

Domótica de baixo custo por meio de microcontrolador esp8266: uma aplicação acessível

Resumo

A demanda por sistemas inteligentes com a capacidade de sensoriamento, processamento e comunicação vem aumentando ao passar dos anos. Dessa forma, a Internet das Coisas (IoT) pode conectar esses objetos à internet e promover a comunicação entre os dispositivos e seus usuários. Este projeto apresenta uma das inúmeras aplicações de IoT visando o desenvolvimento de um sistema domótico de baixo custo. Através de um dispositivo que, conectado ao Wi-fi da residência, é possível controlar diversos itens como lâmpadas, ventiladores e motores de portão. Com a intenção de facilitar o controle e a automação da residência, foi optado por utilizar um smartphone ou tablet. Dessa forma, o usuário realizará o controle dos objetos com alguns toques na tela ou por comandos de voz e estando em qualquer localidade do mundo onde possua uma conexão com a Internet. A arquitetura do projeto proposto é satisfatória para atender os objetivos traçados, gerando funcionalidade a baixo custo e objetividade na construção e aplicação do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Automação Residencial; esp8266; Internet das Coisas (IoT).

Jonatas Mesquita Dutra

jmd.mes@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-0972-7906>

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia
Do Pará, Parauapebas, Pará Brasi.

Filipe Sousa Silva

filipe.s.s.009@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-9076-2521>

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia
Do Pará, Parauapebas, Pará Brasi.

Thabatta Moreira Alves De Araujo

thabattaa@gmail.com

<http://Orcid.Org/0000-0003-3031-9840>

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia
Do Pará, Parauapebas, Pará Brasi.

INTRODUÇÃO

A tecnologia aliada à internet tornou-se essencial e indispensável no dia a dia das pessoas. Elas são necessárias para quase tudo, desde uma simples compra até a comunicação, que é feita por meio de redes sociais ou aplicativos. É possível dizer que a humanidade se tornou completamente dependente de seus serviços. A verdade é que a tecnologia está sempre evoluindo e mudando o modo de vida da sociedade, e isso se reflete em tudo, desde eletrodomésticos conectados até soluções de segurança e automação residencial, todas voltadas para a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Nesse contexto, com o objetivo de revolucionar a tecnologia e a forma como vemos e vivemos o mundo, surge a Internet das Coisas (IoT), uma tecnologia que promete aproximar os mundos físico e digital, possibilitando a automação de tarefas e tornando nosso cotidiano mais fácil. Vários outros conceitos surgiram como resultado da Internet das Coisas, um dos quais é "Domótica":

A domótica é uma tecnologia recente que permite a gestão de todos os recursos habitacionais. O termo "Domótica" resulta da junção da palavra "Domus" (casa) com "Telemática" (telecomunicações + informática). São estes dois elementos que, quando utilizados em conjunto, rentabilizam o sistema, simplificando a vida diária das pessoas satisfazendo as suas necessidades de comunicação, de conforto e segurança. (MESSIAS, 2007, P. 12).

O objetivo da "Domótica" é satisfazer as necessidades diárias de comunicação, segurança e conforto das pessoas. Há uma série de dispositivos que foram desenvolvidos para ajudar nas atividades de rotina em uma casa. Esses dispositivos são interconectados, resultando em um grande sistema de execução de serviços. Além disso, o mercado para este tipo de tecnologia está em rápida expansão. No entanto, para uma grande parte da população, continua proibitivamente caro e inacessível.

Segundo Bolzani (2004), o nível de autonomia de uma residência é determinado por dois fatores: os sonhos e a disponibilidade financeira. Somente o usuário tem a capacidade de determinar suas prioridades e quanto dinheiro poderá investir. A escolha de um sistema escalável é fundamental para o uso eficaz dos recursos, pois permite que a rede se expanda no futuro com a adição de novos dispositivos.

Para Sgarbi e Tonidandel (2006), o significado de Domótica está direcionado à instalação de tecnologia em residências, melhorando a qualidade de vida, aumentando a segurança e gerindo o uso racional dos recursos disponíveis aos seus habitantes.

As residências inteligentes e os sistemas domóticos têm atraído crescentes interesses, visto que possibilitam uma interação supervisionada, ou não, de dispositivos eletrônicos com a residência, gerando uma interação com os usuários, com o meio físico e executando as mais diversas possibilidades de tarefas.

A implementação da Domótica normalmente é voltada para um público de alta renda, porém, as recentes pesquisas e o desenvolvimento nesta área podem viabilizar sistemas de baixo custo, chegando a alcançar um maior público, não necessariamente privilegiado em termos econômicos (NOGUEIRA, 2018).

Com a grande expansão na utilização de aparelhos móveis, em especial os smartphones e tablets, tem-se buscado novas formas e métodos de empregar tais

aparelhos em sistemas domóticos. Sendo assim, visando tecnologias de baixo custo, Roberts (2011) indica que novos componentes são utilizados para diminuir os custos de projetos, um deles é o microcontrolador.

Com isso em mente, utilizando os conhecimentos adquiridos e algumas pesquisas, foi possível pensar em uma maneira de proporcionar, principalmente à população de classe baixa, os benefícios oferecidos pela Domótica desenvolvendo um protótipo que, conectado à internet por meio da rede Wi-Fi, seja capaz de controlar, via smartphone, quatro 4 lâmpadas por meio de toques na tela e por comandos de voz. Sendo que o sistema ainda possui uma forma de controle redundante através de interruptores.

REVISÃO BIBLIOGRAFICA

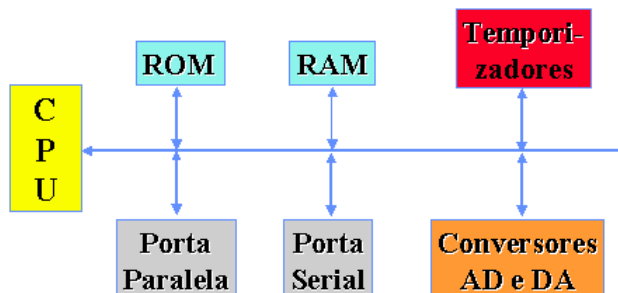
2.1 MICROCONTROLADOR

O microcontrolador é definido em Souza (2005) como um pequeno componente eletrônico com inteligência programável usado no controle de processos lógicos. Afirma ainda que em uma única pastilha de silício encapsulada, existem todos os componentes necessários ao controle de um processo". Dessa forma, o microcontrolador está provido internamente de memória de programa, memória de dados, portas de entrada, saída paralela, *timers*, contadores, comunicação serial, PWM, conversores analógico-digitais entre outros.

Segundo Zanco (2005), o microcontrolador é uma CPU de pequeno porte, capaz de executar um conjunto de tarefas denominadas instruções. Dessa maneira, os microcontroladores podem ser encontrados em quase tudo que tem a ver com eletrônica, reduzindo o tamanho, facilitando a manutenção e gerenciando as tarefas internas dos dispositivos eletrônicos. Um microcontrolador pode efetuar várias funções que necessitariam de um grande número de outros componentes. Assim, programar microcontroladores significa compactar circuitos em um único componente. Para suprir exigências de projetos, existe uma ampla gama de microcontroladores disponíveis no mercado, diferenciando-se pelo número de linhas de entradas/saídas e pelos recursos de periféricos do dispositivo.

Na Figura 1 é possível notar a arquitetura básica de um microcontrolador, composta por memória, processador e periféricos de entrada/saída.

Figura 1-Arquitetura de um microcontrolador.



Fonte: Portal Mz Editora, 2002.

2.2 ESP8266

O ESP8266 é um microcontrolador produzido pela companhia Espressif Systems. Esse microcontrolador possui um sistema de comunicação WiFi próprio, que é o seu grande diferencial, por essa razão ele é largamente empregado como módulo WiFi para outros microcontroladores. É possível utilizar somente o ESP8266 para desenvolver sistemas embarcados. Uma vantagem do ESP8266 é o seu baixo custo, geralmente na faixa de 20 a 50 reais.

O Esp8266 está no mercado desde 2014, o que faz com que ainda existem poucos artigos e trabalhos. Segundo Oliveira (2017), A principal publicação é o Kolban's Book on ESP32, do autor Neil Kolban, em que demonstra as formas de programar o ESP8266 e quais são as suas utilidades, bem como a eletrônica necessária para realizar os projetos demonstrados. Como o processador é o mesmo para todos os modelos do ESP8266, mudando apenas a quantidade de pinos de entrada e saída (GPIO) disponíveis, memória disponível e o espaçamento entre os pinos, com isso, foi escolhido se adotar o ESP-12, por ele ter um número razoável de entradas e saídas para esse projeto (seis) e pela facilidade de obtê-lo. A Tabela 1, mostra as especificações técnicas do ESP8266:

Tabela 1: Especificações do ESP8266.

| | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Voltagem | 3.3V |
| Consumo de Corrente | 10 μ A |
| Memória Flash | 16MB max (512k normal) |
| Processador | Tensilica L106 32 bit |
| Velocidade do processador | 80-160MHz |
| RAM | 32K + 80K |
| GPIOs | 17(multiplexada com outras funções) |
| Analógico para digital | 1 entrada com 1024 de resolução |
| Suporte 802.11 | b/g/n/d/e/i/k/r |
| Máxima corrente de conexão TCP | 5 |

Fonte: Elaborada pelo autor, baseada em Oliveira, 2017.

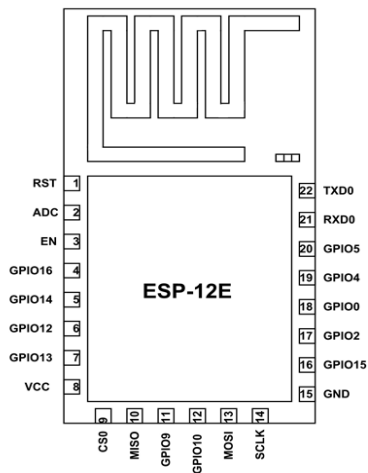
Apesar de todas as vantagens, Oliveira (2017), expõem que a ESP8266, ainda carece de registros mais formais e mais abrangentes. Apesar da sua comunidade de usuários já ser considerável, seu uso no ambiente acadêmico ainda é pouco definido.

2.3 ESP-12

Esse é segundo módulo com mais entradas e saídas disponíveis nove ao todo, ficando atrás apenas do recém-lançado ESP-32. Com isso é possível testar diversos dispositivos utilizando apenas uma placa ESP8266. Para utilizá-lo em placas PCB normais ou em protoboards é necessário um soquete com o espaçamento usual de pinos, uma vez que a placa não possui o espaçamento padrão entre os pinos.

A Figura 2 ilustra a posição de cada pino do ESP8266.

Figura 1 - Pinagem do módulo WiFi ESP12E



Fonte: Components101, 2018.

Na Tabela 2 estão explicitadas as especificações de cada pino, bem como suas particularidades. É relevante ressaltar que os pinos dados como GPIO são os passíveis de serem utilizados como entrada e saída do controlador.

Tabela 2- Função de pinos do ESP-12

| Nome | Descrição |
|--------|---|
| RST | Pino de reset do módulo |
| ADC | Pino de entrada analógica para ADC de 10 bits (0V a 1V) |
| PT | Pino de habilitação do módulo (ativo ALTO) |
| GPIO16 | Pino de saída de entrada de uso geral 16 |
| GPIO14 | Pino de saída de entrada de uso geral 14 |
| GPIO12 | Pino de saída de entrada de uso geral 12 |
| GPIO13 | Pino de saída de entrada de uso geral 13 |
| VDD | Entrada de alimentação de +3,3V |
| CS0 | Seleção de chip Pin da interface SPI |
| MISSÔ | Pino MISO da interface SPI |
| GPIO9 | Pino de saída de entrada de uso geral 9 |
| GPIO10 | Pino de saída de entrada de uso geral 10 |
| MOSI | Pino MOSI da interface SPI |
| SCLK | Pino de relógio da interface SPI |
| GND | Pino de aterramento |
| GPIO15 | Pino de saída de entrada de uso geral 15 |
| GPIO2 | Pino de saída de entrada de uso geral 2 |
| GPIO0 | Pino de saída de entrada de uso geral 0 |
| GPIO4 | Pino de saída de entrada de uso geral 4 |
| GPIO5 | Pino de saída de entrada de uso geral 5 |
| RXD0 | Pino UART0 RXD |
| TXD0 | Pino TXD UART0 |

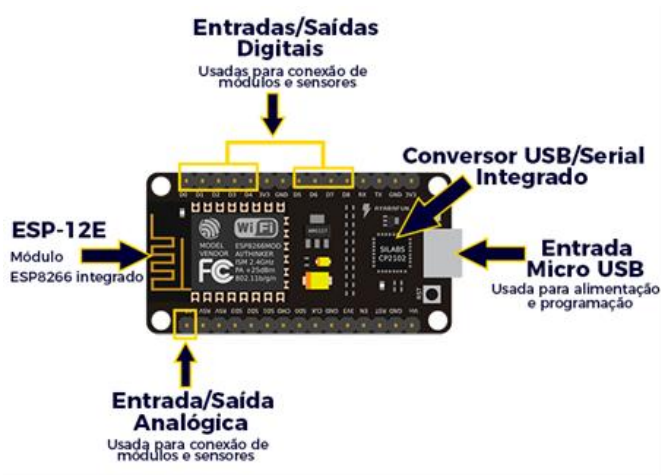
Fonte: Elaborada pelo autor, baseada em Components101, 2018.

2.4 NODE MCU

O NodeMCU é uma plataforma open-source combinada com um microcontrolador ESP8266 desenvolvida para facilitar na construção de aplicações de IoT. A programação do NodeMCU pode ser feita utilizando a linguagem LUA, linguagem essa criada por brasileiros. Além disso, a placa é compatível com a IDE do Arduino o que facilita sua programação pela possibilidade de utilizar várias bibliotecas que já constituem boa parte da programação.

Na Figura 3, observa-se uma breve demonstração da formação da placa, sendo composta pelo módulo ESP8266, entradas/saídas digitais, um conversor USB serial integrado, uma entrada micro USB usada para alimentação e programação da placa e uma entrada/saída analógica (OLIVEIRA, 2016).

Figura 2 - Descrição da composição da placa



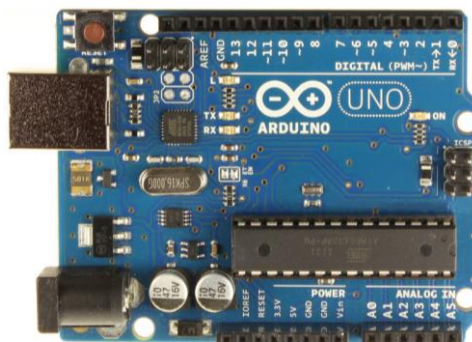
Fonte: OLIVEIRA, 2016.

2.5 ARDUINO

O Arduino é uma plataforma de computação física de fonte aberta, com base em uma placa simples de entrada/saída (input/output, ou I/O), assim como em um ambiente de desenvolvimento que implementa a linguagem Processing (www.processing.org). O Arduino pode ser utilizado para desenvolver objetos interativos independentes, ou conectado a softwares de seu computador (como Flash, Processing, VVVV ou Max/MSP). As placas podem ser montadas manualmente, ou compradas pré-montadas; o Integrated Development Environment (IDE) de código aberto pode ser baixado em www.Arduino.cc. (BANZI, 2011).

A placa pode ser visualizada na Figura 4 e é composta por um microcontrolador e circuitos de entrada e saída, podendo ser programada por um ambiente de desenvolvimento próprio utilizando uma linguagem de programação C/C++. A quantidade de aplicações para o Arduino é praticamente gigante e ele poderia ser facilmente aplicado para resolução dos problemas propostos nesse trabalho. Por esse motivo, na Tabela 3, será feita uma breve comparação com o ESP8266.

Figura 3 - Arduino Uno



Fonte: Portal Eletrodex, 2021.

A primeira grande superioridade do ESP8266 em relação ao Arduino é sua capacidade de comunicação via WiFi já integrada. O Arduino, por sua circunstância, dispõe de um protocolo de comunicação sem fio próprio que depende de um módulo adicional para ser empregado. Outra grande vantagem é seu baixo custo quando comparado ao Arduino. Atualmente, um Arduino UNO sem o módulo de comunicação WiFi é vendido na faixa de noventa reais, além de apresentar um tamanho superior ao do ESP8266.

Tabela 3- Comparação Arduino e ESP8266.

| Descrição | Arduino UNO | ESP8266 |
|---|---|--|
| Alimentação | 5V | 2,2V ~ 3,3V DC |
| Bluetooth: | Não Possui | Não Possui |
| Conversores ADC (Analogico para Digital): | 6 ADC com 10-bit de resolução (1024 bits) | 1 ADC com 10-bit de resolução 1024 bits) |
| Conversores DAC (Digital para Analogico): | Nenhum | Nenhum |
| Corrente de Consumo: | Média de 15mA | Média de 80mA |
| Entrada Regulada (VIN) | 7 ~ 12V | 5 ~ 9V |
| Frequência de Operação: | 0 ~ 16 MHz | 80MHz ~ 160MHz |
| Interfaces de Módulos | I2C, SPI, UART e LED PWM | SPI, SDIO, LED PWM, I2S e I2C. |
| Memória FLASH: | 32KB | 4MB |
| Memória RAM/SRAM: | 2KB | 36kB |
| Memória ROM/EEPROM | 4KB | 64KB |
| Pinos de I/O: | 23 pinos com 6 PWM | 13 pinos com 9 PWM |
| Preço Médio (Modelo Original) | U\$22,00 (Exterior) ou R\$69,99 (Brasil) | U\$5,99 (Exterior) ou R\$31,00 (Brasil) |
| Processador: | AVR® 8-bit RISC | Tensilica® L106 ultra-low power 32-bit |
| Sensores Embutidos | temperatura e Toque Capacitivo. | Toque Capacitivo |
| Temperatura de Operação: | -40°C ~ +85°C | -40°C ~ +85°C |
| Temporizadores | 3 Timers, um de 16-bit e dois de 8bit | 2 Timers, um de 22-bit e outro de 32bit (1 usado pelo Wifi) |
| Watchdog | 1 Watchdog | 1 Watchdog |
| WiFi: | Somente com Shield | 2.4GHz com suporte a WPA e WPA2, 802.11 b/g/n, P2P e soft-AP |

Fonte: Elaborada pelo autor, baseada em Xprojetos, 2019.

2.6 HARDWARE ADICIONAIS

2.6.1 Módulo Relé

Com o módulo relé de 8 canais, que pode ser visualizado na Figura 5, é possível acionar cargas de 220V AC, como lâmpadas, equipamentos eletrônicos e motores com o auxílio de um microcontrolador. Tudo isso sem a necessidade de montar um circuito com transistores, relés, conectores, leds e diodos. No referido projeto, o módulo foi utilizado para o controle das lâmpadas.

Figura 4 - Módulo Relé



Fonte: BERTOLETI, 2020.

2.7 PROGRAMAÇÃO DO ESP8266

A programação do ESP8266 pode ser feita, geralmente, com a utilização da linguagem C/C++ ou LUA, sendo necessário o uso de um compilador para que o programa possa ser compilado para linguagem de máquina e então processado. Para facilitar esse processo, optou-se por utilizar a IDE do Arduino por ser uma ferramenta gratuita e extremamente eficiente (OLIVEIRA, 2017).

2.8 IDE DO ARDUINO

A IDE do Arduino é um ambiente utilizado para o desenvolvimento de softwares para o controle de placas de circuito integrado como o Arduino e o próprio NodeMCU. Com ela é possível, além de escrever o código, compilar e carregar para a placa com um simples clique. Para carregar o código para o ESP8266 é necessário realizar alguns procedimentos de preparação da IDE do Arduino, para compilar e carregar os códigos para a placa NodeMCU.

2.9 ARDUINO IOT CLOUD

Segundo a equipe Arduino (2019), o Arduino IoT Cloud é uma plataforma de aplicação de Internet das Coisas fácil de utilizar. Tornando muito mais simples para qualquer pessoa desenvolver e gerenciar aplicativos de IoT liberando-os para se concentrarem na solução de problemas reais em seus negócios ou na vida cotidiana.

A conveniência e flexibilidade são considerações importantes para o Arduino IoT Cloud. As placas Arduino geralmente exigem que você as programe inserindo o

código por meio de um esboço, o Arduino IoT Cloud pode fazer isso de forma automática. Ele irá gerar de forma rápida um esboço ao configurar um novo projeto, permitindo assim, que um desenvolvedor consiga efetuar suas programações para um dispositivo de trabalho em cinco minutos. O Arduino IoT Cloud também fornece outros métodos de interação, incluindo HTTP REST API, MQTT, Ferramentas de Linha de Comando, Javascript e Websockets.

Figura 6 - Arquitetura da plataforma



Fonte: Blog Arduino,2020.

Para preparar o ambiente do Arduino IoT Cloud se faz necessário seguir alguns passos:

1. Abrir o link do portal Arduino, <https://login.Arduino.cc/login>, criar uma conta ou logar com a do Google, Facebook ou Apple.

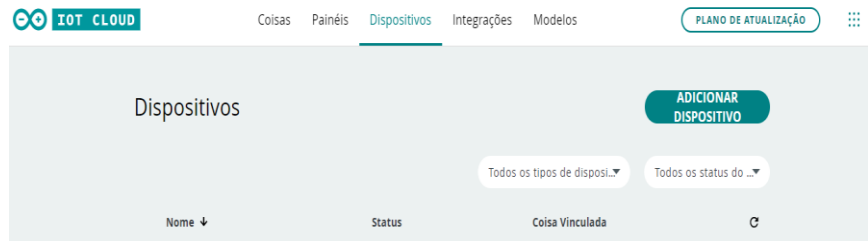
Figura 7 - Tela de login Arduino IoT Cloud



Fonte: Elaborada pelo autor.

2. Seguir para a aba dispositivo → Adicionar Dispositivo, como mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Aba dispositivo → Adicionar Dispositivo



Fonte: Elaborada pelo autor.

3. Selecionar o tipo da placa a ser utilizada, família Arduino ou terceira e o modelo como mostra nas Figuras 9 e 10.

Figura 9 - Selecionando tipo da Placa.

Dispositivo de configuração



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 10 - Especificando o modelo da Placa.

Selecione o tipo de dispositivo

Selecione o tipo e modelo de dispositivo que deseja configurar

ESP8266 ESP32 LoRaWAN

NodeMCU 1.0 (Módulo ESP-12E) ▼

CONTINUAR

Fonte: Elaborada pelo autor

4. Após continuar, será gerado umas credenciais de autenticidade para a segurança da comunicação, como mostra a Figura 11.

2.10 MQTT

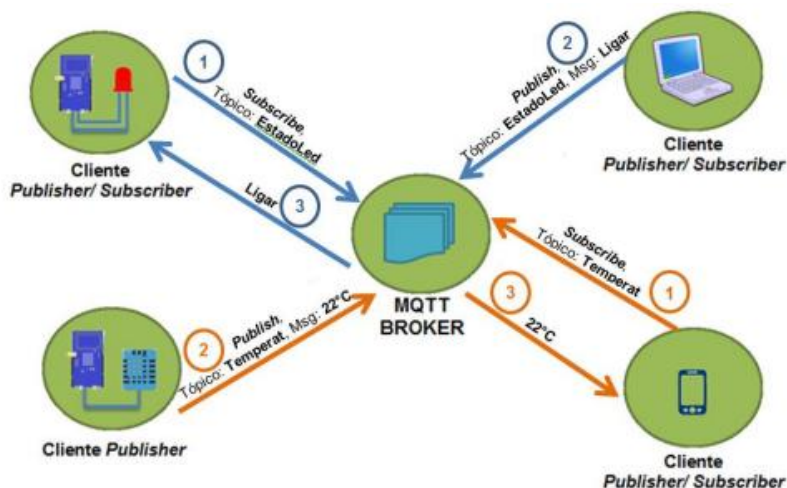
Dispositivos IoT precisam trabalhar entre si e com banco de dados, portanto a conexão a Internet é um requisito. Pensando nisso, no final da década de 90 foi desenvolvido pela IBM um protocolo de troca de mensagens entre partes de forma assíncrona, ou seja, comunicação não simultânea (YUAN, 2017).

Esse protocolo de mensagens é leve e flexível projetado para dispositivos que utilizam largura de banda baixa, com alta latência e com requisitos de hardware simples. Esses fundamentos o tornam perfeito para dispositivos IoT ou Machine-to-Machine (M2M) conseguindo garantir entrega e confiabilidade (MQTT.ORG, 2019).

2.10.1 Funcionamento

O MQTT implementa um modelo de publicação e assinatura entre um agente central e infinitos clientes, sendo o primeiro um servidor responsável por receber todas as mensagens dos clientes e, posteriormente destiná-las a clientes finais. Basicamente, funciona da seguinte forma: Clientes conectam-se ao broker e podem publicar ou receber atualizações de um tópico. O cliente publica informações em um tópico e estes as enviam para o broker. Seguidamente, o agente central encaminha as mensagens do tópico para todos os clientes que o assinam (YUAN, 2017). A Figura 14 ilustra um modelo de publicação e assinatura do protocolo MQTT.

Figura 14 :Fluxo de comunicação com protocolo MQTT.



Fonte: (SILVA MARCIO, 2019)

METODOLOGIA

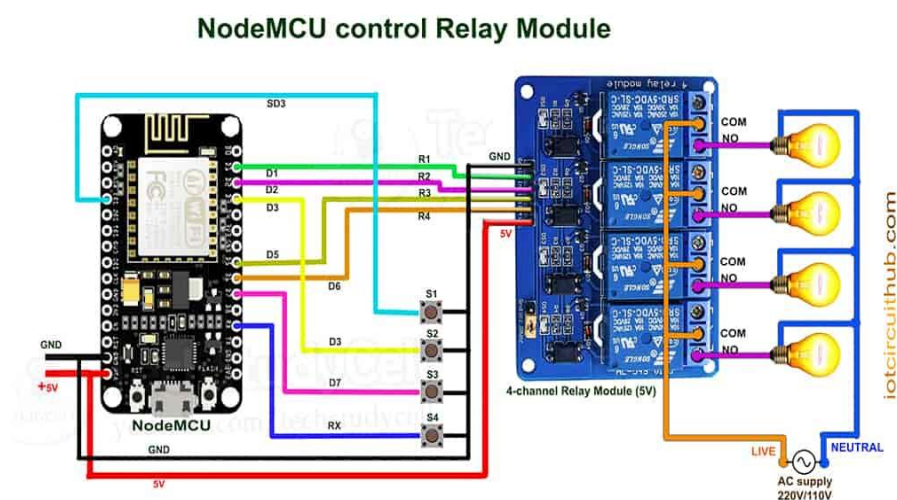
Esta é uma pesquisa de natureza aplicada, de caráter exploratório que descreve o desenvolvimento de um protótipo.

3.1 Circuito

Para a montagem do circuito, como mostrado na Figura 15, foram utilizados:

- 1 Modulo Relé 4 Canais;
- 4 Push Buttons;
- 1 Protoboard 830 Pontos;
- 1 Placa Esp8266;
- 1 Fonte de Alimentação tipo B;
- 4 Lâmpadas;

Figura 55 - Esquema do Circuito



Fonte: (IOTCIRCUITHUB, 2021).

3.2 Programação

A IDE do Arduino foi utilizada para programar o ESP8266, e todo o código pode ser acessado no seguinte link: <https://github.com/JonatasMesquita/Domotica>. Após concluir as pré-configurações necessárias, agora é necessário incluir algumas bibliotecas no IDE. Esta técnica é realizada dentro dos limites do ambiente de desenvolvimento. Selecione "Incluir Biblioteca" no menu "Esboço", depois "Gerenciar Bibliotecas" no menu "Gerenciar Bibliotecas", depois "Localizar Bibliotecas" no menu "Localizar Bibliotecas" e depois "Instalar" no menu "Instalar". Como resultado, será criada uma biblioteca e todo o trabalho de comunicação será feito no computador. As bibliotecas "ArduinolotCloud" foram incluídas neste caso para controle.

Com o código aberto, tudo o que resta é fazer algumas pequenas alterações que são críticas para o sucesso do projeto:

1. Na aba Arduino secrets.h, serão adicionados os dados da rede Wi-fi onde a placa ficará conectada, como nome da rede e a senha. Na mesma aba será adicionada a chave secreta gerada na criação do projeto na plataforma Arduino iot Cloud, como mostrado na figura 11 já supracitado.

2. Posteriormente na aba thingProperties.h, serão alterados somente dois campos com os códigos de autenticidades gerados na plataforma do Arduino lot Cloud, o

código do projeto, gerado também conforme mostrado na figura 11 e o código do dispositivo conectado, ressaltando que todas a informações de autenticidade é possível verificar na plataforma.

Todas essas informações são adicionadas antes de modificar qualquer coisa nas funções obrigatórias Setup() e Loop().

3.2.1 Setup()

A função Setup configura os pinos da placa e estabelece a comunicação com o computador. Logo, é executada apenas quando o programa é iniciado. Nessa função serão inseridos todos os comandos para inicializar o programa.

3.2.2 Loop()

A função Loop realiza a leitura do programa repetidas vezes enquanto a placa estiver recebendo energia, fazendo com que todos os comandos sejam executados.

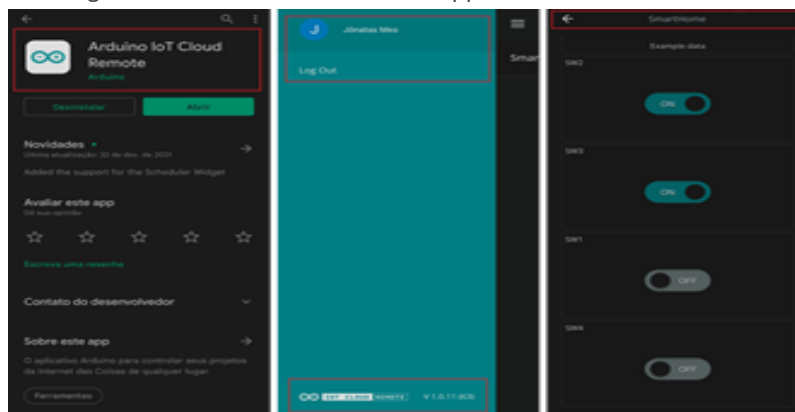
3.3 Conexão do App Arduino iot Remote com App Amazon Alexa

Para a utilização da ferramenta em questão foi necessário seguir alguns passos:

- 1.Download do app Arduino lot Remote na Play Store ou Apple Store;
- 2.Entrar com o e-mail cadastrado na plataforma Arduino onde está o projeto;
- 3.Download do App Amazon Alexa na Play Store ou Apple Store;
- 4.Criar conta gratuita;
- 5.Na aba “Mais”, listada na parte inferior do app Amazon Alexa, procurar “Skills e Jogos”, posteriormente na lupa de pesquisa, digitar por “Arduino” e ativar a Skill “Arduino”.

As Figura 16 e Figura 17, referentes aos pontos informados para efetuar a conexão:

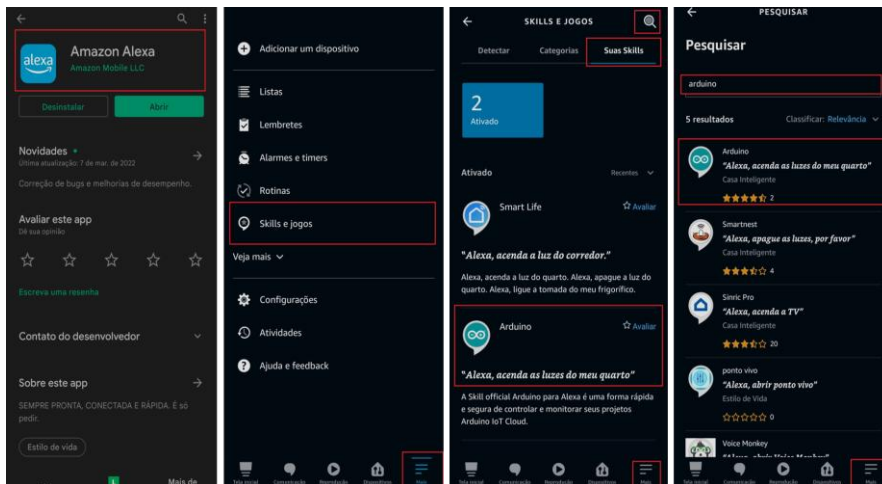
Figura 16 - Download e acesso ao App Arduino lot Cloud



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 16, apresenta três telas, a primeira referente ao Download do App lot Cloud Remote e as demais respectivamente ao login de acesso na plataforma de controle.

Figura 17 - Download e Configurações App Alexa



Fonte: Elaborada pelo autor.

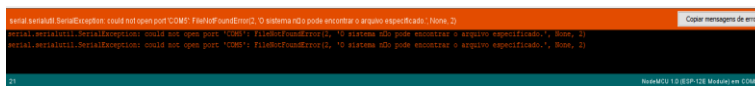
Já na Figura 17, apresenta quatro telas, sendo a primeira tela referente ao Download do App Amazon Alexa e as demais relativo as configurações para conexão com Arduino lot Cloud Remote.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a montagem de todo o circuito e a programação da placa NodeMCU, seguiu-se para a realização de testes para averiguar o funcionamento do protótipo.

Ao compilar o programa e tentar enviá-lo ao microcontrolador no primeiro teste, ocorreu um erro de falha comum de comunicação, impossibilitando a transmissão do programa. Esse erro geralmente ocorre quando o cabo USB não está conectado corretamente à porta selecionada e aparece a mensagem mostrada pela Figura 18.

Figura 18 - Erro de Comunicação

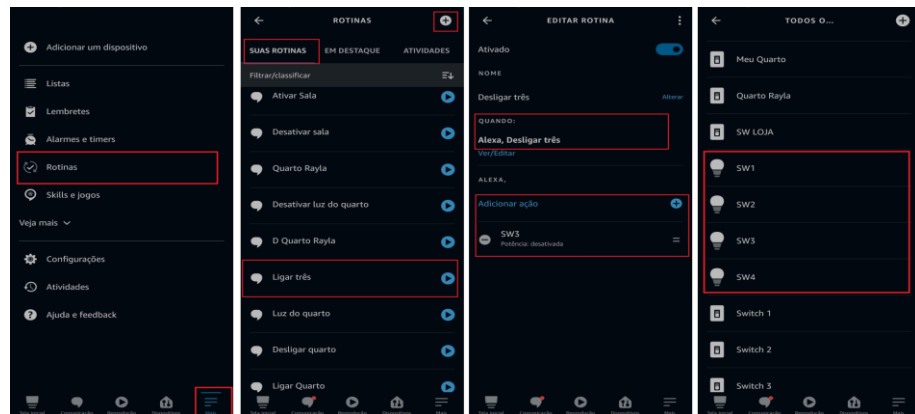


Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao conectar de forma correta o cabo USB, a mensagem de erro deixa de aparecer e o programa é finalmente enviado.

Todas as luzes puderam ser ligadas e desligadas usando um smartphone com alguns toques na tela ou usando os comandos de voz por meio do Alexa Assistant. Os resultados da central de controle criada no aplicativo Arduino lot Cloud e a funcionalidade dos comandos de voz no Alexa Assistant podem ser vistos na Figura 19.

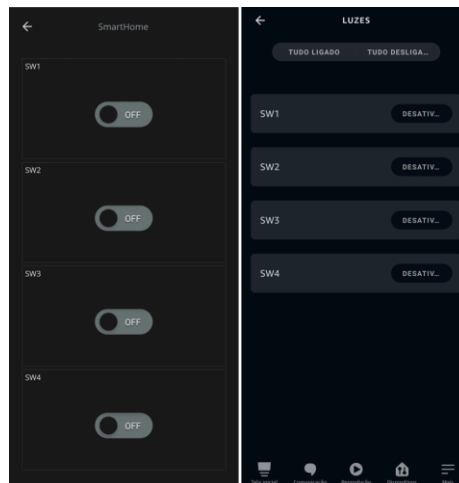
Figura 19 - Cadastro e Gerenciamento para comando de Voz, App Amazon Alexa.



Fonte: Elaborada pelo autor.

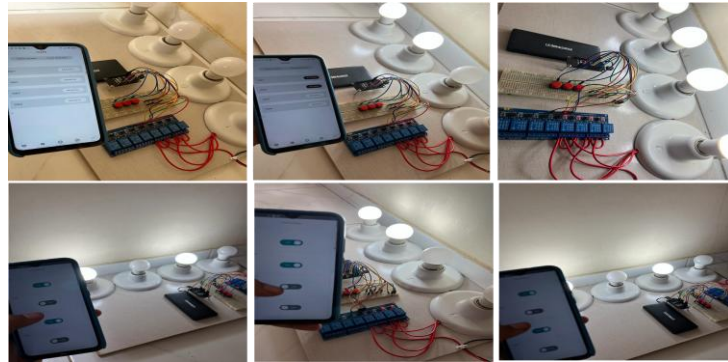
Todos os sistemas automatizados criados usando o aplicativo Arduino lot Cloud houve uma taxa de sucesso de 100%. Vários testes foram realizados, e todos eles revelaram um alto nível de eficiência e precisão. Desta forma, o protótipo funcionou como esperado.

Figura 20 - Central de Controle Arduino lot Cloud e Amazon Alexa



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 21, apresenta o protótipo elaborado, realizando os testes em uma bancada composta por quatro lâmpadas convencionais, um modulo relé de oito canais, sendo utilizado apenas quatro para o acionamento das cargas, através do módulo de controle NodeMCU. Todos os testes foram efetuados utilizando a plataforma de Arduino lot Cloud e da Amazon Alexa para o controle de voz e dispõem de outro recurso para controle na forma manual através dos *Push Buttons*.



Fonte: Elaborada pelo autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a finalização do projeto, foram obtidos resultados bastante satisfatórios. A automação criada funcionou perfeitamente como um todo. A partir disso, é possível concluir que a Internet das Coisas é uma tendência global que, provavelmente, irá revolucionar a tecnologia e o mundo em que vivemos. Por meio de suas aplicações o mundo físico e o mundo digital estarão cada vez mais próximos facilitando, de uma forma significativa, a vida das pessoas até mesmo dentro de suas casas com a domótica podendo, facilmente, ser uma realidade para todos.

Para projetos futuros, seria interessante a adoção de medidas com o foco em expansão de portas. Dessa forma poderia ser adicionado mais funções, através de sensores, como os de chuva e presença. Além de inserir mais ativos, como lâmpadas, tomados inteligentes e até mesmo equipamentos eletrodomésticos.

Por fim, a automação residencial de baixo custo pode ser realizada a partir de componentes microcontrolados acessíveis e de fácil aplicação. Desta forma, este tipo de tecnologia pode ser facilmente replicado em maior escala, a fim aplicar em diversas demandas do cotidiano.

LOW COST HOME AUTOMATION THROUGH THE ESP8266 MICROCONTROLLER: AN AFFORDABLE APPLICATION

ABSTRACT

The demand for intelligent systems with sensing, processing and communication capabilities has increased over the years. In this way, an Internet of Things (IoT) can connect these devices to the Internet and promote communication between the devices and their users. This project presents one of the IoT extension applications for the development of a low-cost home automation system. Through a device that, connected to the Wi-Fi of the residence, it is possible to control various items such as lamps, fans and door motors. With the intention of controlling and automating the residence, it was decided to use a smartphone or tablet. In this way, the user will control objects with a few taps on the keyboard or by voice commands and will remain in any location in the world where an Internet connection is available. The architecture of the proposed project is efficient for the functionality of the planned projects, generating a low cost and objectivity in the construction and application of the planned system.

KEYWORDS: Home Automation; esp8266; Internet of Things (IoT).

REFERÊNCIAS

Announcing the Arduino IoT Cloud public beta. Disponível em: <<https://blog.Arduino.cc/2019/02/06/announcing-the-Arduino-iot-cloud-public-beta/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

Arduino, ESP32 e ESP8266 Comparação. Disponível em: <<https://xprojetos.net/Arduino-esp32-e-esp8266-comparacao/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

ARDUINO UNO R3 CABO USB. Eletrodex, Minas Gerais, 29 de mar. de 2021. Disponível em: <https://www.eletrodex.net/Arduino-uno-r3-cabo-usb.html>. Acesso em 08 de mar. de 2022.

BERTOLETI, P.; THOMSEN, A. Módulo Relé 5V 8 Canais. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-rele-5v-8-canais/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. Primeiros passos com o Arduino. São Paulo: Novatec, p. p1, 2011.

BOLZANI, C. A. M. (2004) Residências Inteligentes. Rio de Janeiro: Livraria da Física.

Conhecendo o MQTT. Disponível em: <<https://developer.ibm.com/br/articles/iot-mqtt-why-good-for-iot/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

ESP-12E - WiFi module. Disponível em: <<https://components101.com/wireless/esp12e-pinout-datasheet>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

MÁRCIO, R.; BENETASSO DA SILVA1, L. RaspBene IoT: Uma plataforma de hardware e software aplicada ao monitoramento e controle de ambientes físicos. Disponível em: <https://hto.ifsp.edu.br/portal/images/thumbnails/images/IFSP/Cursos/Coord_A DS/Arquivos/TCCs/2019/TCC_MarcioRicardoBenetassoDaSilva.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.

MESSIAS, A. F. Edifícios Inteligentes. A Domótica aplicada à realidade brasileira. Ouro Preto-MG. Monografia de Graduação. 2007.

MONTEIRO, B. M. F. B. Interfaces para Acesso Remoto a Sistemas Domóticos. 2010. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática e de Computadores) Instituto Superior Técnico, Lisboa. Portugal, 2010.

MQTT.ORG. FAQ. 2019. Acessado em 19/02/2019. Disponível em:
<<http://mqtt.org/>>

OLIVEIRA, G. NodeMCU - Uma plataforma com características singulares para o seu projeto IoT. Disponível em:
<<https://blogmasterwalkershop.com.br/embarcados/nodemcu/nodemcu-uma-plataforma-com-caracteristicas-singulares-para-o-seu-projeto-iot>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

OLIVEIRA, Ricardo Rodrigues. Uso do microcontrolador ESP8266 para automação residencial. Rio de Janeiro: UFRJ Escola Politécnica, 2017.

SOUZA, David José. Desbravando o PIC: Ampliado e Atualizado para PIC 16F628A. 8ª ed. São Paulo, SP, Brasil: Érica, 2005.

SUBHAJIT. Arduino IoT Cloud ESP8266 & Alexa - IoT projects 2022. Disponível em:
<<https://iotcircuithub.com/Arduino-iot-cloud-esp8266-alexa-home-automation/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

Tech StudyCell. Arduino IoT Cloud ESP8266 & Alexa - IoT Projects 2022. <https://iotcircuithub.com/>, Subhajt, 9 de junho de 2021, iotcircuithub.com/Arduino-iot-cloud-esp8266-alexa-home-automation/. Acesso em 19 de março de 2022.

YUAN, M. Conhecendo o MQTT. 2017. Acessado em 19/02/2019. Disponível em: .
< <https://developer.ibm.com/br/articles/iot-mqtt-why-good-for-iot/>>

ZANCO, W. S. Microcontroladores PIC 16F628A/648A: Uma Abordagem Prática e Objetiva. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2005.

Disponível em:
<<https://www.robotlinkmarket.com/Data/EditorFiles/datasheet/kolban-ESP32.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2022a.

Disponível em:
<<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10019583.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2022b.

Recebido: 2023-03_25.

Aprovado: 2025_09_25.

DOI: 103895/recit.V16n41.15302

Como citar: DUTRA, J.M.; SILVA, F. S.; DE ARAUJO, T. A domótica de baixo custo por meio de microcontrolador ESP8266: uma aplicação acessível R. Eletr. Cient. Inov. Tecnol, Medianeira, v. 16. n. 41, p. 01-21, set/dez, 2025 Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/recit>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Jonatas Mesquita Dutra Correio

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará, Parauapebas, Pará. Brasil|

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0 Internacional.

