

SISTEMA DE CONTROLE E SUPERVISÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO

Maycon J. C. Mesquita¹, Jose C. G. Neto¹, Will R. M. Almeida¹

¹Núcleo de Pesquisa em Sistemas e Tecnologia da Informação (NusTI) - Universidade
Ceuma

Rua Josué Montello, nº 1, Renascença II - 65.075-120 - São Luís – MA - Brazil

mayconjcm@gmail.com, goisneto@gmail.com will175@gmail.com

Abstract. *The communication possibilities and automation offered by Internet have evolved a lot, together with the advancement their technologies of access. Thus, it becomes possible to create tools to improve and make life easier in a domestic environment through computerization and automation from various processes. So, the goal of this research is to propose a system to automate the activation of domestic appliances over the Internet, in an open hardware platform. The graphical interface will be developed in HTML and because it is a universal markup language, can be used in many different types of devices.*

Resumo. *As possibilidades de comunicação e automação proporcionadas pela Internet têm evoluído bastante, juntamente com o avanço de suas tecnologias de acesso. Dessa forma, torna-se possível a criação de ferramentas para melhorar e facilitar a vida em ambientes domésticos, por meio da informatização e automação de diversos processos. Com isso, o objetivo desta pesquisa é propor um sistema capaz de automatizar o acionamento de equipamentos domésticos por meio da Internet, em uma plataforma de hardware livre. A interface gráfica foi desenvolvida em HTML e, por se tratar de uma linguagem de marcação universal, poderá ser utilizada nos mais diversos tipos de dispositivos.*

1. Introdução

O surgimento da automação residencial ocorreu muito depois de seus similares das áreas industrial e comercial. Inicialmente, desenvolveu-se a automação industrial, ligada ao controle e à supervisão das linhas de produção a fim de se obter um rápido retorno econômico. Em seguida, surgiu a automação de edifícios comerciais, mais voltada às áreas patrimonial e institucional. Com todo esse avanço tecnológico, a automação começou a ganhar diferentes ramos, entre estes a automação residencial. (BOLZANI, 2004)

Com o crescente aumento da violência nas cidades, a população tem-se encontrado enclausurada em casas e condomínios fechados e tenta, na medida do possível, trazer para suas residências a segurança, o conforto e a diversão para que não necessite sair e se expor a riscos da violência urbana. Os sistemas de automação residencial, comercial e industrial desenvolvidos atualmente, priorizam esse conforto de uma maneira simples e amigável para o usuário, sem, contudo, utilizar a segurança como base para esse investimento.

Segundo Wortemeyer et al. (2005), o objetivo da automação residencial é a integração de tecnologias de acesso à informação e entretenimento, com otimização dos negócios, da *Internet*, da segurança, além da integração da rede de dados, voz, imagem e multimídia, possibilitando o controle e o acesso aos equipamentos instalados na residência, de dentro ou de fora da mesma. Aliás, a praticidade é uma das palavras mais ouvidas quando se aborda o tema. A comodidade e o conforto também estão entre os vários benefícios fornecidos pela automação residencial. A drástica redução dos preços dos hardwares de eletrônicos aliados aos recursos computacionais permitiu a utilização de sensores e atuadores inteligentes na implementação de uma rede de controle descentralizado.

A *Internet* se tornou uma ferramenta tão indispensável no dia-a-dia das empresas e das pessoas que o uso de suas tecnologias de acesso, sejam elas para comunicação e/ou sejam para automação, acompanham o desenvolvimento tecnológico! Por meio de sua utilização, será possível executar diversas tarefas remotamente. Alguns sistemas computacionais permitem acesso remoto a um computador, como se o mesmo estivesse disposto localmente. Esse tipo de acesso possibilita a execução de programas remotos em uma arquitetura semelhante à conhecida como cliente/servidor. Nesta arquitetura, um dispositivo cliente solicita o acesso a alguma funcionalidade de outro dispositivo servidor. Após este evento, o dispositivo remoto passará a ser requisitado pelo dispositivo cliente. Esse tipo de comunicação poderá ser facilmente executado em pontos geográficos distintos, por meio da *Internet*.

A presente proposta consiste em facilitar a vida das pessoas, reduzindo os esforços exercidos nos processos diários no âmbito residencial ou fora dele. Algumas tarefas como ligar e desligar lâmpadas, trancar a porta da casa antes de dormir ou ligar alarmes e verificar o estado de outros ambientes residenciais, poderão ser uma das tarefas automatizadas por meio da proposta desenvolvida neste trabalho.

Segundo Dorf (2009), o papel proposto pela automação vai muito além do aumento da eficiência dos equipamentos e da qualidade de vida no âmbito residencial, pois está intimamente ligada ao uso eficaz e a economia da energia além de contribuir para a preservação do meio ambiente. Em função disso, atualmente, pode-se constatar que a automação de equipamentos eletrônicos de forma remota já é uma necessidade.

2. Materiais e Métodos

O sistema desenvolvido baseia-se em uma interface *web*, desenvolvida em *HTML*, responsável por realizar a interação do usuário com sua residência por meio de um computador e uma plataforma Arduino. Para ter acesso a esse sistema, o usuário deverá realizar o login (em uma página) em um servidor remoto desenvolvido em uma linguagem de programação orientada a objetos - *PHP*, responsável pela autenticação e validação de dados do usuário realizados em um banco de dados (*MySQL*). Uma vez

que o usuário tenha a permissão de acesso ao sistema, este poderá controlar, supervisionar e até agendar tarefas de utilização ou não dos equipamentos eletroeletrônicos cadastrados e conectados ao sistema de controle.

A aplicação desta proposta visa o maior e melhor controle de um dispositivo elétrico independente do local em que o mesmo esteja, dando ao usuário, a capacidade habilitar ou desabilitar, em fração de segundos, o uso deste dispositivo por meio de um dispositivo móvel com acesso à *Internet*. A real intenção é melhorar a qualidade de vida das pessoas e evitar o gasto desnecessário de energia elétrica. Pode-se, por exemplo, ligar uma lâmpada ou qualquer outro aparelho elétrico com apenas um pressionar de botão. Caso ocorra a necessidade de um controle local, por meio de interruptores elétricos, se faz necessário a detecção de estado via software, que fará a comparação entre o estado atual com o anterior, garantindo que o estado atual do dispositivo acionado seja atualizado no sistema *web*.

O sistema de controle, desenvolvido com a plataforma Arduino, é um item indispensável para a intermediação entre o acionamento solicitado pelo usuário e o dispositivo que será ligado ou desligado. O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica com hardware e software livre, projetada com um microcontrolador Atmel, com suporte de entrada/saída embutidas e um ambiente desenvolvido (IDE) que implementa e processa linguagens (C/C++). Sua interface permitirá perceber, a partir de uma variedade de sensores, digitais e/ou analógicos, o que ocorre em alguns ambientes. Pode-se também modificar o estado de um determinado ambiente, seja controlando luzes, seja abrindo portas ou portões eletrônicos. (MCROBERTS, 2012)



Figura 1 – Arduino MEGA

Na aplicação proposta foi utilizado o Arduino MEGA, Figura 1, que é um microcontrolador baseado na Atmega1280. Ele possui 54 pinos de entradas e saídas digitais, 16 entradas analógicas, 4 *UARTs* (porta serial) e um cristal oscilador de 16MHz. Esta plataforma permitirá a interpretação das solicitações de mudança de estado (funcionamento) dos dispositivos eletroeletrônicos e a visualização do estado atual destes (ligado ou desligado). Vale ressaltar que o Arduino, assim como o navegador utilizado pelo usuário, atuam como clientes de um único servidor, ou seja: o processo de comunicação entre o navegador e o Arduino é realizada de forma bidirecional.

Assim, quando o navegador solicitar o estado dos dispositivos elétricos, bastará que a plataforma Arduino responda, por exemplo, em números binários uma sequência correspondendo ao estado dos mesmos dispositivos. Neste caso, a requisição do navegador é repassada ao servidor que por sua vez será enviada, sem alterações, para o Arduino que permanece em modo de conexão *keep-alive*, permitindo múltiplas requisições utilizando apenas uma conexão. É necessário ressaltar que a plataforma Arduino não é totalmente responsável pela transmissão e recepção das informações por meio da *Internet*. Na verdade, a parte da comunicação que ocorrer entre o servidor remoto e o Arduino será intermediada por outro hardware, denominado Módulo de *Ethernet* ou *Ethernet Shield*.



Figura 2 – Módulo de *Ethernet*

O Módulo de *Ethernet*, Figura 2, poderá ser facilmente acoplado à estrutura do Arduino, permitindo, assim, a reutilização dos seus diversos pinos de entrada e saída. O modelo deste Módulo de *Ethernet* é composto basicamente por um *microchip w5100* capaz de transformar o Arduino em um servidor *web* local ou remoto, podendo este funcionar tanto em modo cliente quanto em modo servidor. Caso esteja funcionando em modo cliente, este terá a capacidade de obter informações disponíveis em um servidor, tornando-o um emissor de requisições locais ou remotas. No caso de seu funcionamento em modo servidor, este possui a capacidade de se tornar um receptor síncrono ou assíncrono de requisições, permitindo que qualquer cliente se conecte e verifique informações como, por exemplo, o estado lógico de um dispositivo, a temperatura de um ambiente etc. (BARBOSA, 2010).

O funcionamento básico da plataforma Arduino consiste em enviar e receber informações ao mesmo tempo, de forma que, no momento em que o sistema de controle for requisitado por um usuário, o Módulo de *Ethernet* passará a servir de interface entre ambos, permitindo que o Arduino interprete informações e retorne a resposta solicitada pelo usuário. Estando com essas informações, o navegador do usuário, por sua vez, terá a função de indicar graficamente o estado dos dispositivos. Quando for solicitado pelo usuário o envio de um comando de acionamento para o Arduino, iniciar-se-á então o processo de interpretação pelo mesmo. Após esta etapa, ocorrerá o acionamento do dispositivo requisitado.

É importante frisar que a interação entre o comando do usuário e o Módulo de *Ethernet* é realizada pela tecnologia *PHP*, que depende de um servidor Apache para seu funcionamento. O *PHP* é uma linguagem de servidor muito rica em recursos. Ela é *open-source* e, por ser uma linguagem de fácil aplicação é bastante usada por programadores *web*. (MELONI, 2000). Como já discorrido, o *PHP* é processado em um servidor e retornado ao cliente. Em função disso, foi elaborado um método de conexão entre o *PHP* e o Arduino, por meio de um *SOCKET* síncrono, que permite a comunicação pelo protocolo *TCP/IP*. A saber:

- a) **TCP/IP:** É um conjunto de protocolos de comunicação entre computadores em rede. Ele é responsável pela conexão de computadores via *Internet*. (FOROUZAN, 2009);
- b) **SOCKET:** É usado em ligações de redes de computadores para estabelecer um elo bidirecional de comunicação entre dois dispositivos que utilizam o mesmo protocolo e que estão ligados na mesma rede. (ALVES, 2012).

Desta forma, faz-se necessária a utilização de um *IP* (identificação do dispositivo) e de uma porta (identificação de protocolo) liberada para fazer a conexão entre ambos (Arduino e *PHP*). O *IP* será o do provedor onde está o servidor Apache, e a porta deverá estar habilitada (aberta) para o envio e o recebimento de informações. A porta utilizada foi a 8080, pois esta porta se encontrava disponível para comunicação tanto no servidor Apache quanto no Arduino. Depois de definidos o *IP* e a porta, resta configurar o *SOCKET* para realização da escrita e leitura de dados.

Quando o *PHP* pré-processar as informações válidas de um *SOCKET*, ele retornará um texto que será repassado ao navegador do cliente que processará o texto em uma linguagem de marcação *HTML*, que poderá, graficamente, informar ao usuário o que está acontecendo. Neste caso, mostraria se determinado dispositivo estará ligado ou não, expressando a temperatura e luminosidade de um determinado ambiente, tornando a interatividade possível e viabilizando o uso do sistema remoto. O arduino não tem capacidade de alimentar um dispositivo de potência (lâmpadas, eletrodomésticos). Neste caso, precisa-se do *chaveamento*. Este é o acionamento de dispositivos de baixa tensão, 50 – 1000 Volts, (lâmpadas, motores) e de extrabaixa tensão, isto é, menor que 50 Volts, (Arduino e microcontroladores). Para realizar este chaveamento para o acionamento ou não dos dispositivos, faz-se necessária a utilização de um equipamento denominado relé. Para Cunha (2009), o relé é um interruptor eletromecânico sensível à corrente elétrica e, quando lhe for posto uma tensão ideal a ponto de causar um campo magnético, uma alavanca será disparada, fechando o circuito interno e ligando determinado dispositivo.

Assumindo que o Módulo de *Ethernet* esteja devidamente configurado e acoplado a um Arduino e o relé conectado entre o dispositivo a ser chaveado e o Arduino, e, ter-se-á a capacidade de enviar e receber informações do servidor. Estando o *PHP* intermediando entre o navegador do usuário e o Arduino com a interface do Módulo de *Ethernet*, já se poderá efetuar, finalmente, o acionamento. Entretanto, a ausência de *Internet* poderia deixar o sistema de controle inativo, causando insatisfação e incômodo ao usuário. Nesse contexto, foi elaborada uma adaptação com interruptores

físicos, onde será possível ter o mesmo controle elétrico por meio de um interruptor presente em pontos específicos.

Escolheu-se para o controle local (manual) uma chave tátil como acionador físico dos aparelhos elétricos, por este ser de tamanho reduzido, de baixo custo e de grande facilidade de comunicação entre a chave e o arduino, já que só há necessidade de um pino de entrada do Arduino. Diferentemente dos interruptores padrões de aparelhos elétricos, a chave tátil poderá se comunicar com o Arduino, que por sua vez, deixará o sistema supervisorio a par do estado (ligado ou desligado) de cada dispositivo elétrico.

3. Implementação e Resultados

Inicialmente, foi realizada a implementação do sistema de controle em servidor local. Verificou-se, então, que, quando se acionava os botões da página *web*, ocorreria a perfeita simulação de um interruptor físico, constatado o que se havia proposto como objetivo geral.

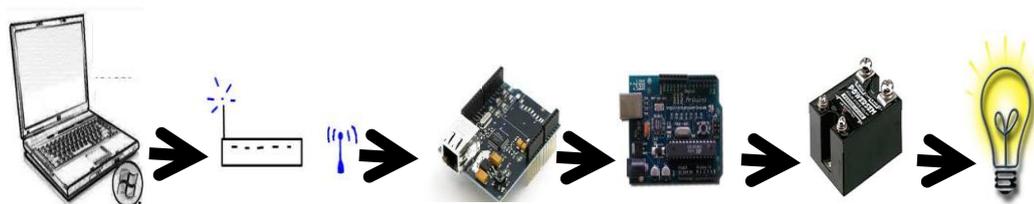


Figura 3 – Implementação do circuito de controle e supervisão proposto

Na figura 3 são demonstrados os componentes de *hardware* necessários para implementação do circuito de controle e supervisão proposto. Mesmo sendo demonstrado de forma genérica, vale salientar que o processo de comunicação entre os dispositivos não terá a obrigatoriedade de ocorrer em um único sentido. Pois, além de enviar a solicitação de acionamento, pretende-se, também, verificar no sistema supervisorio – página *web*, o estado em que se encontra o dispositivo que se pretende modificar o seu estado (ligado ou desligado). Desta forma, a partir da implementação do sistema de controle e supervisão para o acionamento de uma lâmpada, pode-se ter uma visão mais abrangente da comunicação efetuada entre os dispositivos.

3.1. Sistema de Controle e Supervisão

Como o intuito de supervisionar, criou-se um *website* capaz de atualizar as informações do estado do dispositivo conectado ao Arduino. Por intermédio da figura 4, pode-se verificar em um ambiente de simulação de quatro dependências de uma residência previamente definida (quarto, sala, varanda e cozinha), simbolizadas por um retângulo com seus nomes inseridos nestes. Existe uma diferença de cores (verdes e vermelhas) que caracterizam os estados (ligado ou desligado) dos dispositivos. Assumiu-se a cor verde para os dispositivos que estão em funcionamento, ou seja: ligado e a cor vermelha para os dispositivos que não estão em funcionamento, ou seja, desligado. Desta forma, pelo sistema *web* proposto, pode-se ter a noção do que está em funcionamento ou não. Para que se possa alterar o estado de qualquer um dos dispositivos em cada ambiente, se faz necessário pressionar um dos retângulos correspondente ao nome do ambiente que se deseja acionar ou não o equipamento.

Pelo ponto de vista do supervisor, a informação sairá de uma interface no formato de um formulário *HTML* sutilmente estilizado e será enviada para o *PHP* que funciona em um servidor Apache. Para que ocorra o rápido recarregamento da página exibindo o estado dos dispositivos, o *PHP* se conectará ao Arduino e verificará por via de requisições o estado atual. Pelo ponto de vista do sistema de controle, ao pressionar um dos retângulos (dependências) do *website*, será enviada uma informação de solicitação que trafega pela “rede”, chegando até o Módulo de *Ethernet* por via de um cabo *UTP*. Este que faz a interface das informações até chegar no Arduino, que permitirá a mudança de estado, retornando no sentido inverso uma resposta de confirmação através de uma conexão cliente/servidor. Cabe enfatizar-se que existem *led's* no Módulo de *Ethernet* que sinalizam a entrada e saída de informações para indicar a atualização do estado do dispositivo a cada bit de dados enviados para o servidor *web* ou recebidos do mesmo, facilitando ainda mais o desenvolvimento e na busca hipotética por problemas no cabo de par trançado.



Figura 4 – Sistema Supervisor

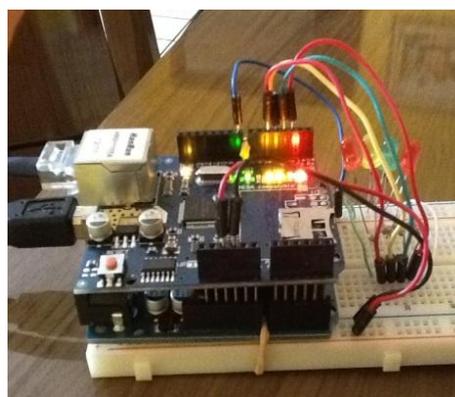


Figura 5 – Sistema de Controle

A instrução de acionamento é apenas interpretada através do Arduino, que identifica o tipo de requisição, fazendo comparações e utilizando a estrutura condicional de seleção *if-else*. Assim, já se tem ideia de qual a tarefa o usuário deseja solicitar para que esta seja executada. Caso o usuário queira ligar ou desligar um dispositivo, um *led* indicador será facilmente adaptado para que se possa ter noção do momento exato em que foi acionado certo dispositivo.



Figura 6 – Chave tátil para acionamento físico

Revela-se, também, de suma importância o controle físico do aparelho elétrico, foi adaptado o botão tátil como o da Figura 6 ao sistema de controle e supervisão. Quando o usuário pressionar o botão físico, será enviada uma tensão lógica ao arduino. O arduino irá interpretar este sinal lógico vindo do botão, acionará o aparelho elétrico e informará ao sistema supervisorio *web* o estado atual do aparelho acionado. Seja lembrado que, se o usuário ligar um aparelho pela *web*, o botão automaticamente assumirá a função de desligar o aparelho e, caso contrário, ele assume a função de ligar.

Depois do acionamento do dispositivo, o sinal é transmitido por meio de um dos pinos de saída do Arduino, até chegar no relé responsável pelo chaveamento. Em caso de acionamento, o Arduino precisaria manter um sinal digital por todo tempo, segurando a trava do relé e deixando o dispositivo acionado. Se o sinal parar, o relé abrirá o circuito interrompendo a passagem de energia para o dispositivo elétrico e conseqüentemente sem alimentação o dispositivo estaria no estado desligado.



Figura 7 – Chaveamento com relé

Depois do acionamento do relé, o circuito se abrirá ou se fechará, dependendo das instruções passadas ao relé. O relé mais comumente utilizado tem um limite de operação de 240 *volts*/10 *ampéres*. Não há limite de tempo de utilização para que o dispositivo elétrico esteja ligado ou desligado.

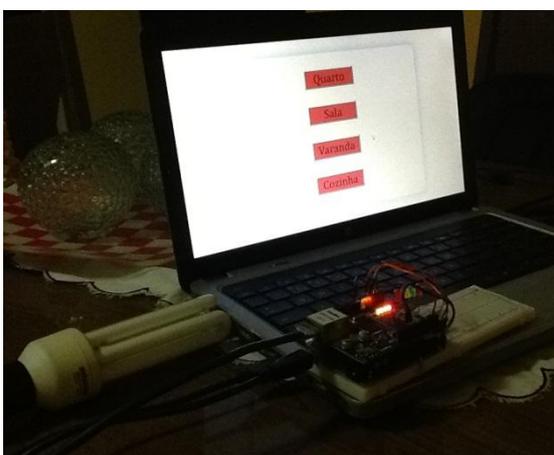


Figura 8 – Lâmpada apagada

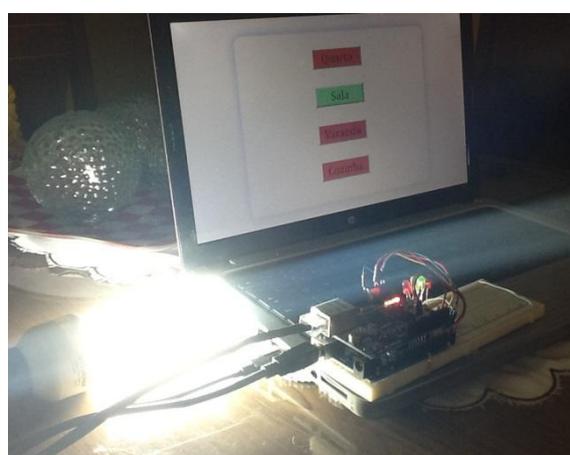


Figura 9 – Lâmpada acesa

Neste exemplo foi utilizada a sala como ambiente de uma suposta casa, tendo uma lâmpada fluorescente compacta (*PL*) como dispositivo a ser controlado pelo sistema de controle. Inicialmente, será realizado o acionamento desta lâmpada por meio de um botão contido em uma página *HTML*. O sinal gerado pelo pressionar do botão indicado transitará por meio do servidor Apache, até chegar ao Módulo de *Ethernet*, que aliado ao Arduino, processará e interpretará este sinal, emitindo uma informação de resposta ao cliente. A velocidade média do acionamento, na maioria dos lugares testados, variará entre 1 e 3 segundos, podendo levar até um menor tempo dependendo da localização geográfica do cliente.

Pôde-se constatar que, após interligar todos os equipamentos, o pressionar do botão do sistema de controle mandava o sinal digital que acionava o relé e quase que instantaneamente o aparelho elétrico era ligado, ou seja: a lâmpada acendia. Quando a lâmpada acendia, quase que automaticamente o botão de acionamento do sistema supervisorio mudava da cor vermelho (apagada – Figura 8) para a cor verde (acesa – conforme demonstrado na Figura 9).



Figura 10 – Lâmpada apagada esperando o agendamento



Figura 11 – Lâmpada acesa por agendamento

Com o intuito de aumentar a eficiência energética do equipamento, a comodidade do usuário, a confiabilidade do sistema proposto e reduzir o consumo elétrico residencial, foi realizado um sistema de agendamento que consiste em um cadastro para um acionamento programado. A tarefa corresponde a um agendamento previsto para as 19h30min de um sábado cujo objetivo era de acender uma determinada lâmpada. Para garantir uma margem de segurança o registro foi cadastrado cinco minutos antes no sistema supervisorio. A lâmpada tinha como estado atual a condição de apagada, assim como pode ser verificado com base na Figura 10. Como esperado, ao chegar o horário exato da execução da tarefa (19h30min no relógio do computador), a lâmpada foi acesa como mostrado na Figura 11. Esta permanecerá acesa até que alguém a desligue (de forma manual ou via *web*) ou que ocorra um novo agendamento para tal mudança de estado.

4. Conclusão

Pode-se concluir que se conseguiu alcançar o resultado proposto neste artigo de forma satisfatória, uma vez que o objetivo de se realizar o acionamento de um dispositivo eletroeletrônico foi realizado com sucesso por meio da utilização de um Arduino

(plataforma Arduino e Módulo de *Ethernet*), um software supervisor desenvolvido na linguagem *PHP* e um *notebook* servindo como um cliente. Após a montagem desta estrutura ocorreu a implementação do sistema de controle e supervisor realizado em um dispositivo eletroeletrônico, aqui escolhido com sendo uma lâmpada fluorescente compacta. Logo, pode-se perceber a versatilidade deste tipo de acionamento, que para qualquer outro tipo de dispositivo seja ele um ventilador, seja uma televisão, sejam motores e até o controle de tomadas elétricas, poderá ser realizado com algumas adaptações. E que são vastas as formas de acionamento de tal dispositivo, sendo uma forma para cada necessidade do usuário.

No mercado atual existem muitas formas de controle e supervisão residencial, mas nem todos os consumidores poderão tirar proveito dos benefícios da automação em suas residências. Segundo Marques (2013), a Associação Brasileira de Automação Residencial releva que nos próximos cinco anos a automação já estará presente na classe C brasileira. Uma forma alternativa de promover essa automação inclusiva seria a adoção de *kits* de desenvolvimento Arduino e/ou de Microcontroladores Lógicos Programáveis (*PLC's*) para realizar esta tarefa. Em face do exposto, constata-se que o desenvolvimento de um sistema de controle e supervisão residencial via *web*, utilizando-se a plataforma Arduino, poderia ser implementada eficientemente de forma a proporcionar ao usuário maior conforto, segurança e economia no consumo elétrico.

5. Referências

- Alves, Maicon Melo (2008), Sockets Linux. Editora: Brasport.
- Barbosa, Douglas. Estrutura Cliente-Servidor, o lado que não vemos, 2010, acessado em 07/03/2013, disponível em: <http://computacao.blogspot.com.br/2010/04/estrutura-cliente-servidor-o-lado-que.html>
- Bolzani, Caio Augustus M. (2004), Residências Inteligentes. São Paulo: Livraria da Física.
- Cunha, L. Relés e contadores, acessado em 02/09/2013, disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/a-revista/edicoes/169-reles-e-contadores.html>
- Dorf, R. (2009), Sistemas de Controle Modernos. Editora: LTC.
- Forouzan, B. A. (2009), Protocolo TCP/IP. Editora: McGraw Hill.
- Marques, R. Automação residencial na imprensa: conceito de automação residencial ganha espaço no mercado (2013), acessado em 04/11/2013, disponível em: <http://www.aureside.org.br/imprensa/default.asp?file=10.asp>
- Mcroberts, M. (2011), Arduino Básico. Editora: Novatec, São Paulo, 2011.
- Meloni, J. C. (2000), Fundamentos de PHP. Editora: Ciência Moderna.
- Wortemeyer, C.; Freitas, F.; Cardoso, L. (2005), Automação Residencial: Busca de Tecnologias visando o Conforto, a Economia, a Praticidade e a Segurança do Usuário, II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGGeT'2005.