

Eixo Temático ET-11-010 – Outros

PROTÓTIPO DE UMA CASA AUTOMATIZADA: UMA PROPOSTA DE MODELO SUSTENTÁVEL DE BAIXO CUSTO PARA PEQUENAS RESIDÊNCIAS

Pedro Lucas Ferraz Ramos¹, Hélio Santos Fontes², José Espínola da Silva Junior³,
Antônio Alves da Silva Junior⁴, Lovania Maria Werang⁵, Ricardo Monteiro Rocha⁶,
Fábio Wendell da Graça Nunes⁷, Bruno Mendes⁸

¹Estudante do Instituto Federal de Sergipe (IFS), pedrolucasfr@outlook.com.br;
²Estudante do curso de engenharia mecânica, Faculdade Mauricio de Nassau;
heliosantos57@gmail.com; ³Professor do Instituto Federal de Sergipe (IFS),
joseespinaljr@uol.com.br; ⁴Estudante do curso de engenharia mecânica, Faculdade
Mauricio de Nassau; anjudf1983@gmail.com; ⁵Professora da Faculdade Mauricio de
Nassau, anjudf1983@gmail.com; ⁶Professor do Instituto Federal de Sergipe (IFS),
ricardomonteiro2003@globo.com; ⁷Professor do Instituto Federal de Sergipe (IFS),
fabiowendell@yahoo.com.br; ⁸Estudante do Instituto Federal de Sergipe (IFS),
brunomendes@hotmail.com.

RESUMO

Na última década, os modelos estabelecidos pelas novas tecnologias direcionadas às edificações provocaram mudanças nos modos de construir e manter residências. A automação residencial mostra-se uma alternativa viável para a garantia da eficiência energética e da qualidade de vida das cidades do futuro. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma central de processamento de baixo custo que integre dispositivos de controle residencial para ser aplicada em pequenas residências de programas habitacionais de baixa renda. Segundo os valores finais do projeto com custos para uma casa real, a relação do orçamento para implementação do projeto e o orçamento unitário de uma residência de baixo custo em um programa habitacional, o Minha Casa, Minha Vida, varia entre 0,26 e 0,66%. A proposta apresenta viabilidade econômica, já que seu custo unitário em relação ao custo total do imóvel é menor que 1%. A relação custo-benefício e o ganho com a ecoeficiência tornam o projeto econômica e sustentavelmente viável.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Automação Residencial; Arduino; Sinais Infravermelhos.

INTRODUÇÃO

Na última década, os modelos estabelecidos pelas novas tecnologias direcionadas às edificações provocaram mudanças nos modos de construir e manter residências. As novas residências devem gerar sua própria energia através de fontes renováveis e manter-se sustentavelmente com tecnologias direcionadas à redução do consumo através de sistemas e equipamentos eficientes e automatizados. A automação residencial mostra-se uma alternativa viável para a garantia da eficiência energética e da qualidade de vida das cidades do futuro. Para assegurar esta qualidade, os projetos de Automação devem estar ao alcance da população de todas as áreas urbanas, inclusive das regiões mais pobres. A tecnologia deve servir como ferramenta de inclusão social.

Entende-se Automação como a substituição do trabalho humano por uma máquina. Ou seja, é o controle de uma máquina ou sistema de forma automática, com mínima ou nenhuma intervenção do homem. (RIBEIRO, 1999). No século XX, devido ao desenvolvimento tecnológico, a automação foi implantada na indústria e no comércio, respectivamente. Na década de 80, a automação chegou aos edifícios residenciais. A união de vários sistemas nestes espaços deu origem ao conceito denominado Domótica. A palavra Domótica é a junção da palavra latina Domus (casa) e do termo Robótica. Segundo Mariotoni (2007), o significado está relacionado à instalação de tecnologia em residências, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida, aumentar a segurança e viabilizar o uso racional dos recursos para seus habitantes. Um sistema domótico é dividido em vários subsistemas, cada um atuando especificamente em um campo de controle. Atualmente, estes sistemas são informatizados e computacionais. De acordo com Bolzani (2014), a Domótica é uma nova tecnologia que consiste em um sistema integrado capaz de controlar todos os ambientes de uma residência através de um só equipamento, incluindo temperatura, luminosidade, som, segurança, entre outros. Para o projeto em questão foi utilizada a Plataforma Arduino. Arduino é uma plataforma microprocessada que utiliza microcontroladores. Seu nome tem origem italiana. No entanto, existem no mercado vários nomes similares, como: Severino, Freeduino, Seeduino, CraftDuino, entre outros, originários de diversos países. Há inúmeros modelos da linha original Arduino, como Arduino UNO, Arduino 2009, Arduino Nano, Arduino Mini, Arduino Pro Mini, Arduino LilyPad, entre outros. As principais vantagens do Arduino são: por serem sistemas *open-source*, funcionam em diferentes sistemas operacionais; são mais econômicos que outras ferramentas de mesmas funcionalidades; possui a capacidade de ser alimentado tanto pela porta USB de um computador quanto por uma fonte DC qualquer; e tem capacidade de expansão de funcionalidades através de placas, chamadas de Shields.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma central de processamento de baixo custo que integre dispositivos de controle residencial para ser aplicada em pequenas residências de programas habitacionais de baixa renda. Os objetivos específicos foram: integrar placas embarcadas, interconectando diferentes dispositivos que utilizam eletricidade; desenvolver o esquema elétrico do *hardware* para controle de sensores e o acionamento de dispositivos; projetar e desenvolver o código de controle; e construir uma maquete de demonstração.

METODOLOGIA

O sistema de automação residencial tratado neste trabalho aborda uma alternativa para controle de equipamentos usando códigos infravermelhos. O projeto foi dividido em três etapas. A primeira foi a Montagem do Código de Comando, que constituiu o desenvolvimento de comandos da placa controladora. A segunda foi a Montagem do Circuito Elétrico, etapa responsável pela montagem do circuito elétrico e integração dos sistemas abordados no trabalho. Finalmente, a terceira etapa, chamada de Montagem do Protótipo, foi a etapa em que o protótipo foi montado para aplicação do projeto. A partir do protótipo, foi feito um orçamento do modelo com os custos para uma casa real.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Montagem do Código de Comando

Para que ocorra uma comunicação eficaz entre o usuário e a placa controladora por meio de sinais infravermelhos, foi usado no projeto o aplicativo ZazaRemote. O ZazaRemote é um aplicativo compatível com smartphones que simula um controle remoto universal. Deste modo, controla dispositivos elétricos e eletrônicos. É uma ferramenta absolutamente livre que pode ser facilmente encontrada em lojas de aplicativos para dispositivos móveis.

Após a instalação do aplicativo foi selecionado um controle que simula um controle de uma televisão.

Figura 1 - Layout do controle utilizado no projeto.



Fonte: Os autores.

Para que a placa controladora possa receber os comandos através dos sinais infravermelhos, é necessário um dispositivo com *plug* P2 (para a saída de fones de ouvido) e com um emissor infravermelho. Estes dispositivos são vendidos *online* em diversos modelos, sem alterações nas suas funcionalidades. Para este projeto, foi usado um dispositivo adaptado. Na construção deste dispositivo, foram usados um *plug* P2 e um emissor infravermelho de 5 mm. Para ativá-lo, unem-se os dois terminais do LED emissor com os dois terminais do *plug*. A estética do dispositivo varia em decorrência do *plug* e do LED que forem usados.

Figura 2 - Dispositivo emissor infravermelho adaptado pelo autor.



Fonte: Os autores.

Após a construção do dispositivo emissor de sinais infravermelhos, foi feito, com a mesma placa usada no projeto, um circuito com um receptor de sinais infravermelho. O intuito deste circuito foi coletar os códigos hexadecimais que são enviados por estes sinais. Com o circuito já pronto, foram selecionados os botões que seriam usados e após a seleção foram designadas as suas funções.

A coleta dos códigos hexadecimais é uma tarefa a ser feita de maneira minuciosa, pois os códigos coletados são usados na construção do código de comando armazenado na placa controladora.

Tabela 1. Botões, funções e correspondentes códigos hexadecimais do código de comando.

BOTÃO	FUNÇÃO	CÓDIGO HEXADECIMAL
i	Abrir a porta	E1B5A91A
Yellow	Ligar o ventilador	9774845A
Blue	Desligar o ventilador	A084B2A2
mitv	Ligar o aquecedor	45CBA93B
Static	Desligar o aquecedor	F58EAEBA
1	Acender a lâmpada da sala	6BC6597B
2	Apagar a lâmpada da sala	735B797E
3	Acender a lâmpada do quarto 1	1EC81DBF
4	Apagar a lâmpada do quarto 1	450753D6
5	Acender a lâmpada do quarto 2	BA0F4EDF
6	Apagar a lâmpada do quarto 2	4AC4DA9A
7	Acender a lâmpada da cozinha	F6317EDB
8	Apagar a lâmpada da cozinha	F9000E7E

Fonte: Os autores.

Com os códigos hexadecimais em mãos, foi usado o Arduino IDE (*Integrated Development Environment*, na sigla em inglês), o ambiente de desenvolvimento do código de comando. O algoritmo foi feito de acordo com as necessidades abordadas neste projeto, sendo possível a alteração para a complementação de outras necessidades apresentadas pelo usuário. Terminado o código, este foi compilado e armazenado na placa controladora.

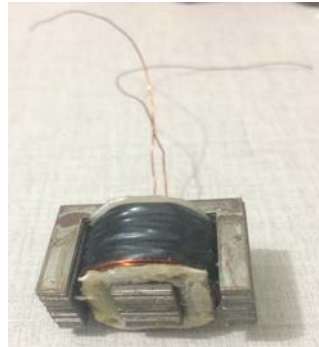
A placa usada neste projeto foi a placa Arduino Pro Mini, uma placa micro controladora baseado no ATmega328. A placa dispõe de 14 pinos digitais de entrada ou saída, dos quais seis podem ser usados como saídas PWM. Possui também seis entradas analógicas, um ressonador *on-board* e um botão *reset*. No cabeçalho, possui seis pinos que podem ser conectados a um cabo FTDI para fornecer energia e para que haja comunicação. A escolha desta placa se deu por ela apresentar dimensões pequenas, podendo, assim, ser acomodada em espaços curtos. Outro ponto vantajoso foi seu desenvolvimento satisfatório.

Montagem do Circuito Elétrico

Após a criação do código de comando, foi feito o circuito elétrico correspondente às necessidades abordadas neste projeto, subdivididas em: sistema de segurança; sistema de iluminação; sistema de climatização; sistema hidráulico; sistema de aquecimento.

Foi adaptado um eletroímã de pequeno porte para simular uma porta elétrica. Mesmo sem carga, um relé no contato normalmente fechado (NF) garante a alimentação do eletroímã, que se mantém acionado. Com isso, uma chapa de metal a sua direita é atraída e a porta permanece fechada e segura. Ao comando, o relé é acionado e o contato NF (normalmente fechado) abre, fazendo com que o eletroímã pare de receber alimentação por três segundos. Para abrir e fechar a porta, foi usada uma fechadura elétrica. Ao ser acionada uma carga, a porta mantém-se aberta por cerca de 3 segundos.

Figura 3 - Eletroímã adaptado pelo autor para simular uma porta elétrica.



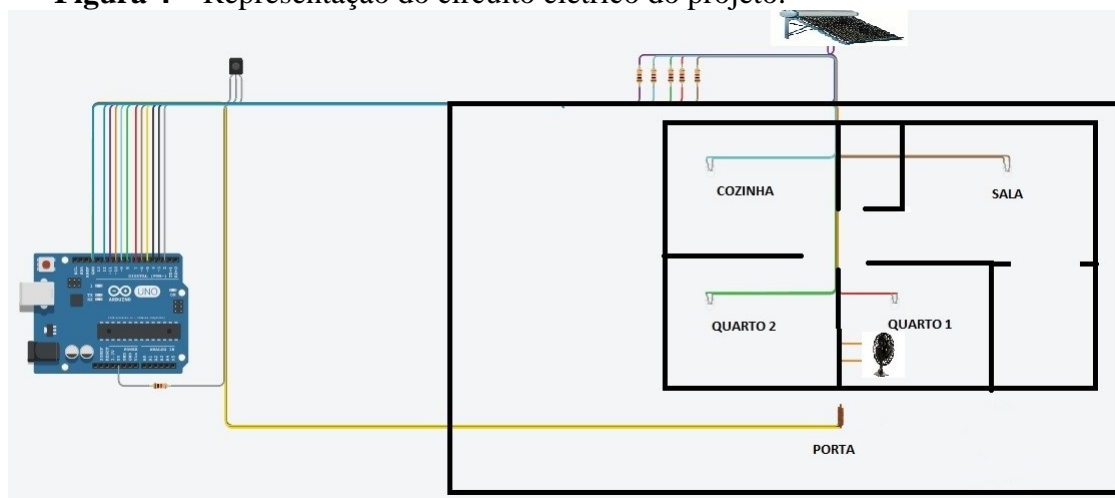
Fonte: Os autores.

No sistema de iluminação, foram instalados quatro pequenos LED's para representar lâmpadas. Eles foram interligados na placa, e serão acionados de acordo com a necessidade do usuário. Neste sistema, há a possibilidade de interligação de tomadas de uso doméstico, permitindo o desligamento, a partir de qualquer lugar da residência, dos aparelhos com função *Stand By*.

Para o sistema de climatização, foi usado no projeto um ventilador que pode ser acionado quando necessário.

Para o sistema de aquecimento, foi usado no projeto um *boiler* que utiliza energia solar para aquecer a água. No entanto, este tipo de equipamento perde sua eficiência em dias nublados. A escolha de um sistema de aquecimento de água eficaz e barato não foi uma tarefa simples. Porém, sabe-se da existência de *boilers* que trabalham com o uso de gás butano (gás de cozinha) e da possibilidade de unir dois sistemas de aquecimento como, por exemplo, o sistema de aquecimento de *boilers* com o de chuveiros elétricos, ou *boilers* solares e elétricos, dentre outros. Tais sistemas são chamados de sistemas híbridos e são mais econômicos. Sendo assim, foi implantado um sistema híbrido que abrange o aquecimento de água através da energia solar, como já citado, e, em dias nublados, o uso de gás butano. Como o aquecimento por energia solar é o mais barato, o acionamento para o aquecimento através do gás butano é feito de maneira controlada pelo usuário.

Figura 4 – Representação do circuito elétrico do projeto.



Fonte: Os autores.

A terceira etapa foi responsável pela construção do protótipo e se realizou concomitante a segunda etapa, pois foi necessário primeiro definir quais os sistemas que seriam abordados e implantados na maquete. A construção da maquete tem como objetivo tornar mais realística a experiência da casa inteligente. A maquete representa uma casa e foi dividida em quatro cômodos, sala, quarto, cozinha e banheiro, como alvos do projeto.

Para cada cômodo foram abordados dispositivos eletroeletrônicos para simular dispositivos reais encontrados em uma residência. Os dispositivos e locais onde foram aplicados estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2 - Locais da casa e seus respectivos dispositivos implantados.

Cômodo	Dispositivos
Banheiro	Aquecedor
Sala	Lâmpada 1
Quarto 1	Lâmpada 2
	Ventilador
Quarto 2	Lâmpada 3
Cozinha	Lâmpada 4

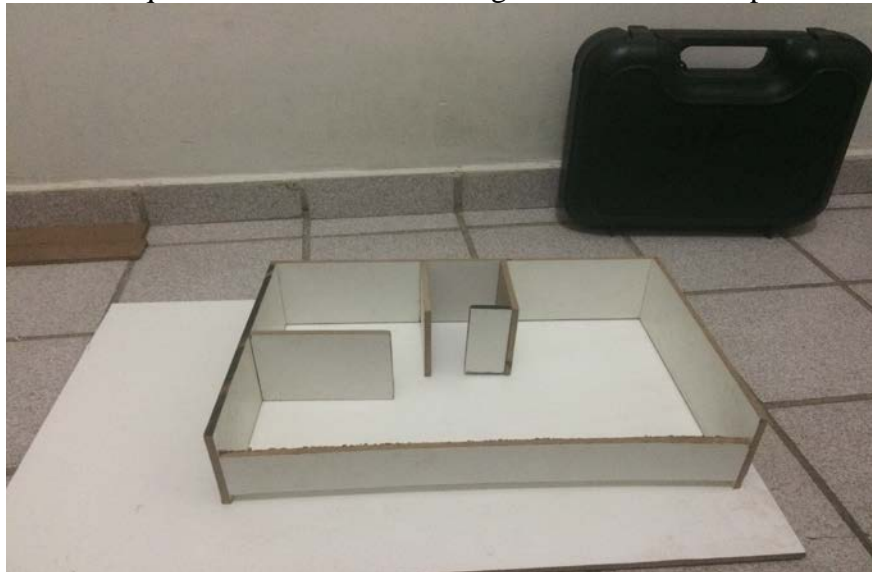
Fonte: Os autores.

Após a definição dos cômodos a serem trabalhados, deu-se início a construção da maquete, que se dividiu em quatro fases: a planificação, o corte, a montagem e acabamentos parciais e a montagem e acabamento final.

Na fase inicial, chamada de planificação, as partes componentes da maquete foram desenhadas no material-base. Neste projeto, foi usado MDF. Após a fase de planificação foram feitos os cortes das partes. Esta é fase requer muita atenção para que se tenha uma precisão maior nas medidas das peças. O material cortado foi nomeado para não haver riscos de confusão na fase de montagem. Terminados os cortes, iniciou-se a fase de montagem e acabamentos parciais. Nesta fase, as peças cortadas foram

conferidas e posteriormente lixadas. Feito isso, as partes da maquete foram montadas para depois serem unidas à estrutura maior.

Figura 5 – Maquete em sua fase de montagem e acabamentos parciais.



Fonte: Os autores.

A última fase da montagem da maquete se deu com a união de todas as partes da maquete numa base. As partes foram pintadas e a maquete concluída. Foi instalado o circuito elétrico e feita a integração dos componentes à placa controladora, finalizando, assim, o projeto.

Figura 6 – Maquete finalizada



Fonte: Os autores.

O orçamento final do projeto com custos para uma casa real está apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Orçamento final do projeto.

Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Frete	Total
Sensor infravermelho	12	R\$ 2,00	R\$ 12,50	R\$ 36,50
Arduino Mega 2560 R3	1	R\$ 65,00	R\$ 24,00	R\$ 89,00
Relé 5V 10A	10	R\$ 5,00	-	R\$ 50,00
Fechadura trava elétrica	1	R\$ 85,00	R\$ 30,00	R\$ 115,00
Cabeamento	-	-	-	R\$ 300,00
Total	-	-	-	R\$ 590,50

Fonte: Os autores.

Segundo dados do governo, o menor limite de valor dos empreendimentos do Programa Minha Casa, Minha Vida está na contratação para os municípios com menos de 20 mil habitantes, 90 mil reais. Já o maior limite de valor está na contratação para as regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro e Distrito Federal, 225 mil reais. Segundo estes valores, a relação do orçamento para implementação do projeto e o orçamento unitário de uma residência de baixo custo em um programa habitacional varia entre 0,26 e 0,66%.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o projeto revela um protótipo eficiente para demonstrar que a automação residencial pode ser uma alternativa para melhorar eficiência energética, bem como um modelo para uma casa sustentável. Além disso, a proposta apresenta viabilidade econômica, já que seu custo unitário em relação ao custo total do imóvel é menor que 1%. Este valor tende a diminuir quando aplicado em condomínios com várias unidades, pois a compra de grandes quantidades de componentes tende a diminuir seu custo individual. Finalmente, a relação custo-benefício e o ganho com a ecoeficiência dão viabilidade econômica e asseguram a sustentabilidade do projeto.

REFERÊNCIAS

MARTELLO, A. Minha Casa, Minha Vida eleva teto de imóveis enquadrados no programa. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/10/governo-sobe-para-r-225-mil-preco-do-imovel-do-minha-casa-minha-vida.html>>. Acesso em 16 de nov. 2016.

ARDUINO PRO MINI. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardProMini>>. Acesso em: 20 maio 2016.

BOLZANI, C. A. M. **Desenvolvimento de um simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes**: uma introdução aos sistemas domóticos. Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

BOLZANI, C. A. M. **Residências inteligentes**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2004. (Curso de Maquete Didática). Disponível em: <<http://estagiocewk.pbworks.com/f/apostila.pdf>>. Acessado em: 18 mar. 2016.

DESPERDÍCIO de energia. Disponível em:
<<http://www.abesco.com.br/pt/novidade/desperdicio-de-energia-gera-perdas-de-r-126-bilhoes/>>. Acessado em: 22 de maio 2016.

RIBEIRO, M. A. **Automação industrial**. 4. ed. Salvador: Tek Treinamentos & Consultoria Ltda, 1999.