispositivo eletrônico, com o objetivo de obter uma redução no consumo energético da infraestrutura instalada no ambiente. O sistema deve permitir que a organização possua gerenciamento de consumo de energia mais adequado, consequentemente, será possível criar metas para redução da mesma.

5.1 Arquitetura do sistema

O sistema criado para este artigo segue uma arquitetura de camadas baseada nos conceitos de sistemas de arquiteturas em n camadas independentes, proposto por Levinson (2003). Neste trabalho, existe uma divisão de quatro camadas, são elas: camada de interação, camada de conexão, camada de microcontroladores e camada de dispositivos eletrônicos, conforme pode ser visto na Figura 1.

Figura 1. Sistema de Camadas

Fonte: Autoria própria

Como pode ser visualizado na Figura, o projeto proposto utiliza as seguintes camadas:

1. Camada de interação: possibilita a comunicação através do envio de comandos emitidos por um dispositivo computacional, neste caso será um dispositivo móvel ou computador com um navegador *web*.
2. Camada de conexão: será disponibilizada através de um dispositivo de comunicação de redes sem fio (um roteador sem fio ou um *access point*), que tem a atribuição de criar e administrar uma rede *Wi-Fi,* enviando e recebendo os comandos entre as camadas de interação e microcontroladores.
3. Camada desta arquitetura: definida através de um conjunto de atuadores que tem a função de enviar os comandos para a realização das ações dos dispositivos eletrônicos.
4. Camada de dispositivos eletrônicos: função de receber os comandos da camada de microcontroladores e executar a tarefa no aparelho doméstico.

5.2 Prototipagem

Para o desenvolvimento da solução proposta neste trabalho, foi utilizado o microcontrolador Arduino e criado um sistema *Web* que faz o gerenciamento dos comandos para o envio a este atuador. Para demonstrar o funcionamento do projeto, foi necessária a criação de uma maquete que serviu para simular um ambiente para testes e estudos, qual se utilizou uma placa microcontroladora Arduino, que pode ser vista na Figura 2, um módulo relé de 8 canais, um módulo *ethernet*, dois dispositivos eletrônicos representados por duas lâmpadas de 5W.

A figura 2 apresenta uma placa microcontroladora de marca Arduino, que foi escolhida por possuir uma arquitetura de hardware livre modularizada, com preços acessíveis ao consumidor. Nela está configurada toda a programação para o recebimento dos comandos por parte do das camadas superiores e posterior envio para os dispositivos eletrônicos.

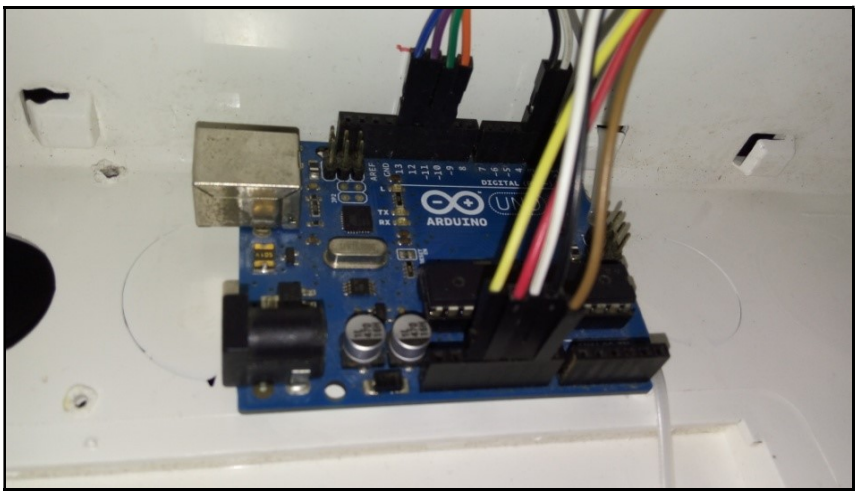

Figura 2. Placa Arduino

A infraestrutura apresenta um relé de 5V e 8 canais e é por ele que as informações necessárias para o funcionamento do atuador irão transitar. Desta maneira,

quando o usuário executar um comando na camada de aplicação, o atuador irá enviar o comando solicitado para o dispositivo eletrônico através destes relés e o mesmo irá realizar a ação desejada. Além disso, a solução possui um módulo *Ethernet*, no qual é possível fazer acionamento de cargas de 200V AC, como lâmpadas, equipamentos eletrônicos, motores, ou usá-lo para fazer um isolamento entre um circuito e outro.

O módulo é equipado com transistores, conectores, LEDs, diodos e relés de alta qualidade. Cada canal possui um LED para indicar o estado da saída do relé. A figura 3 apresenta os dois dispositivos eletrônicos utilizados neste trabalho. São duas lâmpadas de 5W que estão conectados ao microcontrolador. Este, por sua vez, irá realizar a interação entre os dispositivos eletrônicos e a camada de interação, através da camada de conexão, representada por um *access point*.

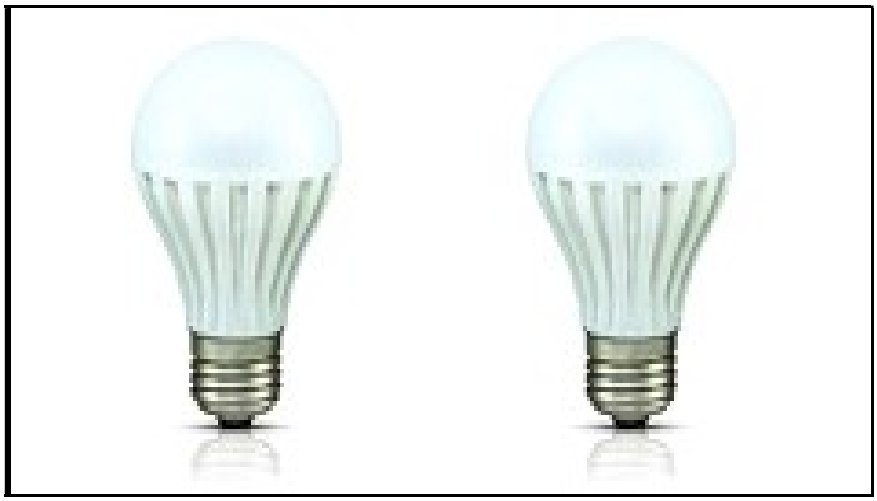

Figura 3. Duas lâmpadas de 5W

Fonte: Autoria própria

Além dos itens citados anteriormente, foram utilizados cabos, *jumpers,* fios e fonte de alimentação para conexões elétrica e de rede. Toda a estrutura do protótipo pode ser vista através da Figura 4.

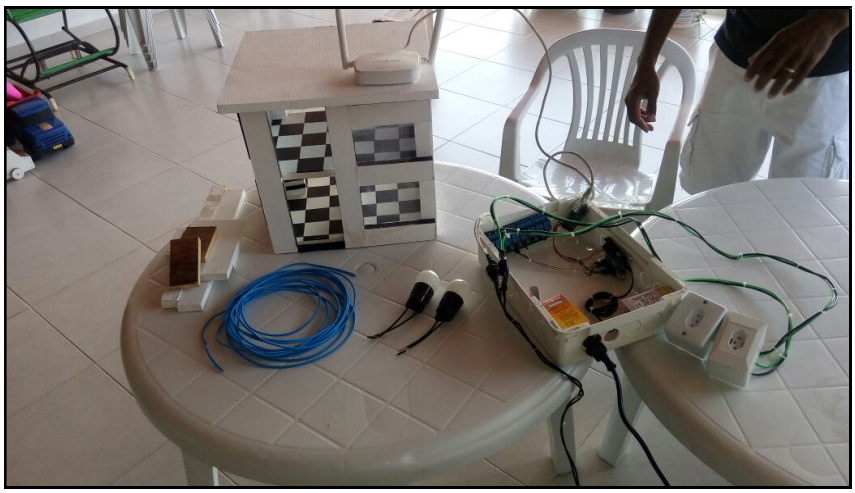

Figura 4. Cabos, *jumpers*, fios e fonte de alimentação para conexões elétrica e de rede

Fonte: Autoria própria

O projeto foi desenvolvido em uma IDE (*Integrated Development Enviroment* - Ambiente de Desenvolvimento Integrado) própria do microcontrolador Arduino utilizando a linguagem baseada em C/C++. O sistema *Web* é utilizado no dispositivo móvel é o responsável por receber as solicitações dos usuários e encaminhar para o Arduino Uno, que irá processar e acionar os atuadores (relé, *shield*) de acordo com as necessidades e mobilidade dos usuários para a redução de energia. Desta forma, mostrar os benefícios e facilidades que um sistema de automação pode trazer para o usuário e apresentar uma proposta que gere menos impacto no meio ambiente.

5.3 Resultados

Foram realizadas simulações com o protótipo para testá-lo em um ambiente residencial. Para a realização das simulações, preferiu-se utilizar um cenário para ligar e desligar os dispositivos eletrônicos do cômodo de uma residência. Os resultados se mostraram motivadores, visto que o protótipo é eficiente, possui alto grau de integridade, mobilidade e demostra ser simples.

Além disso, percebeu-se que o protótipo ainda carece de mais funcionalidades para controlar os dispositivos eletrônicos, visto que as opções ainda estão muito limitadas para o funcionamento destes artefatos eletrônicos. A implementação das novas funcionalidades será realizada em novas versões da solução proposta neste artigo.

6. Considerações Finais

Hoje, existe o aumento da utilização de dispositivos embarcados, torna possível a utilização de dispositivos miniaturizados e com alto poder de comunicação e processamento para realizar tarefas que, no passado, não eram possíveis. Desta maneira, chega-se à conclusão que a através de simples comandos emitidos por um dispositivo computacional, tais como: *smartphone, tablet*, computador dentre outros, é possível realizar diversas ações em uma residência de forma remota e eficiente com a utilização de atuadores comandados por microcontroladores, como é o caso do Arduino. Consequentemente isto irá resultar em um aumento da qualidade de vida do usuário, satisfazendo suas necessidades de comunicação, conforto e segurança.

Sendo assim, o projeto foi desenvolvido visando proporcionar uma grande diversidade de experiências, com participação ativa, para que possa ampliar a conscientização da população sobre as questões relativas ao uso eficiente de energia elétrica no meio ambiente. Além disso, ele deve assumir de uma forma independente e autônoma as atitudes e valores voltados ao desenvolvimento sustentável e a proteção do meio ambiente, conservação e uso consciente nos ambientes residenciais. Para trabalhos futuros, percebe-se a necessidade do desenvolvimento de um aplicativo móvel que forneça as funções de controle presentes no endereço (página *web* do Arduino), porém de maneira mais diversificada, intuitiva e de fácil utilização.

Desta forma, foi identificada a necessidade de utilização de mais componentes do microcontrolador para realizar mais funcionalidades em uma residência, tais como: servo-motores, sensores de presença, ultrassônico, luminosidade, *display*, medidor de temperatura, dentre outros.

Referências

Ahn, K. S., Kim, S., Kim, Y. H. e Lee, S. J.. "A Remote Monitoring and Control of Home Appliances on Ubiquitous Smart Homes", 2017

Bolzani, C. A. M., "Residências inteligentes". Livraria da Física, 2007.

Dos Santos, C. A. M., "Sistema Dinâmico de Economia de Energia em RTOS", Universidade Federal de Itajubá, 2017.

Ferroni, E.; Vieira, H.;Nogueira, J.; Santos, R.; Lemos, R.; Rodrigues, T.. "A Plataforma Arduino E Suas Aplicações". In: Revista da UIIPS, 2015.

Freund, F. F., Steenbock, F. A., Marangoni, G. A. C., Vieira, J. D., Deus, S. L. e Angonese, R. M.,"Novos Negócios Baseados na Internet das Coisas". In Revista FAE, 1, pp. 7-25, 2016

Kartakis, S., Antona, M. e Stephanidis, C."Control Smart Homes Easily with Simple Touch", Creta, 2011

Lamine, H., Abid, H., "Remote Control of a Domestic Equipment From an Android Application Based on Raspberry Pi Card". In: International Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control & Computer Engineering, pp. 903-908, 2014.

Levinson, J. "Building Client/Server Applications with VB.NET: an example-driven approach". Apress, 2003.

Lima, M. T. S. L., Souza, M. C., Flores, T. S., Cruz, N. G. S., Diamantino, H. D., Barroso, L. A., Rocha, B. A., Souza, R. L. M., Ramos, P. C. e Macedo, M. H. M.. "Sobre a Situação Energética Brasileira: De 1970 a 2030". In: Revista e Natura, 2015.

Loque, O., Barreto, D., Erthal, M., Mareli, D. "Um Framework de Desenvolvimento de Aplicações Ubíquas em Ambientes Inteligentes", UFF, 2013.

Mantoro, T., Ayu, M. and Elnour, E. "Web-enabled Smart Home Using Wireless Infrastructure". International Islamic University, 2011.

Nascimento, T. C., Mendola, A. T. B. B. e Cunha, S. K.. "Inovação e Sustentabilidade na Produção de Energia: o Caso do Sistema Setorial de Energia Eólica no Brasil". Caderno EBAPE, Vol. 10. pp. 641-651, 2012.

Neto, M. C. M.. "Desenvolvendo Aplicações Ubíquas com Arduino e Raspberry Pi". In: Brazilian Symposium On Multimedia And The Web, 2014.

Ragasudha, S., Maheswari, A. and Ventatesh, T."Internet of Things – A Survey". In International Converence on Recent Trends in Engineering Science, Humanities and Management, 2017.

Siegemund, F. e Florkermeyer C.. "Interaction in Pervasive Computing Settings using Bluetooth-Enabled Active Tags and Passive RFID Technology together with Mobile Phones". In: First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, 2003.

Silva, J. R. N. "Lixo Eletrônico: Um Estudo de Responsabilidade Ambiental no Contexto do Instituto de Educação e Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Manaus Centro", In: I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2010.

Silveira, M. A., Santos, L. A. e Rosário, O, D. B. "Automação Residencial – Um Grande Negócio" In Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR, 2014.