

## Utilização das Tecnologias *Flask*, *Ngrok* e Arduino no Acionamento Remoto de Dispositivos Eletroeletrônicos Através da Internet

Fernando Vieira, Mateus Costa  
Dept. de Ciência da Computação  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte-UERN  
Natal, Rio Grande do Norte, Brasil  
fernandovieira@alu.uern.br, viniciusrocha@alu.uern.br

Gláucia Campos, Felipe Oliveira  
Dept. de Ciência da Computação  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte-UERN  
Natal, Rio Grande do Norte, Brasil  
glauciamelissa@uern.br, felipeoliveira@uern.br

**Resumo**—Os avanços da Internet, em termos de velocidade e largura de banda, viabilizaram a utilização da IoT (*Internet of Things*) permitindo sensoriamento e controle de dispositivos de maneira ágil e simples. Para muitos, a IoT ainda não é uma realidade, devido ao custo dos dispositivos, assim como a complexidade das tecnologias envolvidas, apesar de ser bastante difundida. Por isso, se faz necessário ações com vistas à popularização da IoT. Este artigo implementa um protótipo de um sistema de acionamento remoto de dispositivos eletroeletrônicos através da Internet, de custo acessível, utilizando as tecnologias *Flask*, *Ngrok* e Arduino. Sendo assim, equipamentos eletroeletrônicos, tais como lâmpadas, ventiladores, televisores e outros que estejam conectados ao Arduino UNO R3, via módulo relê, podem ser controlados, por exemplo, através de dispositivos móveis utilizando uma página WEB de fácil operação. Para testar o sistema, foi utilizado um ventilador de 30cm. O protótipo foi desenvolvido no laboratório LUMEN, vinculado ao grupo de Pesquisa GSET/CNPQ da UERN - Campus de Natal. A solução desenvolvida, o processo de construção e a bateria de testes realizada, estão descritos ao longo do texto. Os resultados validam o protótipo em termos de facilidade de utilização e tempo ágil de resposta.

**Palavras-chave**— IoT, *Flask*, *Ngrok*, Arduino

### I. INTRODUÇÃO

A ideia de automatizar tarefas por meio da tecnologia é um desejo humano antigo, retratado na ficção científica, onde as pessoas usam tecnologias avançadas. Essa tendência vem crescendo cada vez mais com o surgimento da rede de objetos e/ou pessoas que interagem entre si na Internet. Segundo a CISCO IBSG [1], o número de aparelhos conectados em 2021 chegou a 25 bilhões, ultrapassando a população mundial, de 7,2 bilhões de habitantes.

No Brasil, o mercado de IoT movimentou 8,5 bilhões de reais [2] fazendo com que as empresas desenvolvam ainda mais tecnologias nessa área. Essas tecnologias procuram melhorar o bem-estar, conforto e praticidade em tarefas rotineiras, dentre elas, a automatização de tarefas cotidianas, como o acionamento remoto de equipamentos eletroeletrônicos, tanto em nível residencial quanto comercial. Muitos destes equipamentos, que permitem o acionamento direto através de simples interruptores do tipo liga/desliga, podem ser remotamente controlados, por intermédio de dispositivos móveis, proporcionando comodidade e praticidade ao usuário.

Diante dos fatos supracitados, este trabalho desenvolve o protótipo de um sistema IoT que permite o controle de um

equipamento eletroeletrônico de simples acionamento, através de qualquer dispositivo que se conecte à Internet e que possua um navegador WEB como, por exemplo, *smartphones*, *notebooks* e *tablets*. Embora outros trabalhos tenham sido desenvolvidos com o mesmo propósito, para este trabalho foram utilizados componentes de baixo custo ou de custo zero e de tecnologias mais simples. Este protótipo foi desenvolvido no Laboratório de Sistemas Embarcados e de Tempo Real (LUMEN), pertencente à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) - Campus de Natal e vinculado ao grupo de pesquisa GSET (Grupo de Sistemas Embarcados e de Tempo Real)/CNPQ.

A solução utiliza uma placa do tipo Arduino Uno R3 [3], uma página WEB desenvolvida no *framework Flask* [4] e disponibilizada para acesso à Internet pelo *Ngrok* [5], que é um sistema de *proxy* reverso permitindo, assim, o acesso à rede local onde se encontra o dispositivo a ser remotamente controlado. Um ventilador de 30cm foi utilizado para testar o protótipo desenvolvido neste trabalho.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados; a Seção 3 descreve a metodologia; o desenvolvimento da solução está expresso na Seção 4 e; os resultados e a conclusão, nas Seções 5 e 6.

### II. TRABALHOS RELACIONADOS

Dias Júnior [6] demonstra o desenvolvimento, construção e teste de um protótipo de automação de um aparelho de ar-condicionado através do uso do Android e do Arduino. O sistema de controle automático foi criado por meio de uma conexão *bluetooth* e um aplicativo móvel Android, desenvolvido na plataforma *App Inventor*. Apesar deste protótipo permitir a automação do ar-condicionado por meio de um *smartphone*, sua utilização está restrita ao raio de alcance do *bluetooth*.

Fernandes [7] apresentou o estudo e a implementação de um protótipo de uma residência automatizada de baixo custo, com o uso do ESP8266 e dos protocolos MQTT e IFTTT, através da plataforma de IoT da *Adafruit*, o *Adafruit IO*. Essa plataforma, apesar de permitir o desenvolvimento de um ambiente WEB de interação com o usuário final, apresenta limitações em sua versão gratuita, forçando o desenvolvedor a adquirir a versão paga para desbloquear todas as funcionalidades oferecidas por ela.

O trabalho desenvolvido por Cavalcante [8] visou o monitoramento e controle de aparelhos de ar-condicionado do Centro de Informática da Universidade Federal da Paraíba, através da utilização de componentes eletrônicos, sensores e uma placa microcontroladora baseada em ESP8266 para gerenciamento das informações e comunicação com a Internet, via conexão WiFi e protocolo MQTT. Apesar de utilizar a Internet como meio de comunicação, o sistema demonstrou instabilidades e retardos significativos de até 5s no acionamento dos equipamentos.

### III. METODOLOGIA

A Tabela I apresenta a lista de componentes utilizados (não considerando o dispositivo móvel empregado para os testes de acionamento do ventilador) e seus preços no mercado (média encontrada em mercados nacionais), convertidos para o dólar do dia.

Tabela I  
LISTA DE COMPONENTES UTILIZADOS

MATERIAIS	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO \$
Placa microcontrolada tipo Arduino UNO R3	1	13.74
Módulo relê 5v canal único	1	2.90
Ventilador Mondial Stadium V-39	1	0.00
Fonte de alimentação de 5VCC	1	2.90
Cabo USB	1	1.50
Jumpers	7	0.90
Extensão 1m com tomadas elétricas macho e fêmea 220V x 10A	1	1.90
Notebook Dell Inspiron 14R-920	1	0.00
Arduino IDE	Software	0.00
Flask	Software	0.00
Ngrok	Software	0.00
Total		23.84

Nesta tabela, todos os valores sem custo indicam equipamentos já disponíveis no laboratório, bem como softwares gratuitos. Outras placas baseadas no processador do Arduino UNO R3 (*Atmega 328*) poderiam ter sido utilizadas no protótipo deste trabalho. Optou-se pela escolha do Arduino UNO R3, além dos motivos anteriormente descritos, pela facilidade de aquisição desta placa no mercado nacional.

Considerando-se que o usuário já possua um equipamento computacional compatível com o *Flask*, convertendo-se o valor em dólar para valores atuais, o custo do protótipo sai a cerca de cento e vinte e cinco reais, valor bastante acessível para aplicações de IoT deste porte, visto que soluções similares, disponíveis no mercado nacional, estão saindo, em média por trezentos e trinta reais [9] [10] [11].

A Fig. 1 mostra o diagrama esquemático do protótipo. Nele é possível notar a menção da conexão da porta USB do Arduino UNO R3 ao computador que atuará como servidor. Os comandos passados pelo servidor, frutos da ação do botão de ligar ou desligar o equipamento feita pelo usuário, chegam ao Arduino, que os interpreta e ativa ou não a porta digital responsável por acionar o módulo relê. Este, a depender

do comando, comuta a sua chave magnética e, conseqüentemente, permite ou interrompe a passagem de energia, ligando ou desligando o ventilador. O diagrama esquemático foi feito por meio do software *EasyEda* [12].

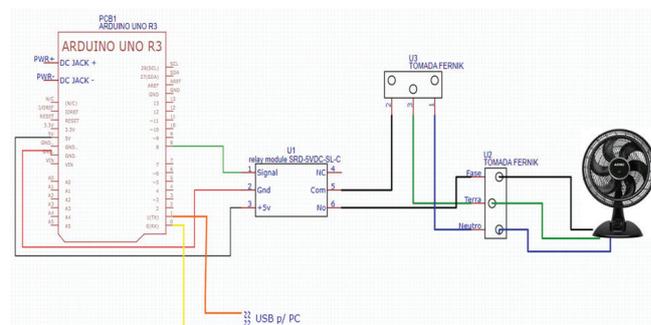


Fig. 1. Diagrama esquemático do protótipo (Fonte: próprio autor)

O *software* desta implementação pode ser dividido em 3 partes: o programa utilizado no servidor; o programa utilizado no Arduino e; o programa para o *proxy* reverso. O *software* utilizado no servidor baseia-se no *Framework Flask* [13], desenvolvido na linguagem *Python*. O *Flask* disponibiliza um endereço IP e uma porta de acesso. No contexto da aplicação, o *Flask* tenta estabelecer uma comunicação com a porta serial do Arduino a uma taxa de transferência de dados de 115.200 *Bauds*. Caso esta comunicação seja bem-sucedida, o servidor constrói uma página WEB, oferecendo ao usuário dois botões, sendo um para ligar e o outro para desligar o ventilador. Ao escolher qualquer um dos botões, uma *string* com o conteúdo "on" ou "off" é enviada ao servidor. Então, o servidor codifica essas informações, transmitindo-as para o Arduino pela porta serial e atualizando a página WEB, em seqüência. A Fig. 2 ilustra o fluxograma executado pelo *Flask*.

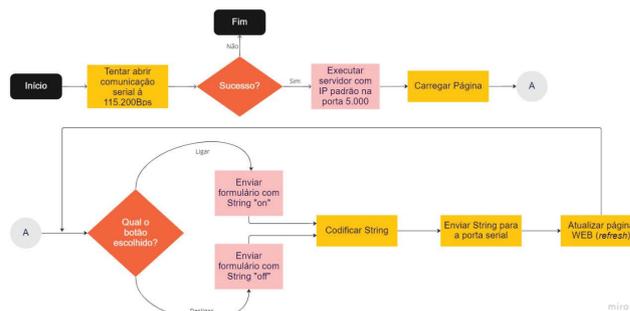


Fig. 2. Fluxograma do software executado pelo servidor (Fonte: próprio autor)

O software executado no Arduino foi desenvolvido com base na linguagem C++, utilizando a IDE proprietária do Arduino [14] e seu fluxograma é mostrado na Fig. 3.

O programa configura a comunicação serial com o mesmo *baud rate* da aplicação que reside no servidor *Flask*. Após isso, recebe a *string* enviada pelo servidor via porta serial e, então, muda o estado do pino digital responsável pelo aciona-

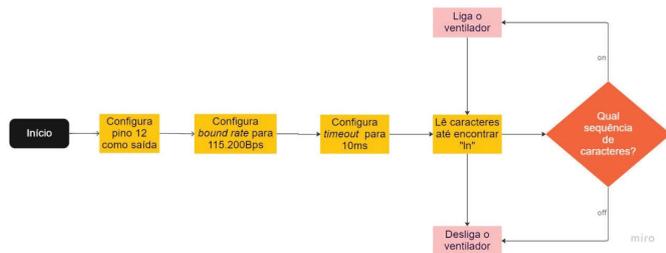


Fig. 3. Fluxograma do software utilizado no Arduino UNO R3 (fonte: próprio autor)

mento do módulo relê, com o valor "HIGH" ou "LOW", por conseguinte, ligar ou desligar o ventilador.

A Fig. 4 apresenta o fluxograma de funcionamento do *proxy* reverso que disponibilizará a aplicação WEB desenvolvida neste trabalho a ser acessada por qualquer dispositivo (computador ou dispositivo móvel), via Internet. A tecnologia usada para esse fim foi a *Ngrok* [5]. Primeiramente, é preciso fazer o cadastro no site da *Ngrok*, copiar o *token* disponibilizado por ele e baixar o aplicativo (disponível para sistemas operacionais MS-Windows, Linux e MacOs). O *token* é a forma que o *Ngrok* gera o vínculo do endereço IP a ser acessado pelo usuário, via Internet, com o endereço IP e a porta do servidor local do *Framework Flask*. Finalizadas essas etapas, o *Ngrok* começa a operar, fornecendo uma URL de acesso público que deverá ser passada ao cliente interessado em acessar a página WEB de controle da aplicação.

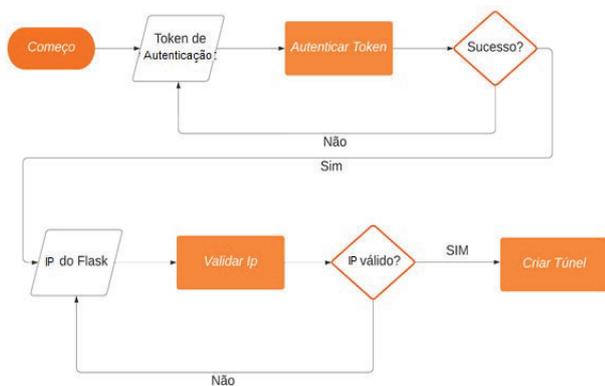


Fig. 4. Fluxograma do software *Ngrok* (Fonte: próprio autor)

#### IV. RESULTADOS

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos durante a execução deste trabalho. A Fig. 5(a) mostra o Arduino Uno R3. Ele está ligado à porta USB do *Notebook* de testes. A Fig. 5(b) apresenta o módulo relê de canal único, que está conectado e alimentado pelo Arduino.

A partir da Fig. 6 é possível observar todos os componentes de hardware e software envolvidos no protótipo, com o ventilador conectado aos polos comum (C) e normalmente aberto (NA) do módulo relê, dispostos na bancada de testes. Pode-se



(a) Arduino UNO R3

(b) Módulo de relê

Fig. 5. Circuito do sistema

notar, também, a exibição da interface WEB, que permite ao usuário ligar ou desligar o ventilador em questão.

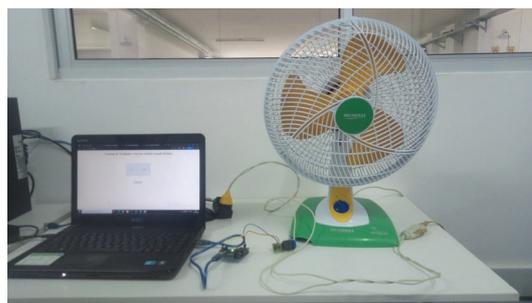


Fig. 6. Visão geral do sistema (fonte: autoria própria).

Na Fig. 7 observa-se a mesma página, porém carregada a partir de um *smartphone*, comprovando que ela pode ser acessada e utilizada de qualquer dispositivo, desde que tenha um navegador WEB compatível com HTML4 ou superior.



Fig. 7. Interface WEB carregada à partir de um *smartphone* (fonte: autoria própria).

Foram realizados um total de 10 testes com a página carregada na mesma rede onde o Arduino estava conectado (rede local) e 10 testes utilizando a Internet, com o equipamento de testes em rede diferente da rede local. Em cada teste, o botão de ligar e desligar a lâmpada foi acionado e foi verificado o tempo de resposta do circuito à ação imprimida ao botão. Ao final, foi realizada a média aritmética dos testes, onde se verificou que o tempo de resposta do circuito em rede local foi de 0,15s contra 0,43s quando o *smartphone* encontrava-se conectado à Internet. A diferença de 0,28s é

considerada aceitável para aplicações baseadas em IP, onde parâmetros de QoS, tais como o *delay* é sempre variável [15]. Do mesmo modo que este protótipo aciona uma carga (ventilador), ele pode comandar uma quantidade de cargas proporcional à quantidade de canais disponíveis no módulo relê que venha a ser utilizado, sendo necessária a inserção de botões de acionamento proporcionais às cargas utilizadas.

## V. CONCLUSÃO

Este trabalho desenvolveu um sistema de acionamento remoto de dispositivos eletroeletrônicos através da Internet, de custo acessível, utilizando as tecnologias *Flask*, *Ngrok* e *Arduino*. Os objetivos descritos acima foram alcançados. Os testes realizados permitiram ligar e desligar, com êxito, um ventilador utilizado como carga elétrica útil, a partir de qualquer dispositivo com acesso à Internet e que carregue páginas WEB baseadas em HTML4 ou superior. O acionamento remoto proporciona ao usuário maior conforto e praticidade, dispensando a necessidade de acionar o equipamento eletroeletrônico de maneira presencial.

Sugere-se, para trabalhos futuros, melhorias na interface, adicionando responsividade para melhor visualização em dispositivos móveis melhorando, assim, a usabilidade da interface. Novas funcionalidades, tais como o agendamento para o acionamento dos dispositivos, bem como o controle da luminosidade ambiente ou da velocidade de motores que estejam acoplados ao sistema são desejadas. Outra melhoria a ser feita reside no hardware que executa o servidor *Flask*, utilizando um minicomputador de baixo custo. Esta melhoria impactará, também, na portabilidade do sistema.

## REFERÊNCIAS

- [1] D. Evans, "The internet of things. how the next evolution of the internet is changing everything," White Paper, Cisco, abril 2011.
- [2] I. Butcher, "Iot cresce no brasil e especialistas debatem os rumos da tecnologia em diversos setores," <https://www.mobiletime.com.br/>, [Acesso em Outubro de 2022].
- [3] Arduino, <https://www.arduino.cc/>, [Acesso em Outubro de 2022].
- [4] M. Grinberg, *Flask Web Development: Developing Advanced Web Applications with Python*, 2nd ed. California (EUA): O'Reilly Media, 2018.
- [5] Ngrok, <https://ngrok.com/>, [Acesso em Outubro de 2022].
- [6] G. M. D. Júnior, "Automação de ar condicionado residencial utilizando arduino e android," Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Urutaí, p. 47, 2022.
- [7] G. F. Fernandes, "Automação residencial: utilizando internet das coisas e esp-8266," Universidade Estadual Paulista - Guaratinguetá, p. 70, 2018.
- [8] A. da S. Cavalcante, "Projeto ubique: sistema de monitoramento e controle de ar-condicionado," Universidade Federal da Paraíba - João Pessoa, p. 35, 2018.
- [9] Amazon, "Controlador smart wi-fi para ambientes intelbras ews 201 e," <https://www.amazon.com.br/Controlador-smart-Wi-Fi-ambientes-Intelbras/>, [Acesso em Outubro de 2022].
- [10] OfertasX, "Tomada inteligente wifi smart home app p/ automação residencial," <https://www.ofertasx.com.br/products/>, [Acesso em Outubro de 2022].
- [11] Flipflop, "Kit automação residencial com arduino," <https://www.filipeflop.com/produto/kit-automacao-residencial-com-arduino/>, [Acesso em Outubro de 2022].
- [12] EasyEDA, "Easyeda - pcb design & simulação de circuitos online," <https://easyeda.com/>, [Acesso em Outubro de 2022].
- [13] Flask, <https://flask.palletsprojects.com/en/2.2.x/>, [Acesso em Outubro de 2022].

[14] A. IDE, <https://www.arduino.cc/en/software>, [Acesso em Outubro de 2022].

[15] M. Singh and G. Baranwal, "Quality of service (qos) in internet of things," in *3rd International Conference On Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU)*, Bhimtal, India, Feb. 2018, pp. 1-6.