



DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO PREDIAL/RESIDENCIAL UTILIZANDO A PLATAFORMA DE PROTOTIPAGEM ELETRÔNICA ARDUINO

Ícaro Bezerra Queiroz de Araújo – icarobqa@gmail.com

Filipe Vidal Souto – filipevidaljp@hotmail.com

Ademar Gonçalves da Costa Junior – ademarcosta@ifpb.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

Laboratório de Instrumentação, Sistemas de Controle e Automação (LINSCA)

Av. Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe

58.015-430 – João Pessoa – Paraíba

Cleonilson Protasio de Sousa – protasio@cear.ufpb.br

Centro de Energias Alternativas e Renováveis (CEAR)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Cidade Universitária, Castelo Branco

58051-900 – João Pessoa – Paraíba

Resumo: *Um dos grandes desafios nos cursos de Engenharia é associar a teoria vista em sala com aplicações práticas. O artigo apresenta uma ideia de protótipo educacional, utilizando o conceito de Automação Predial/Residencial, para o controle de variáveis, tais como: temperatura, luminosidade, segurança, em uma maquete de escritórios/residência através do uso de sensores e atuadores. Para isso, utiliza-se a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino, para o acionamento, controle e monitoramento das variáveis, através do uso de sensores como o LM35 (sensor de temperatura) e o LDR (sensor de luminosidade) e de atuadores, como coolers, dissipadores de calor, lâmpadas, entre outros. O controle pelo usuário final é realizado a partir da comunicação serial, possibilitando o uso de computadores, laptops, smartphones, tablets, entre outros dispositivos de uso geral. A partir das ideias deste trabalho é possível montar um protótipo de automação predial/residencial de baixo custo e de fácil acesso aos estudantes.*

Palavras-chave: *Automação predial, automação residencial, Arduino, protótipo didático, doméstica.*

1. INTRODUÇÃO

Uma forma de aumentar o interesse dos alunos dos cursos da área de Tecnologia é a união entre a teoria de uma disciplina e um problema prático, no qual podem utilizar os conhecimentos adquiridos na disciplina cursada, e sua integração multidisciplinar. Segundo GOMES & SILVEIRA (2007), a educação em Engenharia de Controle e Automação enfrenta desafios na relação ensino-aprendizagem, em demandas sociais, na eliminação de postos de

Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**o ENGENHEIRO
PROFESSOR E O
DESAFIO DE EDUCAR**



trabalho, no risco tecnológico e ainda os reflexos dos problemas do ensino médio e fundamental.

Desta forma, a utilização de protótipos em forma de planta piloto ou na reprodução de uma forma didática mais simples de um determinado princípio físico, em proporções reduzidas, é muito útil nos cursos de graduação em Engenharia. Além disso, no ambiente de Automação e Controle, a implantação de algoritmos de sistemas de controle e a realização de testes comparativos entre os diferentes tipos de sensores e atuadores, motivam alunos e professores no ensino e na pesquisa. No ambiente acadêmico, a construção de protótipos educacionais em disciplinas ou em trabalhos de iniciação científica ganha cada vez mais espaço, devido ao custo de aquisição dos protótipos das empresas que os comercializam, além da dependência tecnológica ao ser realizada esta aquisição, não se permitindo muitas vezes, a incorporação de novas tecnologias ou uso de novos algoritmos computacionais para testes comparativos (GOMES & SILVEIRA, 2007; GOMES *et al*, 2011; MAXIMO *et al*, 2011).

O objetivo deste artigo é apresentar a construção de um protótipo de baixo custo para a utilização do conceito de Automação Predial/Residencial, com o objetivo de monitorar e controlar as variáveis de temperatura e de luminosidade, além do monitoramento da segurança patrimonial. De uma forma simples, através de vários sensores e atuadores instalados no protótipo e, com o uso de um sistema de controle utilizando uma lógica sequencial, e de uma comunicação serial entre a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino e um dispositivo de monitoramento (um computador, ou um celular, por exemplo), o usuário final poderá controlar o nível de temperatura que mais lhe agrade, assim como o fator de iluminação do ambiente.

Na Seção 2 é apresentada a fundamentação teórica deste trabalho, com os conceitos de automação e do Arduino. Na Seção 3 é apresentada a metodologia de desenvolvimento e na Seção 4, as considerações finais deste trabalho.

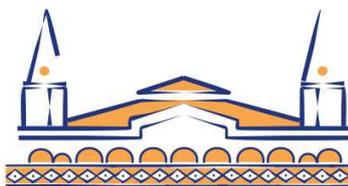
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, serão abordados em uma forma resumida, os principais conceitos utilizados no projeto abordado neste artigo.

2.1. Automação Predial/Residencial

A automação é considerada qualquer sistema apoiado em computadores que vise substituir tarefas de trabalho humano e/ou que vise soluções rápidas e econômicas para as indústrias e os serviços modernos (CASTRUCCI & BOTTURA, 2006).

A domótica, ou automação predial/residencial, é uma tecnologia que permite a gestão de recursos prediais de forma automática. O termo domótica resulta da junção da palavra *domus* (casa) com robótica (controle automatizado de algo). É este último elemento que rentabiliza o sistema, simplificando a vida diária das pessoas, satisfazendo as suas necessidades de comunicação, de conforto e de segurança. Quando a domótica surgiu, com os primeiros edifícios na década de 80 do século passado, pretendia-se controlar a iluminação, as condições climáticas, a segurança e a interligação entre os três elementos. Atualmente, a ideia base continua a mesma (ALIEVI, 2008).



2.2. Plataforma de Prototipagem Eletrônica Arduino

Um grande problema encontrado na realização de experimentos práticos é a complexidade envolvida na montagem da infraestrutura do experimento e, conseqüentemente, o tempo necessário para fazê-lo, além da experiência em si dos desenvolvedores. Uma forma de contornar esse problema é a utilização de plataformas de desenvolvimento. Ao permitir uma rápida prototipagem, estas plataformas podem ser pensadas não só como ferramenta de projeto, mas também como ferramentas de aprendizado (FONSECA & VEGA, 2011).

As plataformas de desenvolvimento baseadas em microcontroladores podem ser utilizadas em projetos de diversas áreas de conhecimento. O microcontrolador pode ser entendido como a incorporação de um microprocessador, e de sistemas de temporização, de aquisição e de comunicação em um mesmo circuito integrado e um exemplo de plataforma de desenvolvimento, baseado em microcontrolador, largamente utilizado atualmente é o Arduino (FONSECA & VEGA, 2011; ARDUINO, 2012).

O Arduino faz parte do conceito de *hardware* e *software* livre e está aberto para uso e contribuição por toda a sociedade. Pelo fato do Arduino ser *open-source* e ser de fácil aquisição, existem diversos fóruns na Internet que oferecem suporte aos usuários e projetistas, assim como o compartilhamento de ideias e projetos com outros desenvolvedores. A Figura 1 ilustra um modelo de plataforma de desenvolvimento do Arduino, em específico, o Arduino Mega.

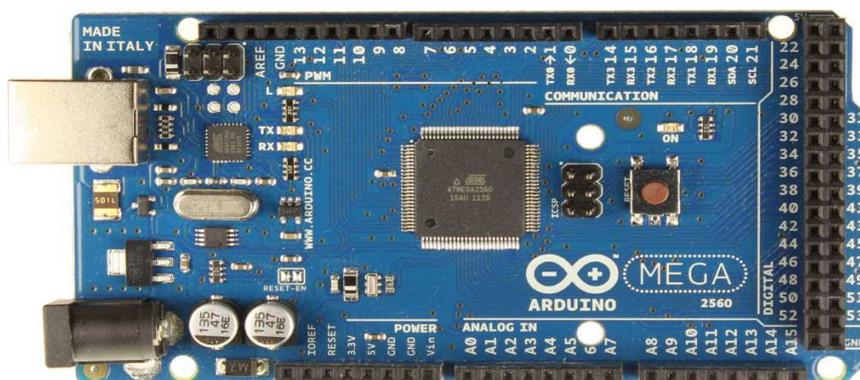


Figura 1 – Plataforma de desenvolvimento Arduino Mega. Fonte: ARDUINO, 2012.

A plataforma de desenvolvimento Arduino é dito uma plataforma de computação física, no qual sistemas digitais ligados aos sensores e aos atuadores são capazes de medir variáveis no ambiente físico, realizar cálculos numéricos, e tomar decisões lógicas no ambiente computacional gerando novas variáveis no ambiente físico. O microcontrolador utilizado na plataforma Arduino Mega é o ATmega 1280, no qual possui 54 terminais de entrada/saída, 16 entradas analógicas, quatro UARTs, um oscilador a cristal de frequência de 16 MHz, uma conexão USB, entre outros detalhes (ARDUINO, 2012).

A grande vantagem de se utilizar uma plataforma de desenvolvimento, como o Arduino, é a capacidade de controlar dispositivos físicos, receber e tratar dados através de uma interface programável, além de realizar diversas modificações ao longo do desenvolvimento do projeto.

Para iniciar a criação de um projeto no Arduino, é necessário fazer a comunicação entre o mesmo e o computador, através de um IDE (*Integrated Development Environment* – ou



Ambiente de Desenvolvimento Integrado). O IDE do Arduino utiliza uma DSL (*Domain Specific Language*) inspirada nas linguagens C/C++.

Na plataforma Arduino podem-se encontrar pinos de (ARDUINO, 2012):

- Entrada com conversores Analógico-Digital;
- Portas digitais (que podem ser usadas tanto como entrada quanto como saída);
- Saídas analógicas (PWM – *Pulse-Width Modulation*);
- Comunicação serial.

3. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

Na primeira etapa do projeto foi realizado o planejamento do protótipo, incluindo a perspectiva do projeto, tendo como atividades principais, a construção física do ambiente a ser controlado, o algoritmo básico para implantação e a estimativa de componentes e materiais a serem utilizados no desenvolvimento. Este protótipo foi baseado na plataforma apresentada pelo trabalho de Santos *et al.* (2005).

O protótipo que simula uma edificação controlada foi construído utilizando madeira cúbica, no qual, foram inseridos os sensores e os atuadores, além de uma fonte de tensão para alimentação do sistema e da plataforma Arduino. A ideia consiste em: utilizar os sensores de temperatura e luminosidade nas medições dos parâmetros controlados dentro do ambiente; comparar estas medições com os parâmetros oferecidos pelo usuário; desenvolver um controle sequencial; e modificar os parâmetros no protótipo através dos atuadores (motores) para que eles fiquem o mais próximo possível do valor inserido pelo usuário.

Na Figura 2 é apresentado o diagrama de blocos do sistema de controle em malha fechada para o protótipo educacional de automação predial/residencial.

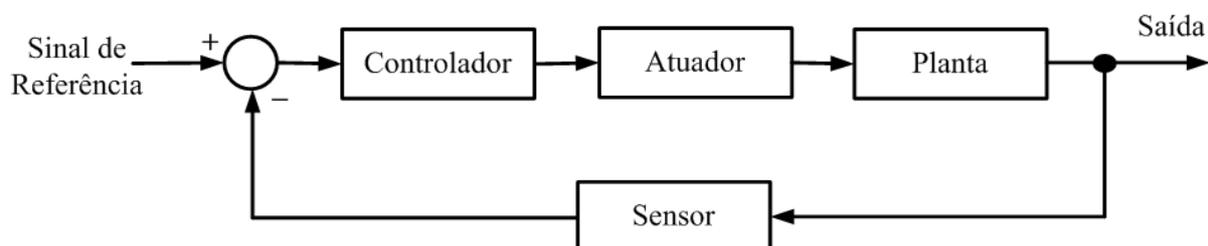
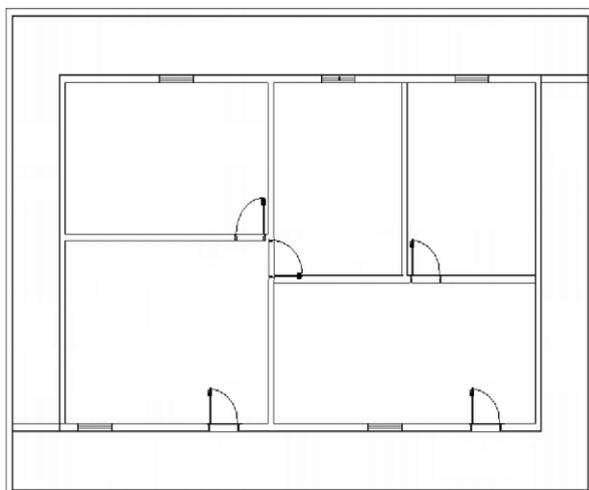


Figura 2 – Diagrama de blocos do protótipo.

3.1. O Protótipo Elaborado

O protótipo de sistema usado neste trabalho representa uma típica edificação, que pode ser interpretada como um conjunto de escritórios ou alguns ambientes de uma residência. Possui cinco salas com portas e janelas, simulando a operação normal de um ambiente. Para realizar a automação desse sistema, são utilizados alguns sensores, tais como o LM 35 (sensor de temperatura) e o LDR (sensor de luminosidade), assim como atuadores, *coolers*, e LED's de alta luminosidade.

Um modelo simplificado da planta do protótipo e uma foto do protótipo montado podem ser vistos na Figura 3.



(a) (b)
Figura 3 – Protótipo elaborado para automação predial. (a) Planta. (b) Foto.

3.2. O Circuito

O circuito é alimentado com uma fonte em corrente contínua, e o sinal de saída dos sensores é conectado a uma entrada digital ou a uma entrada com conversor A/D do microcontrolador, que transforma a entrada analógica em digital, tornando o valor medido, disponível ao usuário em seu dispositivo de controle.

Cada atuador é conectado a uma saída digital do microcontrolador, de modo que, a partir do algoritmo implementado e a partir dos valores medidos pelos sensores, eles podem ser acionados ou desligados.

Na Figura 4 é apresentado o circuito elétrico elaborado, que representa o sistema de controle do protótipo, em uma lógica sequencial. No circuito da Figura 4, foram utilizados três sensores, afim de demonstração, para controlar algumas características do sistema através de um único atuador. Os sensores utilizados foram:

- Um LM35 (para monitoramento de temperatura);
- Um LDR (*Light Dependent Resistor*, para monitoramento de luminosidade);
- Um *Reed Switch* (para monitoramento de presença ou posição).

O LM35 e o LDR foram conectados às portas analógicas do Arduino, pois possuem um comportamento contínuo. Já o Reed Switch, como só possui duas respostas possíveis, foi conectado à entrada digital.

O atuador, na Figura 4 representado por um motor, foi conectado a uma porta digital configurada como saída do controlador. Para a comunicação serial, foi colocado um módulo Bluetooth, que realiza a comunicação entre os dispositivos envolvidos e o usuário.

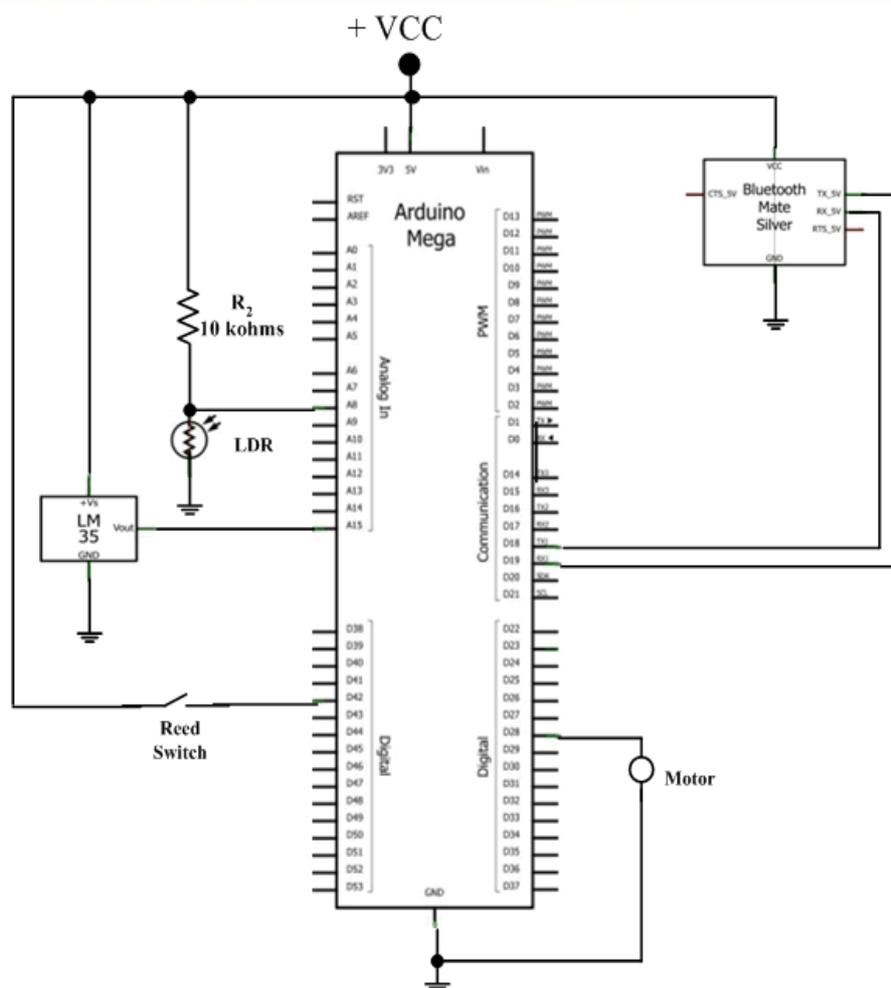
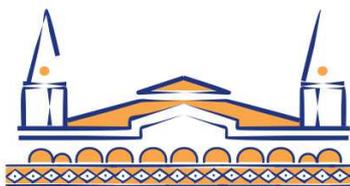


Figura 4 – Circuito elétrico implementado.

3.3. O Algoritmo Implementado

A lógica computacional elaborada foi realizada através do IDE do próprio Arduino. A lógica computacional (Figura 5), através da implantação de um controle liga-desliga (*on-off*), segue os seguintes passos:

- O microcontrolador inicia o sistema, as variáveis e as constantes definidas. De acordo com os parâmetros iniciais escolhidos pelo programador, ele inicia os valores do controle de temperatura e luminosidade. Também é iniciado o *timer* do *WatchDog*, para prevenção de possíveis falhas;
- Em seguida, é realizada a leitura dos sensores, a partir da comunicação serial, no qual esta leitura é comparada com o valor parametrizado pelo usuário;
- De acordo com a comparação dos dados, o Arduino age sobre os atuadores ativando-os ou desligando-os;
- Em seguida, são enviados os dados colhidos pelos sensores e os estados dos atuadores a partir da porta serial. Estes são apresentados na tela de controle do usuário;



- Após todos estes procedimentos, ele reinicia o *timer* do *Watchdog* e inicia novamente todo o processo.

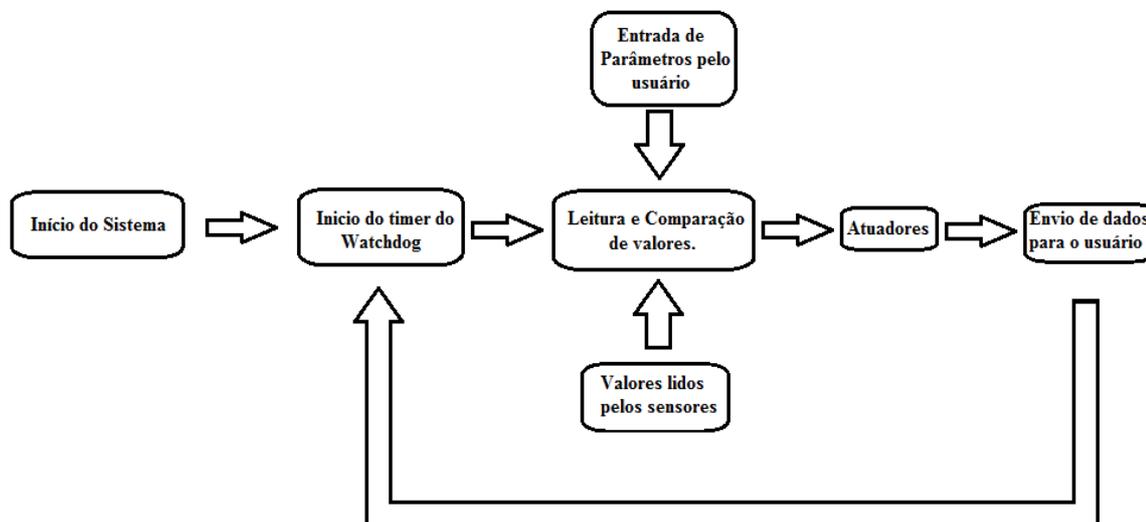


Figura 5 – Algoritmo implementado para controle liga-desliga no protótipo.

3.4. Arquitetura de Comunicação Utilizada

No protótipo implementado, o usuário final terá o controle de algumas variáveis internas, tais como o nível de temperatura que mais lhe agrada, assim como o nível de luminosidade, podendo também ter acesso a recursos de segurança, tais como sensores de presença e alarme.

Para realizar a comunicação do Arduino com o dispositivo supervisor do usuário (computador, *notebook*, *tablet*, *smartphone* e outros) é utilizada a comunicação serial, recurso este presente no Arduino através dos pinos de comunicação serial, *Tx* e *Rx*. A comunicação, de uma forma local, pode ser feita tanto através de um cabo conectado a uma máquina, como via *Bluetooth*, e a Figura 6 ilustra a arquitetura de comunicação implantada.

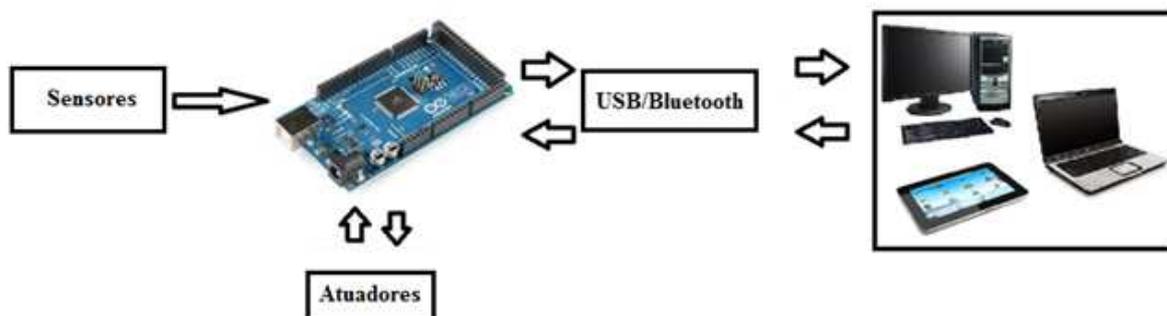


Figura 6 – Arquitetura de comunicação utilizada.

Na Figura 7 são apresentadas, a tela inicial de acesso ao protótipo e uma subtela para o controle da luminosidade e da temperatura da sala 1, no qual foram elaboradas através do AppInventor do Google®, um criador de aplicativos para usuários do sistema operacional Android® em *smartphones* e *tablets*.

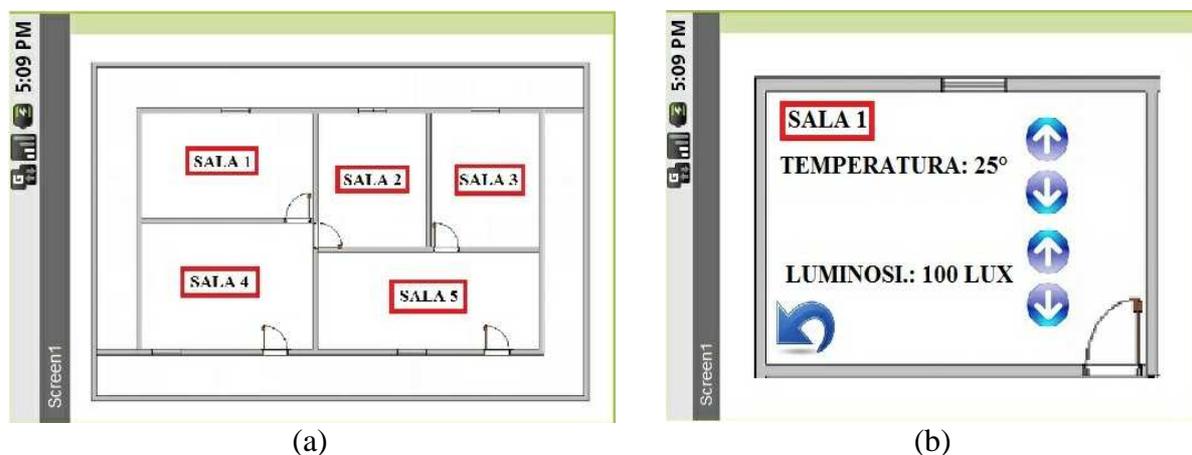


Figura 7 – Interface gráfica entre o usuário e o protótipo. (a) tela principal. (b) subtela para controle de temperatura e luminosidade da sala 1.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo de automação predial/residencial implementado, em uma forma básica, atende as aulas demonstrativas sobre o assunto, além de fortalecer o uso de plataformas de prototipagem eletrônica de baixo custo, como é o caso do Arduino Mega, que está disponibilizado nos laboratórios do IFPB de João Pessoa. Deve ser ressaltado que existem outras plataformas de desenvolvimento utilizando o mesmo conceito do Arduino, mais simples e mais barata, e que poderá atender projetos mais simples.

Apesar de que o sistema foi implantado apenas para um sensor de cada tipo (temperatura, luminosidade e segurança) e apenas com um único atuador, em etapas futuras, pretende-se trabalhar com um maior número de sensores, inclusive adicionando outros tipos, como no caso do sensor de umidade. Outras etapas futuras são: a implementação, teste e comparação de controladores PID e controladores avançados como o caso do controle adaptativo e o neuro-fuzzy, o que abordará o controle de um processo não-linear, multivariável e variante no tempo; e o desenvolvimento de aplicativos de acesso à plataforma de Automação Predial via Internet, para o controle e monitoramento de variáveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, pela bolsa concedida (processo 563798/2010-6) ao aluno do curso técnico em Eletrônica do IFPB, Filipe Vidal Souto, para o desenvolvimento deste projeto.

5. REFERÊNCIAS / CITAÇÕES

ALIEVI, C. CENTRO UNIVERSITÁRIO FEEVALE. Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas. Automação residencial com utilização de controlador lógico programável, 2008. 84p, il. Monografia (Graduação).

ARDUINO. Disponível em: <<http://arduino.cc/>>. Acesso em maio de 2012.



CASTRUCCI, P. B. L.; BOTTURA, C. P. Apresentação. Em: Enciclopédia de Automática, Volume 1. São Paulo: Blucher, 2007.

FONSECA, E. G. P.; VEJA, A. S. Tutorial sobre Introdução a Projetos Utilizando o Kit de Desenvolvimento Arduino. **Anais:** XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Cobenge. Blumenau: FURB, 2011.

GOMES, F. J.; SILVEIRA, M. A. Experiências Pedagógicas. Em: Enciclopédia de Automática, volume 1. São Paulo: Blucher, 2007.

GOMES, F. J. *et al.* Módulo Laboratorial de Baixo Custo, Baseado em FOSS, para Educação em Engenharia de Controle de Processos Industriais. **Anais:** XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Cobenge. Blumenau: FURB, 2011.

MÁXIMO, P. H. M. *et al.* Desenvolvimento de um Kit Didático para Utilização em Aulas de Laboratório de Controle e Automação. **Anais:** XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Cobenge. Blumenau: FURB, 2011.

SANTOS, R. J. *et al.* Controle Fuzzy para Racionalização de Energia em Protótipo de Processo Térmico Predial. **Anais:** VII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, SBAI. São Luís: UFMA, 2005.

INSTRUCTIONS FOR THE PREPARATION AND SUBMISSION OF PAPERS TO BE PUBLISHED IN THE PROCEEDINGS OF THE XL BRAZILIAN CONGRESS ON ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *A major challenge in engineering courses is seen associating theory with practical applications in the classroom. The paper presents an idea educational prototype, using the concept of Building/Residential Automation, to control variables such as temperature, lighting, security, in an office/residence model through the use of sensors and actuators. To do this, used the Arduino electronics prototyping platform, for drive, control and monitoring variables, through the use of sensors such as LM35 (temperature sensor) and the LDR (light sensor) and actuators such as coolers, heatsinks, lamps, among others. The end-user control is performed from the serial communication, enabling the use of computers, laptops, smartphones, tablets and other devices for general use. From the ideas of this work, it can build a low-cost building/residential automation prototype and easily accessible to students.*

Key-words: *Building automation, residential automation, Arduino, educational prototype, domotic.*