

# LARA, Sistema de Automação de Ar Condicionado para a Universidade Estadual do Piauí

José Maria A. de Araújo Junior<sup>1</sup>, Francisco de Assis D. Neto<sup>1</sup>, Diego de Sousa Rodrigues<sup>1</sup>, Renilson Nascimento Mendes dos Santos<sup>1</sup>, Atila R. Lopes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Piauí (UESPI)  
Parnaíba – PI – Brasil

juniorcobraphb2017@outlook.com, {renilsonphb,ddiegosr}@hotmail.com,  
{atilarlopes,netodamasceno12}@gmail.com

**Resumo.** Constatou-se um problema de desperdício de energia nos AC (ar condicionado) das salas de aula da UESPI, no Campus de Parnaíba. Este problema, afeta diretamente no aumento da conta energética e diminui a vida útil dos aparelhos. O trabalho tem como objetivo, propor um sistema automático para o controle do consumo de energia elétrica destes aparelhos, utilizando placa NodeMCU, e alguns componentes. Coletou-se as horas de funcionamento de um AC com e sem o protótipo, ambos de mesma configuração, instalados na mesma sala de aula, por 30 dias. Foi calculado o consumo individual dos AC pelas horas em que permaneceram ligados. Os resultados apresentaram uma economia de 41,33 reais.

**Abstract.** It was found a problem of energy waste in the AC (air conditioning) of UESPI classrooms, in the Parnaíba Campus. This problem directly affects the increase in the energy bill and shortens the life of the devices. The objective of this work is to propose an automatic system to control the electric power consumption of these devices, using NodeMCU board, and some components. The hours of operation of a AC with and without the prototype, both of the same configuration, installed in the same classroom for 30 days were collected. Individual AC consumption was calculated for the hours they remained on. The results showed a significant savings of 41.33 reals.

## 1. Introdução

Atualmente, a Universidade Estadual do Piauí, Campus Alexandre Alves de Oliveira (UESPI/Parnaíba), possui 83 AC, distribuídos em 46 salas de aula, e juntos, são grandes consumidores da energia elétrica do campus. Os aparelhos de cada sala de aula são ligados e desligados manualmente pelos funcionários responsáveis, todos os dias do período letivo, os mesmos necessitam levar consigo, uma grande quantidade de controles remotos.

Um problema em relação ao consumo de energia elétrica do campus, é o desperdício energético ocasionado pelo uso desnecessário dos AC das salas de aula, que ficam ligados, das 08h às 22h, mesmo que elas estejam vazias. Este fato ocasiona o aumento da conta de energia da universidade e diminui a vida útil dos AC. Esses problemas podem ser minimizados através da implantação de um sistema de automação e controle nas salas de aula. Conforme Pinheiro (2004), sistemas de automação são aqueles com capacidade de obter dados para executar comandos, regular parâmetros e

controlar tarefas, automaticamente, utilizando os recursos de forma eficiente e otimizada.

Um sistema de automação desenvolvido com dispositivos de hardware controlador, a exemplo da placa de prototipagem NodeMCU, pode ser tão eficiente e, significativamente, mais barato, comparado aos sistemas similares no mercado. A NodeMCU é um microcontrolador bastante utilizado em projetos de automação, e Conforme Oliveira (2017), a empresa *Espressif Systems* foi a criadora do ESP8266 (NodeMCU). Neste, está embutido um sistema de comunicação *WiFi* próprio, que é o que lhe diferencia das demais.

A proposta do sistema é ligar ou desligar, automaticamente, os aparelhos quando as salas estiverem ocupadas ou desocupadas. Para realizar essas funções, foi utilizado Sensor PIR (Piroelétrico), para monitorar a presença de pessoas dentro da sala e enviado os dados para a placa controladora. O protótipo, registrou o tempo total de funcionamento do AC, no cartão de memória. Essas informações foram coletadas durante os testes finais e usadas para comprovar a validade do sistema proposto.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1 Sistemas de Automação e Controle**

Conforme Pinheiro (2004), se diz que o conceito de sistemas de automação é a capacidade de executar comandos, a obtenção de dados, a regulagem de parâmetros, e controle de tarefas automaticamente. Existe, também, a integração, de maneira que todos os dispositivos integrados ao sistema otimizado atuem de forma inteligente, seja tanto, individualmente, quanto em conjunto, com maior eficiência e aproveitamento dos recursos.

Para a construção de sistemas automáticos, é bastante importante citar os microcontroladores. Segundo Siqueira e Villas Boas (2011), microcontroladores são dispositivos que possuem circuito integrado, onde neles, há uma memória programável. Por meio da programação, é possível controlar um hardware para desencadear funções específicas de uma forma flexível, simples, e bastante eficiente.

### **2.2 NodeMCU**

Uma das opções utilizadas para projetos de *IoT* (Internet das coisas), é a plataforma de código aberto (*Open Source*) da família *ESP8266*, chamada NodeMCU. Conforme Oliveira (2017), esta placa foi criada em 2014 e apresenta algumas características relevantes. Possui conversor *USB* serial integrado, um chip controlador (ESP8266 ESP12-E), um micro *USB*, que serve para repassar o código da programação e possui *WiFi* embutido. Possui um processamento rápido, e apresenta um custo e consumo de energia baixo.

## **3. LARA, um sistema de controle para Ar Condicionado**

Neste trabalho, foi proposto um sistema de controle automático dos AC das salas da UESPI, denominado “LARA” (Laboratório Aplicado a Robótica e Automação). O sistema tem como objetivo controlar o desperdício de energia, relacionado aos aparelhos de AC da universidade. Não se consta nenhum tipo de sistema de controle dos AC no

campus, para que se possa verificar se há alguma sala de aula vazia onde os aparelhos estejam em funcionamento.

O protótipo tem como função, ligar o aparelho de ar condicionado ao detectar presença de pessoas no ambiente, e desligá-lo quando não houver pessoas na sala, porém, com algumas especificações implementadas no algoritmo. A proposta do protótipo, é que após sua aprovação do teste realizado em uma sala de aula e, apresentando resultados consideráveis, sua utilização seja possível em todas as salas da universidade.

Na montagem do protótipo, foi usado fio UTP (Cabo de internet), para ser o caminho de comunicação entre Sensor PIR e NodeMCU, sua escolha deu-se por ele possuir um bom tráfego de dados. Um conector fêmea e macho RJ45, para tornar removível a conexão entre Sensor e NodeMCU. Fios jumpers, que são muito comuns em prototipação. Foi utilizado um Conector fêmea de fonte P4, para ligar com praticidade a fonte de alimentação do protótipo de 5V. E uma Protoboard de 400 furos, que serviu para trilhar as conexões entre os dispositivos. Observe o protótipo criado e instalado na Figura 1:



**Figura 1 – Protótipo.**

Há também o Relé de 30A (Ampére), com Optoacoplador em seu circuito (Sistema para evitar queimas, superaquecimento), onde sua função é abrir ou fechar o circuito de passagem de energia para o AC (Fase geral + Fase do AC); O módulo micro SD, que tem como função armazenar os dados coletados no cartão de memória.

### **3.1 Implementação do código**

No programa, foi parametrizado um contador de 5 minutos para o desligamento do AC. A escolha deste tempo se deu por conta de que após alguns testes funcionais na própria UESPI, averiguou-se que um tempo menor era inviável, pois havia conflito do sistema com os usuários da sala.

Após o sensor captar presença na sala de aula, o comando para ligar o AC é efetivado. Em seguida, se não obtiver presença, é iniciado um contador de 5 minutos para o desligamento. Este parâmetro foi imposto pelos seguintes aspectos: (i) Se não houver captação de presença do início ao fim da contagem, o protótipo desligará o AC; (ii) Se antes de encerrar a contagem, obtiver registro de presença, o AC permanecerá ligado e o contador é zerado; (iii) O retorno da contagem, iniciará somente se não existir presença novamente.

Também, há o contador de 1 minuto e 30 segundos para descanso do AC, evitando que ocorra o ligamento imediato ao detectar presença novamente pelo sensor PIR. Isto foi parametrizado pelo seguinte motivo: Se o AC desligar e ligar sem um espaço de tempo mínimo, há uma possibilidade de danificar todo o sistema de refrigeração, comprometendo seu uso.

Depois que a contagem de 5 minutos for finalizada, desligando assim o aparelho, mesmo que o sensor capte presença neste intervalo (1 minuto e 30 segundos), a NodeMCU não mandará nenhum comando ao Relé, somente informará na página web que o sensor está detectando presença. Após a contagem do intervalo de descanso for finalizada, o sensor voltará a ter o direito de infringir no sistema caso capte presença na sala de aula.

Na página web criada, foi possível monitorar a presença na sala de aula, e executar os comandos de liga/desliga. A página foi criada em *HTML* (Linguagem de Marcação de Hipertexto), utilizando protocolo *HTTP* (Protocolo de Transferência de Hipertexto), e a comunicação foi feita por rede local.

#### 4. Testes funcionais e avaliação do sistema

Para validar a proposta, foram realizados testes funcionais, a fim de verificar se todas as funcionalidades do protótipo por 4 semanas. Em seguida, foi realizada a avaliação prática em uma sala de aula da UESPI, funcionando nos 3 turnos (manhã, tarde e noite), durante 30 dias do período letivo 2019.1. O fluxo de alunos e professores no ambiente, foi constante durante todo o período de teste.

Utilizamos como padrão, o ligamento do AC (sem o protótipo) às 08h e desligamento às 22h, nos dias da semana. Aos Sábados de 08h às 12h, como é de costume na Universidade. O AC em que o protótipo foi implantado, teve cada segundo onde permaneceu ligado, armazenado em um cartão de memória (SD), e esses dados foram usados para verificar a validade da proposta. Para comparar o consumo dentre um AC com o protótipo e um AC sem o mesmo, pegou-se o consumo médio por hora (kW/h) baseado na mesma marca e potência, e multiplicou-se pela quantidade de horas que cada um deles permaneceu ligado, e com isso, foi possível averiguar o consumo de ambos neste mês de teste.

#### 5. Resultados e discussões

Baseado na avaliação do Inmetro, o aparelho da marca "*Springer Midea*" de 18.000 BTUs, utilizado 1 hora por dia, durante 1 mês (30 dias), obtém-se o consumo de 34,1 kWh/mês. Dividindo este valor de consumo total pelos 30 dias, obtemos 1,13 kWh de consumo por hora. Os testes iniciaram dia 15 de maio à 15 de junho, e como não há funcionamento aos domingos na Universidade, foi considerado o consumo de 26 dias dos AC, com e sem o protótipo. Destes, 22 dias funcionando 14 horas por dia (3 turnos de segunda a sexta-feira) e 4 dias funcionando 4 horas por dia, correspondente ao turno da manhã (sábado), totalizando o consumo de 16 horas. Observe as Tabelas 1, 2 e 3:

**Tabela 1 – Cálculo para um dia utilizando os três turnos**

<b>Horas por dia</b>	<b>Consumo/Hora</b>	<b>Consumo/Diário</b>
14	1,13 KW/h	15,82 KW

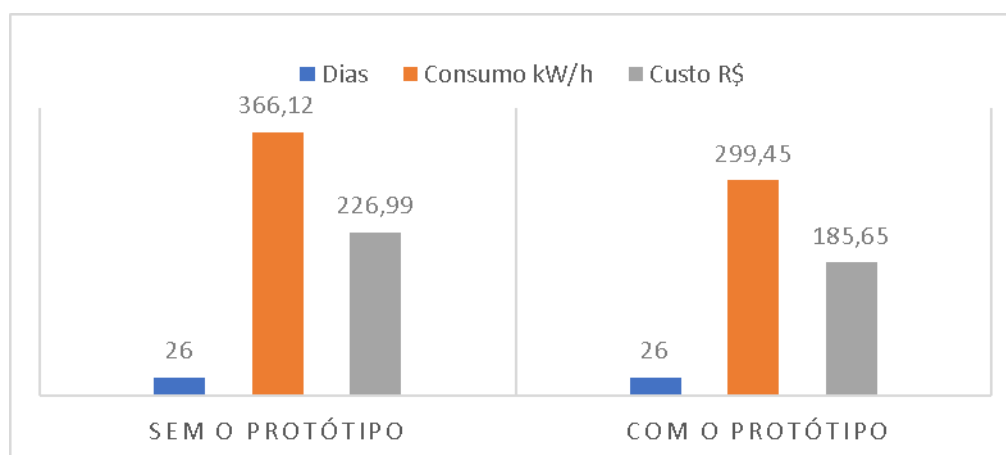
**Tabela 2 – Cálculo para 22 dias utilizando os três turnos**

Dias da semana	Consumo Diário	Consumo Total
22	15,82 KW	348,04 KW

**Tabela 3 – Cálculo para 4 dias (Sábados) utilizando o turno da manhã**

Total de dias	Horas/Dia	Consumo/Hora	Consumo Total
4	4	1,13 KW/h	18,08 KW

Na Tabela 1, pegou-se as horas utilizadas por dia como padrão em toda a universidade e multiplicou-se pelo valor do kW/h que o AC consome em 1 hora, totalizando 15,82 kW para um dia. Na Tabela 2, pegou-se os 22 dias e multiplicou-se pelo consumo total de kW/h para um dia, resultando 348 kW. A Tabela 3, mostra o consumo total em relação aos sábados, de 18 kW. Foi somado o consumo do AC sem o protótipo nos 26 dias, totalizando 366,12 KW/h. Observe o gráfico na Figura 2:



**Figura 2 - Gráfico Comparativo**

Neste mesmo período o protótipo instalado no AC da sala, registrou o tempo total de funcionamento igual a 955335 segundos, que equivale a 265 horas que o mesmo ficou ligado nos dias do experimento. Multiplicado pelo valor do consumo/hora (1,13 KW/h), obteve-se o resultado igual a 299,45 KW consumidos pelo AC controlado pelo sistema proposto. Equação:

$$(955335 / 3600) = 265 \text{ horas. Logo, } 265 * 1,13 = 299,45 \text{ kW}$$

Conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2018), considerando que valor do kW/h cobrado no estado do Piauí é R\$ 0,62 centavos, e a redução do consumo foi 66,67 KW/h, constatamos que o sistema proposto (LARA) gerou uma economia de R\$ 41,33 em 1 AC. Levando em conta que a UESPI/Parnaíba possui 83 AC distribuídos nas salas de aula, isso representaria uma economia de R\$ 3.430,39 aproximadamente, se ambas apresentassem um comportamento similar. Foi averiguado que não se obteve registro de horários vagos em nenhum dos turnos, caso contrário, a economia poderia ter números ainda maiores.

## 6. Considerações finais

Este trabalho contribuiu para que pudesse haver uma economia energética e um controle sob o aparelho de ar condicionado, disponibilizando uma função automática. Proporcionou a extensão da vida útil da máquina, devido ao uso aplicado somente em horas necessárias, evitando a troca do aparelho em um período mais reduzido, por questões de desgastes.

Uma proposta de trabalho futuro, é desenvolver um protótipo que seja possível monitorar um setor inteiro, ao invés de um protótipo para cada AC. Infelizmente a NodeMCU não possui portas digitais suficientes para controlar vários aparelhos de AC simultaneamente. Além de que seria interessante, aplicar um controle de temperatura do AC de acordo com a quantidade de pessoas dentro da sala de aula, isso tornaria o sistema mais econômico e robusto.

## 7. Trabalhos relacionados

No trabalho de Cunha (2013), a proposta do trabalho foi criar um protótipo que substituísse o controlador de fábrica dos aparelhos de ar-condicionado, onde o protótipo passaria a ser responsável pela administração das informações oriundas dos sensores, avaliação do estado do aparelho, e acionamento das velocidades do ventilador e compressor. O protótipo foi capaz de fazer a transmissão de dados de um servidor, na qual a interface Web tornaria a interação entre os usuários e os aparelhos de forma simples.

No trabalho de Siqueira e Villas Boas (2011), o objetivo do trabalho foi a utilização da automação em consultórios médicos e odontológicos, com o controle da iluminação, como também dos aparelhos de Ar-Condicionado. Foi utilizado um microcontrolador, sensores de presença e um microcomputador. O produto final faria o acionamento dos aparelhos de acordo com a captação de presença de pessoas. O programa *Elipse E3* foi responsável pelo monitoramento, onde tudo poderia ser visto através da tela do computador.

## Referências

- ANEEL. *Homologatória Aneel 2305*. 27 set. 2018.
- CUNHA, T.F. *Controle centralizado de equipamentos de Ar-condicionado via rede sem fio ZigBee*. SEPEI, Mar. 2013.
- OLIVEIRA, R.R. *Uso do microcontrolador ESP8266 para automação residencial*. Monografia apresentada na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio: 2017.
- PINHEIRO, J.M.S. *A Domótica*. 2004. Disponível em: <[https://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_domotica.php](https://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_domotica.php)>. Acesso em 22 de mar. de 2018.
- SIQUEIRA, C.S. e VILLAS BOAS, P.P.B. *Projeto de automação residencial utilizando um microcontrolador da família 8051 e supervisionado por uma plataforma desenvolvida no Elipse E3*. Universidade Federal de Goiás. Goiânia: 2011.