

# Automação residencial com foco no consumo consciente de energia elétrica

Home automation with focus on conscious consumption of energy

● Alexandre Aprato Ferreira da Costa<sup>1</sup>, Fábio Diniz Rossi<sup>2</sup> Marcos Paulo Konzen<sup>3</sup>, Paulo Ricardo Barbieri Dutra<sup>4</sup>

## RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de automação e monitoramento do consumo de energia de uma residência. É o resultado de uma pesquisa realizada a partir de trabalhos produzidos no meio acadêmico sobre a domótica e a consequente percepção de que existe uma lacuna quando se trata de sistemas de automação residencial que realizam a gestão dos recursos energéticos. No final, são expostos os testes e a conclusão de que este sistema mostrou precisão nos testes aos quais foi submetido.

**Palavras-chave:** Automação. Domótica. Arduino.

## ABSTRACT

This paper presents the development of a system for automation and monitoring of energy consumption of a residence. It is the result of a survey conducted from works produced by the academic community about home automation, and the consequent comprehension that there is a gap regarding home automation systems that perform management of energy resources. By the end of this work, the tests performed are presented as well as the results demonstrating that the system has presented acceptable accuracy in those tests.

**Keywords:** Automation. Home Automation. Arduino.

---

1 alexandreiffca@gmail.com | Universidade Norte do Paraná

2 fabio.rossi@iffarroupilha.edu.br | Instituto Federal Farroupilha

3 marcos.konzen@iffarroupilha.edu.br | Instituto Federal Farroupilha

4 prbd@yahoo.com.br | Instituto Federal Farroupilha



# 1 Introdução

Nos últimos anos, com a popularização do tema, trabalhos abordando a questão da automação residencial foram realizados, porém a imensa maioria não atende à questão em sua totalidade. De acordo com Alievi (2008), o fato é que, quando na década de 80 surgiram os primeiros edifícios automatizados, o objetivo era o de controlar apenas a iluminação, a climatização, a segurança e a combinação entre esses três elementos. E, desde então, a ideia base continua a mesma.

Para Monteiro (2010), com o passar do tempo e com avanço de tecnologias como a Internet e dispositivos móveis capazes de acessar a rede mundial de computadores, proporcionou-se que o elemento comunicação fosse agregado, uma vez que se tornou possível, mesmo a distância, interagir com o ambiente automatizado.

Logo após um elemento relacionado à gestão de recursos energéticos foi incorporado e deu-se, então, a definição utilizada atualmente pela Associação Brasileira de Automação Residencial que destaca:

A automação residencial pode ser definida como um conjunto de serviços proporcionados por sistemas tecnológicos integrados, como o melhor meio de satisfazer as necessidades básicas de segurança, comunicação, gestão energética e conforto de uma habitação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL, 2013, p.1).

Entretanto, o que se vê no meio acadêmico são trabalhos relacionados às questões de conforto, comodidade, comunicação e segurança, com resquícios de gestão de recursos energéticos que estão baseados na aplicação de regras pré-estabelecidas, o que não contempla o tema por completo, pois segundo Silva (2009), o mercado de automação residencial não vem crescendo simplesmente pelo bem-estar proporcionado, mas também pela alternativa proporcionada quando a questão é a contenção de despesas e utilização dos recursos de forma racional.

Com isso, o presente trabalho expõe uma solução para essa necessidade. Tal solução foi baseada no desenvolvimento de um sistema de automação residencial, que visa garantir ao usuário o controle e interação do ambiente automatizado, dotado de um recurso que possibilita o gerenciamento do consumo energético da residência para que este aconteça de forma consciente. O sistema realiza o monitoramento ininterrupto do consumo de energia elétrica dos equipamentos, permitindo ao usuário identificar possíveis desperdícios e, assim, adotar novos hábitos de consumo.

O restante do texto está estruturado da seguinte forma: na segunda seção, será apresentado o embasamento teórico, com alguns trabalhos relacionados, além de conceitos, tecnologias e definições relevantes para o entendimento do problema proposto. Na seção três, são apresentadas a metodologia, o desenvolvimento e os testes no sistema. Finalizando, na quarta seção, serão apresentadas as conclusões bem como algumas sugestões para trabalhos futuros.

## 2 Embasamento Teórico

Nesta seção, serão abordados alguns trabalhos sobre o tema, além de conceitos, tecnologias e definições relevantes para o entendimento do problema proposto.

### 2.1 Trabalhos Relacionados

Existem diversos trabalhos no meio acadêmico que abordam a questão da automação residencial e, neste momento, serão avaliados os trabalhos de Almeida(2009), Al-thobaiti et al. (2014) e Piyare (2013).

Em Almeida (2009), é apresentada a “Implementação de um Sistema de Automação Residencial Modular Sem Fio”, que trata do desenvolvimento de um protótipo capaz de comunicar-se com sensores e atuadores a fim de interagir com alguns dispositivos automatizados. Seu diferencial está no fato de o sistema estar distribuído entre uma central e alguns módulos periféricos, em que a comunicação entre o microcomputador e a central é feita através de cabeamento e comunicação serial, enquanto a comunicação entre a central e os módulos periféricos é feita através de comunicação sem fio por rádio frequência. Porém, este trabalho possui algumas limitações como, por exemplo, estar restrito a ligar e desligar equipamentos.

Já em Al-thobaiti et al. (2014), “Design and Implementation of a Reliable Wireless Real-Time Home Automation System Based on Arduino Uno Single-Board Microcontroller”, o objetivo foi implementar um sistema de automação residencial em tempo real baseado no Arduino Uno. O diferencial deste trabalho está no fato de possuir dois modos de funcionamento: um modo manual no qual o usuário pode monitorar e controlar os dispositivos e um modo automático em que o controlador monitora e controla os dispositivos em resposta aos sinais recebidos dos sensores relacionados. Porém o sistema está limitado a ligar e desligar diodos emissores de luz (LED's) e um componente para resfriamento de processadores (cooler).

Outro estudo relevante é o proposto por Piyare (2013), “Internet of Things: Ubiquitous Home Control and Monitoring System using Android based Smart Phone”, o qual propõe um controle residencial de forma ubíqua, utilizando Arduino e um aplicativo desenvolvido para o sistema operacional android. Nessa proposta, existe interação com a iluminação e o controle de acesso à residência, além do acompanhamento da temperatura do ambiente. O fator negativo está no fato de o autor citar a existência de monitoramento de energia, mas não especificar os componentes utilizados e não demonstrar como o consumo pode ser visualizado no aplicativo.

Com base nos trabalhos citados, além de alguns outros, buscou-se desenvolver um sistema de automação residencial com uma interface Web mais refinada, que possa proporcionar uma melhor experiência ao usuário, além da busca de novas formas de interação com os dispositivos automatizados fugindo do trivial: ligar e desligar equipamentos e, acima de tudo, a busca em desenvolver um sistema que contemplasse o tema por completo. Com este sistema, busca-se preencher algumas lacunas, e principalmente, causar um impacto no que diz respeito ao consumo de energia.

## 2.2 Automação Residencial

A automação residencial, também conhecida como domótica, é o nome dado à tecnologia responsável por gerir os recursos de uma habitação.

Para Castrucci e Bottura (2006), é considerada automação qualquer sistema baseado em computadores que vise substituir tarefas de trabalho humano e/ou, que vise soluções rápidas e econômicas para os serviços modernos.

Trentin (2012, p. 9) ressalta que:

A domótica, união do latim “Domus”, que significa casa, e de “Robótica”, permite a usuários o controle de suas casas, como fechar janelas, alterar temperatura do ar condicionado, dependendo da hora do dia, ligar e desligar luzes, abrir e fechar portões, entre outras possibilidades.

Sendo assim, pode-se defini-la como um ramo da Tecnologia da Informação e Comunicação, responsável pela automatização e controle aplicados às habitações.

## 2.3 Domótica no Brasil

Dados da Associação Brasileira de Automação Residencial apontam que, atualmente, 300 mil residências no país dispõem de algum recurso automatizado (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL, 2013).

Um estudo recente realizado pela Motorola Mobility, no Brasil, apontou que 78% dos entrevistados têm interesse em automação residencial, e, embora 37% desses entrevistados revelassem que ainda precisam entender mais sobre os benefícios que essa tecnologia proporciona, esse número é maior que a média mundial que gira em torno de 66% (TELETIME, 2012).

“Já está na hora de vivermos o presente, pois, já existem estudos, tecnologia, projetos e residências efetivamente funcionando através dos recursos da Automação” (TEZA, 2002, p.19).

A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL (2013), em seu relatório especial sobre automação residencial, informa que, a partir de pesquisas realizadas nos Estados Unidos da América, sistemas de automação residencial que contenham apelo pela sustentabilidade, economia de energia e preservação de recursos naturais estão sendo cada vez mais requisitados.

Esse mercado passou da fase de status e ostentação para a fase em que a realidade é preocupação, sobretudo, com a melhor qualidade de vida dos seus usuários.

## 2.4 Consumo Consciente

O consumo excessivo de energia elétrica, no Brasil e no mundo, tornou-se motivo de preocupação e tem colocado em foco o consumo consciente. A compulsividade do comportamento humano, cada vez mais direcionado para o ato de consumir, provoca o surgimento de consequências ambientais negativas.

Para Akatu (2009 *apud* LIMA, 2010, p. 47), podemos definir o consumo consciente como:

Consumo consciente é consumir levando em consideração os impactos provocados pelo consumo. O consumidor pode, por meio de suas escolhas, buscar maximizar os impactos positivos e minimizar os negativos de seus atos de consumo, e desta forma contribuir com seu poder de consumo para construir um mundo melhor.

De acordo com FOURNIER (2009), o Painel Intergovernamental sobre a Mudança Climática (IPCC), em relatório síntese divulgado em 2007, publicou resultados que indicavam o aumento de 70% na emissão de gases do efeito estufa, no período de 1970 a 2004, provenientes da atividade humana. Dentre as principais fontes de emissão encontram-se o setor de fornecimento de energia, com 25,9%. O autor ainda ressalta que grande parte do consumo de energia elétrica no país ocorre em edificações, 45,2%, e destas destacam-se as edificações residenciais, responsáveis por 22,2% do consumo de eletricidade.

Geller (2003 *apud* Lamberts e Pereira 2010) afirma que o uso total de energia no Brasil cresceu cerca de 250% no período de 1975 a 2000, aumento provocado, principalmente, pela rápida industrialização e pelos crescentes serviços energéticos: residencial e comercial.

Em julho de 2001, o país sofreu a consequência do descompasso entre o grande crescimento no consumo e o pequeno crescimento da capacidade instalada, que ocorreram, segundo Tolmasquim (2001), por investimentos insuficientes em geração e transmissão de energia que não acompanharam a elevação do consumo.

Neves (2002), em sua pesquisa, relata que os motivos que impulsionaram a expansão da automação nas edificações foram principalmente a procura de fórmulas para economia de energia,

juntamente com a administração eficaz do seu consumo, além da grande redução nos custos dos equipamentos de informática.

Outro fator determinante é que, tratando-se de energia elétrica, é possível obter informações de consumo através das companhias que distribuem a energia, porém essas empresas não oferecem essas informações em tempo real, impossibilitando que haja um consumo de forma consciente. A gerência de forma automatizada ajuda na redução do consumo de energia bem como na diminuição do valor gasto final.

## 2.5 Microcontroladores

Um microcontrolador é um computador de propósito específico que, diferentemente de um microprocessador, é menos complexo e já possui internamente vários circuitos eletrônicos que o fazem completamente funcional ao não necessitar acessar externamente dispositivos como: memória de programa, memória de dados, portas de entrada e saída, entre outros circuitos.

Ele possui, em um único encapsulamento, uma unidade central de processamento, memória de programa, memórias auxiliares, sistema de entrada/saída e vários periféricos que variam entre os modelos (LUPPI e SCHUNK, 2001).

Com frequência, eles estão embarcados no interior de outro dispositivo, geralmente um produto comercializado. “É como um pequeno componente eletrônico, dotado de uma inteligência programável, utilizado no controle de processos lógicos” (SOUZA, 2009, p. 21).

Neste trabalho, o microcontrolador terá fundamental importância, pois caberá a ele a tomada de algumas decisões e ainda o acionamento dos dispositivos nele acoplados.

## 2.6 Arduino

Arduino é um projeto que teve início na Itália, no ano de 2005, e consiste basicamente em placas de controle de entrada e saída baseadas no microcontrolador Atmega. Ele foi desenvolvido com finalidades educativas no intuito de ajudar designers a criarem seus trabalhos sem necessitarem de conhecimentos mais profundos na área de eletrônica (ARDUINO, 2013).

Arduino é uma plataforma de prototipação eletrônica de código-aberto, flexível, e de fácil utilização (tanto em hardware como em software). É destinada a artistas, projetistas, hobbistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos. (ARDUINO.CC, 2013, tradução nossa).

Através dele, é possível programar o microcontrolador de forma a processar as entradas e saídas entre o dispositivo Arduino e os componentes conectados a ele. A linguagem de programação utilizada é semelhante ao C++ e um programa básico para rodar na plataforma necessita de duas funções básicas que são o “void setup()”, que é executado uma única vez no início do programa com informações gerais sobre o programa, e a função “void loop()”, que é a função executada repetidamente pelo microcontrolador.

Esta plataforma possui vários modelos de placas, e o que diferencia esses modelos, basicamente, é o número de pinos, a quantidade de memória e, por ser de código aberto, algumas funcionalidades adicionadas pelo seu construtor.

Outro fator importante é que a placa Arduino suporta a utilização de Shields, que são placas que podem ser conectadas ao Arduino a fim de estender as suas capacidades, tornando-o capaz de executar outras tarefas como: acessar a Internet, controlar motores e comunicação Wi-Fi. (ARDUINO.CC, 2013).

## 2.7 Ethernet Shield

O Arduino Ethernet Shield é um shield, que possibilita que o Arduino possa se conectar à internet. Ele é baseado no chip WIZnet W5001, fornecendo uma rede IP, capaz de suportar até quatro conexões simultâneas.

## 2.8 Sensores

Sensores são dispositivos amplamente utilizados no meio eletrônico e que recebem e respondem a um estímulo ou um sinal. Neste projeto, houve a necessidade da utilização de dois sensores: o sensor ACS712 e o sensor DHT11.

Para realizar a medição da corrente elétrica, foi utilizado o Sensor de corrente ACS712. O modelo utilizado foi o ACS712ELCTR-30A-T, que ajusta o valor de corrente para um padrão capaz de ser interpretado pelo Arduino. Por meio dele, foi possível realizar a leitura da corrente elétrica que fluiu através dos condutores.

A escolha por este sensor foi por apresentar um ótimo custo benefício, por possuir boa linearidade, um isolamento satisfatório entre a parte de potência e a parte de tratamento de dados, e tamanho reduzido em um encapsulamento SOIC8, possuindo baixa interferência, alta velocidade de resposta e uma taxa de erro de 1,5% a 25°C (ALLEGRO MICROSYSTEMS, INC., 2014).

Para obtenção dos valores de temperatura e umidade, foi utilizado o sensor DHT11. Ele é capaz, segundo suas especificações, de medir temperatura entre 0 a 50°C, com erro de +/- 2°C, e umidades entre 20 a 90% RH, com erro de +/- 5%.

## 2.9 Relé

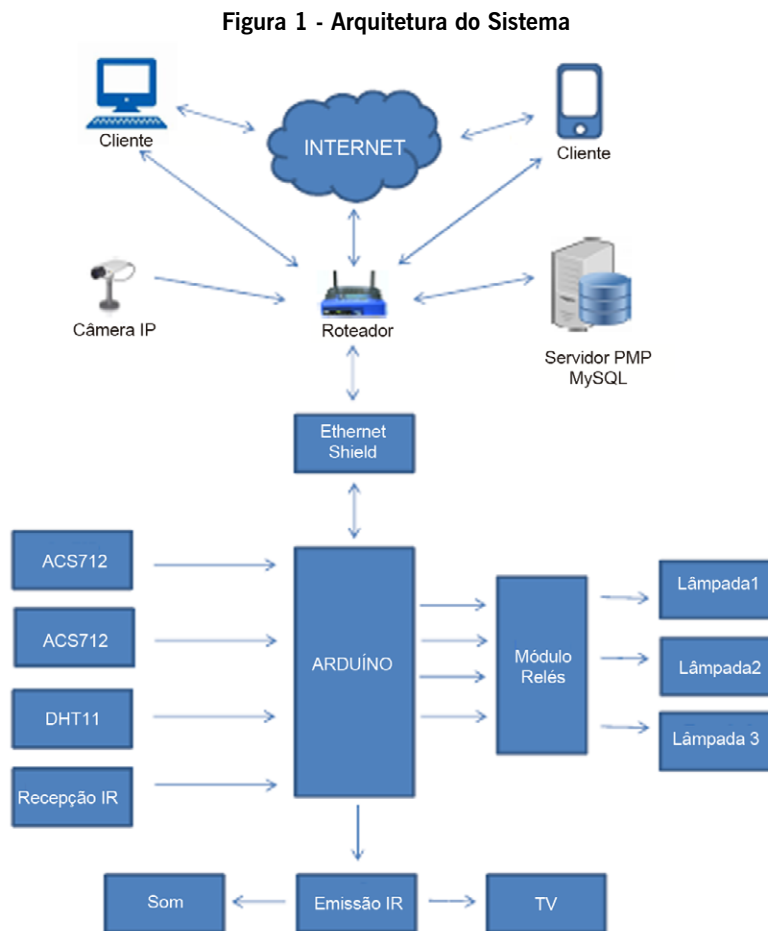
O tipo de relé utilizado no projeto é o relé eletromagnético, ele é um tipo de interruptor elétrico controlado por um eletroímã. Esse tipo de relé se utiliza de princípios eletromagnéticos para operar corretamente. Seu interior é composto de um indutor e bobina de cobre, que gera um campo magnético ao ser energizado com um pulso elétrico. A outra parte do indutor é composta de braços metálicos que fazem os contatos físicos da comutação. Quando o relé está desativado, ou nenhum pulso elétrico lhe é fornecido, seus braços estão em uma posição que é conhecida como normalmente aberta. Quando o relé está ligado ou um pulso elétrico lhe é enviado, o braço metálico se move em direção ao outro contato físico do relé. O braço físico se move à medida que o campo magnético gerado o impulsiona em direção ao indutor (ALMEIDA, 2010).

Esse relé eletromagnético é capaz de controlar uma saída de força mais elevada do que a força de entrada, e é muitas vezes usado para isolar os circuitos com diferentes potenciais de energia. Quando uma corrente baixa é aplicada ao eletroímã, o dispositivo é capaz de permitir que uma corrente superior flua através dele. Isso é vantajoso em algumas aplicações, tais como disparo de alarmes e outros dispositivos de segurança, porque uma corrente de energia baixa e segura pode ser usada para ativar um aplicativo que exige mais energia.

## 3 Metodologia

Nesta seção é apresentado o sistema projetado. O objetivo principal do sistema é realizar os controles dos equipamentos automatizados e também medir o consumo destes e armazená-los no banco de dados. Esse controle é realizado parte através do Gerenciador e parte através da Plataforma de Controle.

Para melhor entendimento, a arquitetura do sistema pode ser visualizada na Figura 1.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

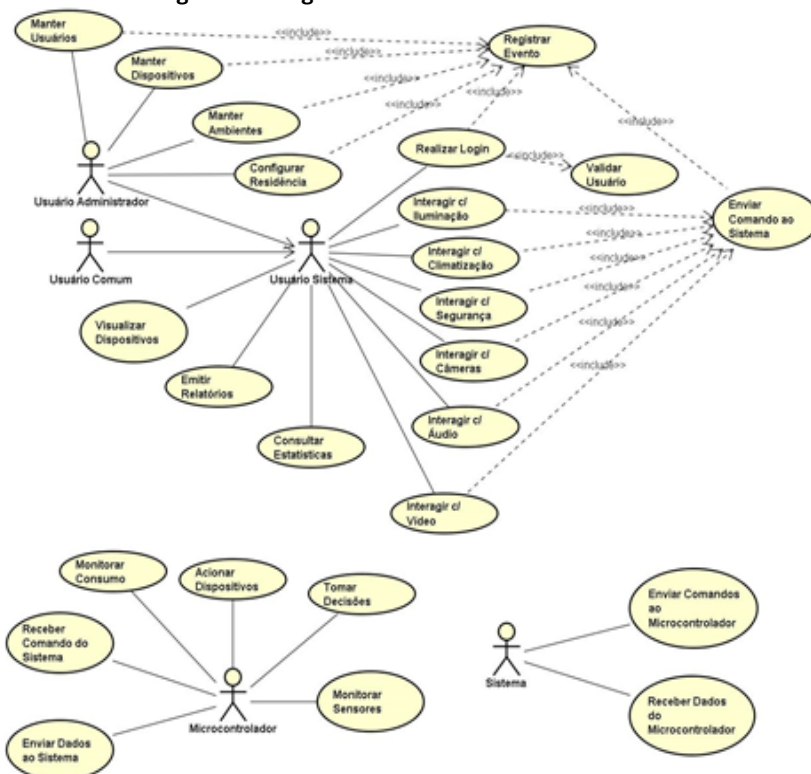
Para armazenar o consumo dos equipamentos, optou-se por utilizar o sistema gerenciador de banco de dados MySQL junto com o MySQL Connector/Arduino, o qual é a tecnologia feita para que o Arduino possa se conectar a um banco de dados MySQL. Além das funções padrões do sistema, o mesmo pode utilizar, para o seu acionamento, um controle remoto. Dessa forma, não há a necessidade de dirigir-se até um microcomputador, notebook ou qualquer outro dispositivo capaz de acessar a rede, para interagir com a iluminação do ambiente. Além de receber sinais por infravermelho, o sistema é capaz de emitir esses sinais. Dessa forma, ele pode interagir com qualquer aparelho que possua essa interface. Na versão atual, ele controla um televisor e um aparelho de som. Foram incorporados também sensores de temperatura e umidade, que, além de exibirem tais informações na interface Web, permitem que sejam aplicadas regras a partir da variação desses valores obtidos. Por fim, foi adicionada uma câmera para que o ambiente possa ser monitorado via interface Web.

### 3.1 Interface

O Gerenciador foi desenvolvido utilizando HTML5, CSS3 e PHP na sua versão 5.4. Na Figura 2, através do diagrama de casos de uso do sistema, é possível observar quais ações são passíveis de execução no sistema e também quem as deve executar.



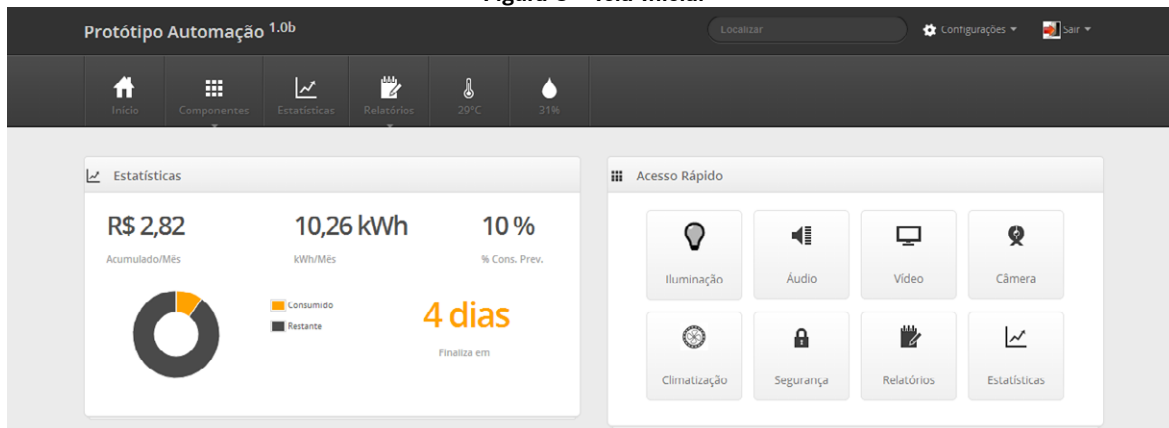
Figura 2 - Diagrama de Casos de Uso do Sistema



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

A Figura 3 mostra a tela principal do Gerenciador. Por meio dela, é possível acessar os controles de iluminação, áudio, vídeo, câmera e climatização, além de relatórios e estatísticas do sistema.

Figura 3 - Tela Inicial



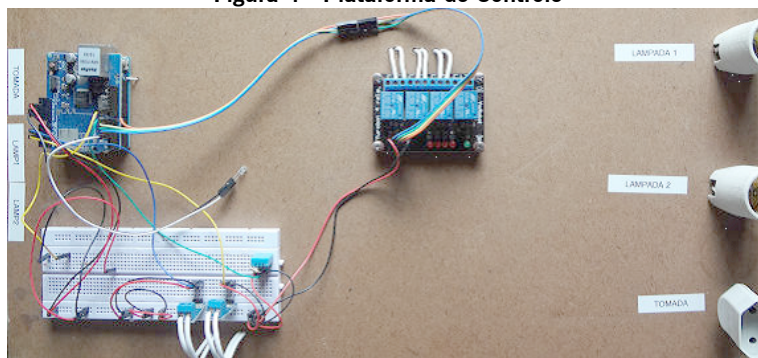
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Ainda na tela inicial, é exibido o valor em Reais (R\$) do total consumido, o total de kWh que está armazenado no banco de dados, a porcentagem de kWh consumidos, em relação à meta estipulada na configuração da residência, um gráfico com a porcentagem do que foi consumido e o que ainda resta, considerando também a meta estipulada na configuração da residência e a quantidade de dias para o encerramento do mês.

### 3.2 Plataforma de Controle

A Plataforma de Controle é a parte do sistema onde está o Arduino, o Ethernet Shield, os sensores e os atuadores que compõe o sistema (conforme Figura 4).

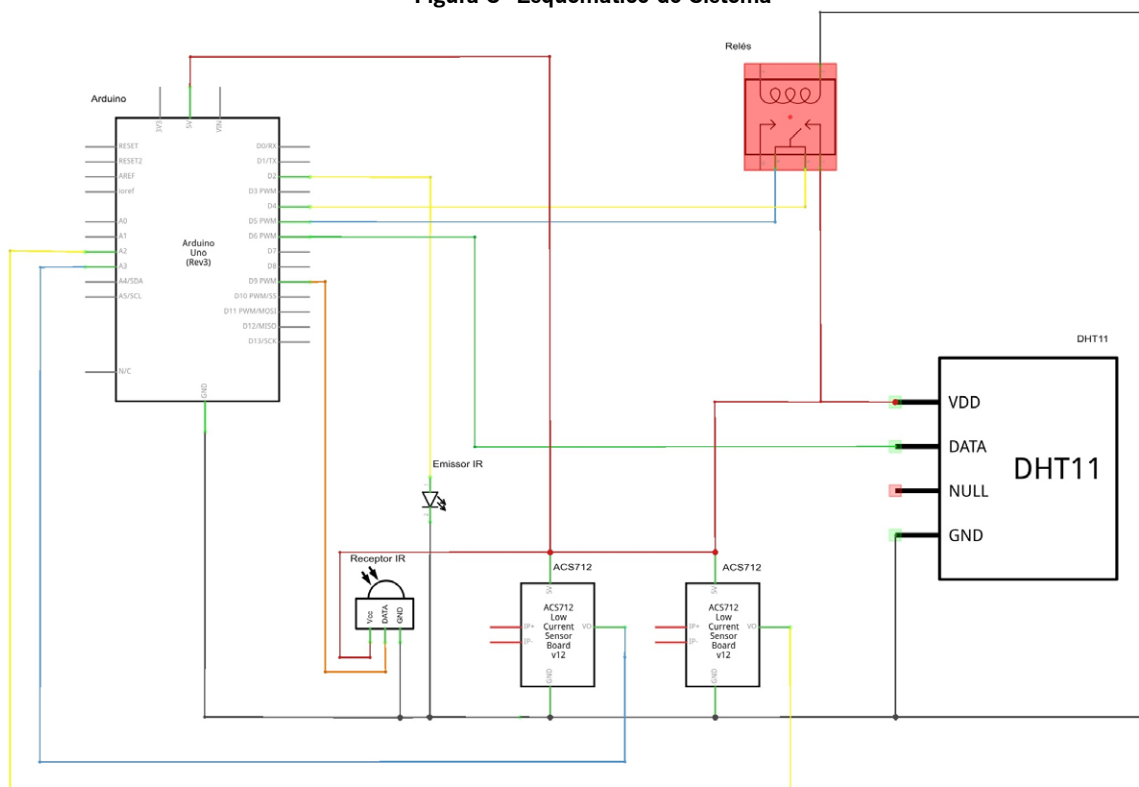
Figura 4 - Plataforma de Controle



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Abaixo, na Figura 5, é possível visualizar a ligação elétrica dos componentes da referida plataforma.

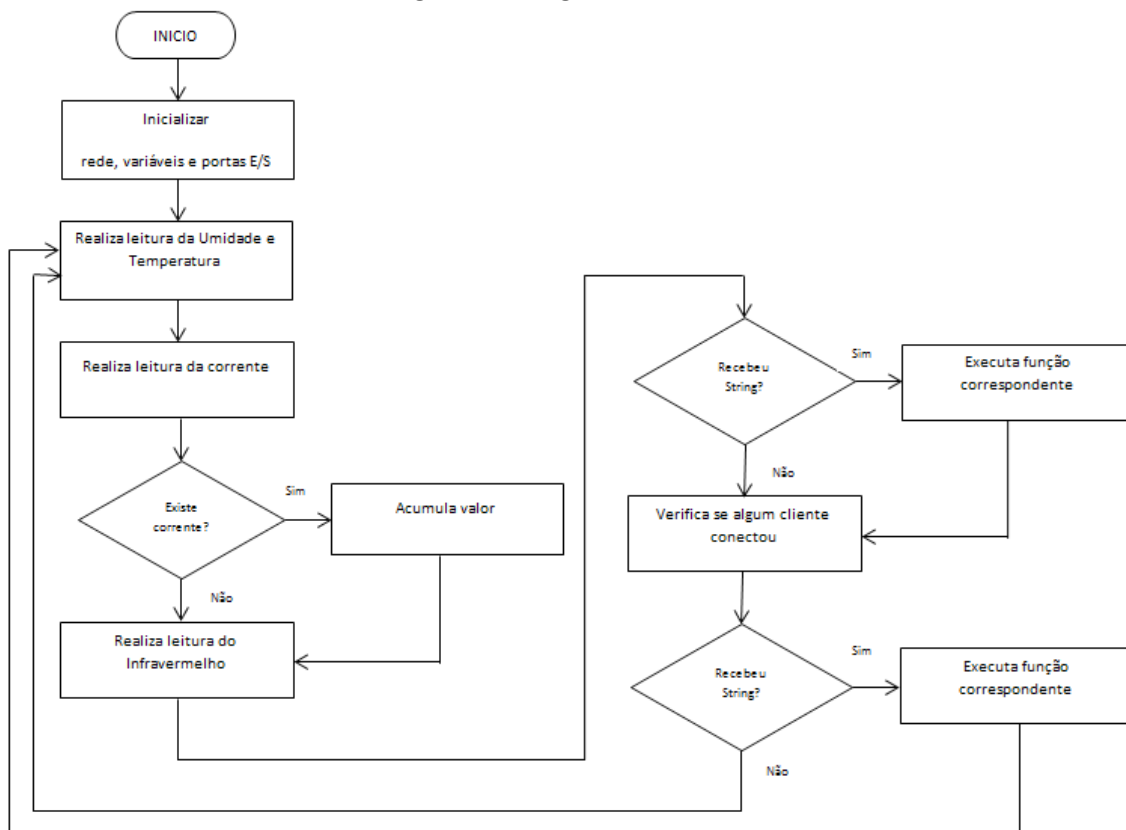
Figura 5- Esquemático do Sistema



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

A seguir, na Figura 6, é apresentada a representação gráfica do fluxo de trabalho exercido pelo microcontrolador do Arduino.

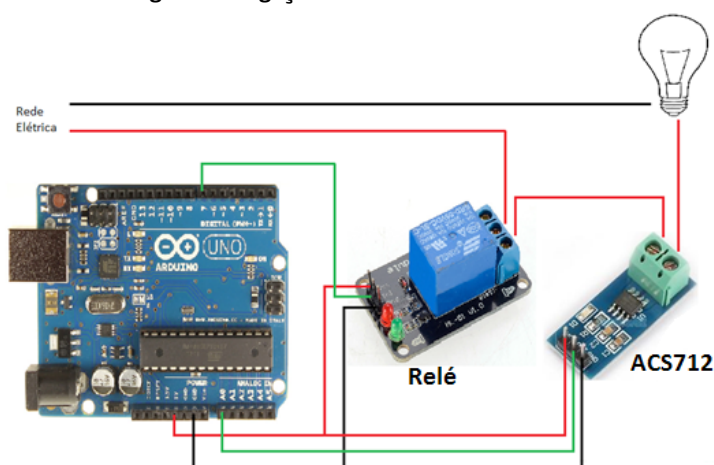
Figura 6 - Fluxograma do Firmware



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Para mensurar o consumo da corrente em determinado equipamento, é preciso interromper um dos fios, o neutro ou a fase. Após romper o fio, colocam-se as duas pontas do fio cortado em cada borne do sensor ACS712 (como mostra a Figura 7).

Figura 7 - Ligação do Sensor à Rede Elétrica



Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Ao lado oposto ao borne, é possível visualizar 3 pinos, onde nas extremidades estão VCC (alimentação de 5V) e GND (terra 0V), e o pino central OUT (saída do sensor) é a saída em que é possível captar um sinal de tensão analógica que varia linearmente à corrente monitorada. Quando não há corrente passando pelo sensor, o pino OUT permanece com VCC/2 Volts, como o sensor é alimentado por 5V, mantém-se aproximadamente em 2,5V.

### 3.3 Testes

Durante todo o processo de desenvolvimento do projeto, houve a necessidade da realização de testes, que podem ser divididos, basicamente, em três etapas:

A primeira etapa consistiu nos testes do hardware selecionado para o projeto, uma vez que se optou por programá-los separadamente e, somente após todos os testes serem concluídos, iniciou-se o desenvolvimento do sistema propriamente dito, ou seja, com os componentes interagindo entre si. Essa prática foi importante, pois dessa forma foi possível conhecer mais profundamente como cada componente atuava.

A etapa seguinte consistiu no desenvolvimento da interface Web, juntamente com a inserção dos componentes de hardware, testados unitariamente na fase anterior. À medida que cada componente era incorporado ao sistema, tanto hardware quanto software, um novo teste de integração era realizado a fim de se certificar de que um novo componente não influenciou no funcionamento de outro já existente. E, ao final de cada versão de demonstração, um teste de sistema era executado a fim de comprovar que o sistema estava funcionando, como um todo.

A etapa três refere-se aos testes de precisão do sistema, buscando aferir o valor da corrente fornecido pelo sensor ACS712, que serve como base para o cálculo do consumo de energia. Como referência, foram utilizadas duas lâmpadas incandescentes, de 40 e 100 Watts, um televisor e um aparelho secador de cabelos, que, segundo seus fabricantes, possuem potência máxima de 100 e 1900 Watts, respectivamente. Nessa etapa, houve a necessidade de utilizar outras fontes capazes de mensurar o consumo dos dispositivos, e, então, recorreu-se a um alicate amperímetro e à equação para cálculo da potência instantânea, que é a potência dada em um instante qualquer de tempo, e também considerando  $v$  como tensão e  $i$  como corrente, sendo estes sinais senoidais no regime estacionário (NIELSON, 2009). Para  $P = V * I$ , onde  $P$  é a potência instantânea dada em Watts e  $V$  é a tensão dada em Volts. Os resultados obtidos podem ser visualizados abaixo (Figura 8).

**Figura 8 - Testes**

Dispositivos	Fontes		
	Sistema	Amperímetro	Cálculo
Lâmpada 40W	0,20	0,21	0,1818
Lâmpada 100W	0,49	0,49	0,4545
Televisor	0,37	0,39	0,4545
Secador de Cabelo	7,68	7,55	7,6363

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

A coluna sistema corresponde ao valor medido através do sistema. A coluna amperímetro mostra o valor obtido através do uso do alicate amperímetro. A coluna cálculo é o valor obtido utilizando a equação para cálculo da potência instantânea.

## 4 Conclusão

Este trabalho apresentou a elaboração de um sistema de automação residencial com foco no consumo consciente de energia elétrica. A inspiração para a sua realização surgiu após a constatação de que, mesmo sendo um tema frequentemente abordado no meio acadêmico, ainda existem possibilidades a serem exploradas no intuito de construir sistemas que possam proporcionar novos benefícios aos seus usuários. Dessa forma, visando suprir essa carência, este Sistema de Automação foi desenvolvido.

O sistema possibilita ao usuário, além de interação com os dispositivos automatizados, a realização do monitoramento do consumo de energia elétrica da sua residência, para que essa possa ocorrer de forma consciente. Com essa utilização consciente, seria possível a redução de gastos com energia elétrica e a consequente preservação do meio ambiente.

Outro fator importante é que ao se utilizar a plataforma Arduino, que é totalmente de código aberto, seja em nível de software, ou em nível de hardware, torna-se facilmente possível que outras pessoas venham a construir seus protótipos e contribuir ainda mais com a questão. Dessa forma, acredita-se que, em um futuro próximo, tendências como as demonstradas nesse projeto, possam estar nas residências de uma parcela significativa da população.

Os experimentos realizados demonstraram que o sistema apresentou uma precisão aceitável nos testes em que foi submetido, proporcionando que o consumo possa ser mensurado, e valores muito próximos ao esperado possam ser alcançados.

Finalizando, como sugestões de trabalhos futuros, destacam-se: desenvolver um medidor de tensão alternada, visando tornar mais preciso o cálculo do consumo; incluir novas funcionalidades ao sistema; e utilizar tecnologias sem fio para comunicação entre o Arduino e os demais dispositivos.

## 5 Referências

ALIEVI, C. A. **Automação Residencial com Utilização de Controlador Lógico Programável**. 2008. 82 f. Monografia (Graduação) – Curso de Ciência da Computação, Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo, 2008. Disponível em: <[http://www.aureside.org.br/temastec/tcc\\_0410.pdf](http://www.aureside.org.br/temastec/tcc_0410.pdf)>. Acesso em: ago. 2013.

ALLEGRO MICROSYSTEMS INC. Disponível em: <[www.allegromicro.com/~media/Files/Datasheets/ACS712-Datasheet.ashx](http://www.allegromicro.com/~media/Files/Datasheets/ACS712-Datasheet.ashx)>. Acesso em: jan. 2014.

ALMEIDA, A. V. **Implementação de um Sistema de Automação Residencial Modular Sem Fio**. 2009. 54 f. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180500/tce-23042010-155834>>. Acesso em: fev. 2014.

ALMEIDA, G.C. **Sistema Controlador de Iluminação de Ambientes Através de Interface Computadorizada**. 2010. 123 f. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia de Computação, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.repositorio.uniceub.br/bitstream/123456789/3378/3/20516217.pdf>>. Acesso em: fev. 2014.

AL-THOBAITI, B.M.O. et al. Design and Implementation of a Reliable Wireless Real-Time Home Automation System Based on Arduino Uno Single-Board Microcontroller. **International Journal of Control, Automation and Systems**, v. 3., n. 3., 2014. Disponível em: <<http://researchpub.org/journal/jac/number/vol3-no3/vol3-no3-3.pdf>>. Acesso em: 6 mai. 2016.

ARDUINO. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL. **Relatório Especial**: o mercado de automação residencial. [S.l.; s.n.], 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL. **Especial Tecnologia**: o futuro na ponta dos dedos. [S.l.; s.n.], 2012.

BRUGNARI, A; MAESTRELLI, L. H. M. **Automação Residencial Via Web**. 2010. 36 f. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia de Computação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <<http://www.ppgia.pucpr.br/~laplima/ensino/pfec/concluidos/2010/autores.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2014.

CASTRUCCI, P. B. L; BOTTURA, C. P. **Enciclopédia de Automática**. São Paulo: Blucher, 2007. v.1.

FOURNIER, A. C. P. **Energia elétrica no setor residencial à luz do consumo consciente**. 2009. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Energia, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2009. Disponível em: <[http://pgene.ufabc.edu.br/conteudo/bloco2/publicacoes/Dissertacoes2009/Dissertacao\\_2\\_Anna\\_Fournier.pdf](http://pgene.ufabc.edu.br/conteudo/bloco2/publicacoes/Dissertacoes2009/Dissertacao_2_Anna_Fournier.pdf)>. Acesso em: 8 set. 2013.

LAMBERTS, R; PEREIRA, C. D. **Casa Eficiente**: Consumo e Geração de Energia. 2. ed. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010. 76 p.

LIMA, I. C.M. **Consumo Consciente e Responsabilidade Socioambiental Estatal**. 2010. 159 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Direito, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <[http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1643](http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1643)>. Acesso em: 11 set. 2013.

LUPPI, A; SCHUNK, L. M. **Microcontroladores AVR: teorias e aplicações práticas**. São Paulo: Érica. 2001.

MONTEIRO, B. M. F. B. **Interfaces para Acesso Remoto a Sistemas Domóticos**. 2010. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Informática e de Computadores, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2010. Disponível em: <<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/752739/1/Dissertacao%20-%20Bruno%20Monteiro%20-%2051598.pdf>>. Acesso em: ago. 2013.

NEVES, R. P. A. A. **Espaços Arquitetônicos de Alta Tecnologia**. 2002. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18131/tde-31012003-153007/pt-br.php>>. Acesso em: ago. 2013.

NIELSON, J. W.; RIEDEL, S. A. **Circuitos Elétricos**. 8.ed. São Paulo: Pearson Education, 2009.  
PIYARE, R. Internet of Things: Ubiquitous Home Control and Monitoring System using Android based Smart Phone. International Journal of Internet of Things, v.2, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://article.sapub.org/10.5923.j.ijit.20130201.02.html>>. Acesso em: 10 mai. 2016.

SILVA, D.S. **Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Supervisão e Controle Residencial**. 2009. 50 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009. Disponível em: <[http://btdt.bczm.ufrn.br/tde\\_arquivos/19/TDE-2009-05-21T020725Z-1949/Publico/DaniseSS.pdf](http://btdt.bczm.ufrn.br/tde_arquivos/19/TDE-2009-05-21T020725Z-1949/Publico/DaniseSS.pdf)>. Acesso em: ago. 2013.

SOUSA, D.J. **Desbravando o PIC - Ampliado e Atualizado para PIC 16F628A**. São Paulo: Érica, 2009.

TELETIME. Disponível em: <<http://www.teletime.com.br/13/02/2012/34-dos-brasileiros-assistem-tv-movel-estima-motorola-mobility/tt/262418/news.aspx>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

TEZA, V. R. **Alguns Aspectos sobre a Automação Residencial: Domótica**. 2002. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PGCC0636.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2013.

TOLMASQUIM, M. As Origens da Crise Energética Brasileira. **Ambiente & Sociedade**, n. 6-7, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/n6-7/20435.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

TRENTIN, P. M. **Domótica Via Dispositivos Móveis**. 2012. 78 f. Monografia (Graduação) – Curso de Ciência da Computação, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Videira, 2012. Disponível em: <<http://www.paulotrentin.com.br/apresentacoes/domotica-via-dispositivos-moveis-com-arduino-tcc-unoesc/>>. Acesso em: 21 ago. 2013.