

ESCOLA TÉCNICA GUARAGY SILVEIRA

**BRUNO MIRANDA
GEOVANE SOARES
MATEUS LIRA
ERNANE OLIVEIRA**

**Automação Residencial com ESP32: Desenvolvimento
de um Protótipo em Maquete**

SÃO PAULO - 2025

**BRUNO MIRANDA
GEOVANE SOARES
MATEUS LIRA
ERNANE OLIVEIRA**

**Automação Residencial com ESP32: Desenvolvimento
de um Protótipo em Maquete**

SÃO PAULO - 2025

Sumário

1. Introdução	1
2. Fundamentação Teórica.....	1
3. Objetivo Geral	4
4. Objetivos Específicos	4
5. Justificativa.....	5
6. Metodologia / Desenvolvimento Técnico	5
6.1 Arquitetura do Sistema	5
6.2 Estrutura da Maquete e Infraestrutura Elétrica	6
6.3 Seleção de Componentes e Justificativa Técnica	6
6.4 Programação do ESP32 e Conectividade IoT.....	7
6.5 Luminotécnica e Controle de Iluminação	8
6.6 Estratégia de Testes.....	8
7 - Conclusão	9
Considerações Finais	9
Referência Bibliográfica.....	11

Sumário de Imagens:

Figura 1.....	2
Figura 2.....	3
Figura 3.....	6
Figura 4.....	7

1. Introdução

A automação residencial representa uma convergência entre eletrônica, redes de comunicação e inteligência embarcada, possibilitando o controle automatizado de sistemas de iluminação, climatização, segurança e ambientes conectados. Com os avanços da Internet das Coisas (IoT), dispositivos acessíveis e microcontroladores poderosos tornaram-se componentes centrais para transformar uma casa simples e convencional em um ambiente inteligente.

O microcontrolador ESP32 destaca-se nessa evolução por integrar conectividade Wi-Fi e Bluetooth, ter boa capacidade de processamento e custo relativamente baixo, características que o tornam ideal para protótipos e aplicações residenciais. Alguns tutoriais e projetos divulgados em plataformas especializadas demonstram que é possível controlar sua casa pela web utilizando o ESP32, mesmo em construções físicas simples, como uma maquete em MDF (modelo reduzido) — tal abordagem permite demonstrar funcionalidades reais em escala menor.

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo de automação residencial, construído em maquete (estrutura em MDF), com controle e monitoramento remoto dos dispositivos elétricos, empregando ESP32 e sensores/atuadores diversos. O sistema será capaz de acionar lâmpadas, monitorar temperatura e umidade, reagir a sensores de presença e exibir dados em interface web ou aplicativo. A proposta objetiva não apenas demonstrar o funcionamento, mas também argumentar a viabilidade técnica, econômica e de aplicabilidade dessa tecnologia em escala residencial.

Essa pesquisa incentiva a disseminação de soluções tecnológicas práticas no contexto educacional e amador, evidenciando que automação não precisa ser para alguns grupos de maior poder aquisitivo — pode ser aplicada com verba baixa, aprendizado colaborativo e uso de componentes de fácil acesso.

2. Fundamentação Teórica

A automação residencial, também denominada home automation ou smart home, consiste na integração de tecnologias eletrônicas e computacionais aplicadas ao controle e gerenciamento de dispositivos e sistemas domésticos. Essa integração tem como finalidade proporcionar maior conforto, segurança, eficiência energética e

praticidade ao usuário. Segundo Gomes (2023), a automação residencial é uma das vertentes mais expressivas da Internet das Coisas (IoT – Internet of Things), uma vez que permite que dispositivos físicos se comuniquem entre si e com o usuário, utilizando redes sem fio e plataformas digitais.

A chamada casa conectada é o resultado da aplicação prática desses conceitos, integrando sensores, atuadores e controladores em um ambiente inteligente. De acordo com Decor Fácil (2025), as casas conectadas possibilitam o controle remoto de iluminação, climatização, segurança e eletrodomésticos por meio de aplicativos ou assistentes virtuais. Essa conectividade não apenas traz comodidade, mas também promove uma gestão mais racional do consumo de energia, uma vez que os dispositivos podem operar de forma automatizada conforme as preferências e hábitos do morador.

O ESP32, microcontrolador desenvolvido pela Espressif Systems, destaca-se como uma das principais plataformas utilizadas em projetos de automação residencial. De baixo custo e alta performance, o ESP32 combina conectividade Wi-Fi e Bluetooth, múltiplos pinos de entrada e saída, além de um processador dual-core de 32 bits, com frequência de até 240 MHz. Conforme a Usina Info (2024), esses recursos tornam o dispositivo ideal para o controle de sistemas domésticos inteligentes, permitindo a integração entre sensores, relés, módulos de comunicação e plataformas em nuvem.

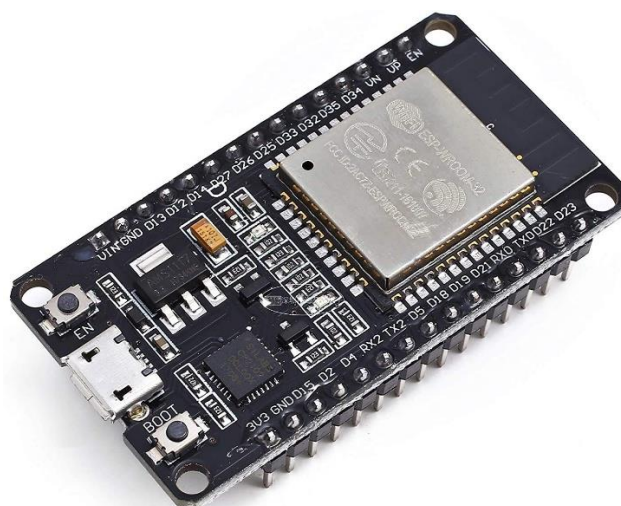


Figura 1:Figura 2: ESP32 (38 pinos utilizado na automação residencial)

Do ponto de vista técnico, o ESP32 pode executar múltiplas tarefas simultaneamente, como monitorar a temperatura ambiente, detectar presença, controlar iluminação e enviar dados para aplicativos de gerenciamento. Gomes (2023) ressalta que a eficiência energética do microcontrolador é um de seus diferenciais, pois ele possui modos de baixo consumo que o tornam apropriado para sistemas alimentados por bateria ou energia solar — aspecto essencial em projetos sustentáveis de automação residencial.

As aplicações práticas da automação residencial vão desde o simples controle de lâmpadas até sistemas complexos de monitoramento ambiental e segurança. A Infolink Telecom (2025) destaca que as casas conectadas trazem benefícios significativos, como o aumento da segurança por meio de câmeras integradas e sensores de presença, além de maior conforto, pois as rotinas diárias podem ser programadas e automatizadas. A possibilidade de integração com assistentes virtuais, como Alexa e Google Home, amplia o potencial de interação, permitindo o controle por voz e a criação de cenários personalizados conforme o horário, temperatura ou ocupação dos ambientes.



Figura 2: Sensor de movimento e acionamento (sensor PIR)

A arquitetura de um sistema de automação residencial baseado no ESP32 geralmente é composta por três camadas principais: sensoriamento, processamento e acionamento. Na camada de sensoriamento, são utilizados sensores de luminosidade, temperatura, umidade, presença ou abertura de portas, responsáveis por captar dados do ambiente. No processamento, o ESP32 interpreta as informações recebidas e toma decisões com base na lógica programada. Por fim, na camada de acionamento, os atuadores executam as ações correspondentes, como acender uma lâmpada, abrir um portão ou ajustar o termostato. Essa estrutura modular permite escalabilidade, manutenção simplificada e integração com protocolos de comunicação amplamente utilizados na IoT, como MQTT e HTTP (GOMES, 2023).

Contudo, é importante observar que, apesar dos inúmeros benefícios, a automação residencial também apresenta desafios. Segundo Barraza Carlos (2025), entre as desvantagens das casas inteligentes estão a dependência de conexão com a internet, os custos de implementação inicial e as preocupações com segurança cibernética. Esses fatores demandam do projetista e do usuário uma atenção especial à

configuração de redes seguras e à atualização contínua dos dispositivos, garantindo a proteção dos dados e a estabilidade do sistema.

Dessa forma, observa-se que o uso do ESP32 em sistemas de automação residencial não apenas democratiza o acesso à tecnologia de casas inteligentes, mas também estimula o aprendizado e a inovação no campo da engenharia elétrica e eletrônica. A possibilidade de desenvolver projetos de baixo custo, com alta eficiência e conectividade robusta, consolida o ESP32 como um dos microcontroladores mais versáteis e relevantes no cenário da automação moderna.

3. Objetivo Geral

Desenvolver um protótipo funcional de automação residencial em maquete utilizando o microcontrolador ESP32, com controle, comandos e monitoramento remoto via web, evidenciando sua aplicabilidade e eficiência.

4. Objetivos Específicos

Demonstrar a viabilidade econômica e acessibilidade do sistema, comparando custos de componentes e montagem com soluções comerciais.

Implementar comunicação IoT estável, utilizando o ESP32 para interconexão com rede local e interface de controle remota (web ou app).

Integrar sensores e atuadores essenciais, como sensor de temperatura/umidade (DHT11), módulo relé, sensores de presença e módulos de controle de iluminação.

Aplicar conceitos de luminotécnica, definindo parâmetros de iluminação (intensidade, tempo de acionamento) para otimizar conforto e eficiência energética.

Avaliar o desempenho por meio de testes práticos (latência, consumo, confiabilidade) e documentar os resultados.

Apresentar a versatilidade e flexibilidade da automação com ESP32, sugerindo caminhos para expansão (novos sensores, integração com assistentes virtuais, escalabilidade).

5. Justificativa

A automação residencial traz um leque de benefícios que vão além do luxo: melhora a eficiência energética, reforça a segurança e otimiza rotinas domésticas. A crescente disseminação da IoT e a queda nos preços de módulos eletrônicos permitem que projetos antes restritos a empresas de alta tecnologia possam ser reproduzidos por estudantes e entusiastas.

O uso de um protótipo em maquete (MDF) permite simular as condições reais de uma residência em escala reduzida, facilitando a experimentação sem custos altos ou riscos elétricos elevados. O ESP32 é uma escolha estratégica, visto que combina conectividade robusta (Wi-Fi/Bluetooth) com um bom desempenho de processamento, permitindo enviar dados, receber comandos e executar rotinas de automação sem necessidade de hardware adicional caro.

Além disso, apresentar um trabalho técnico nesse formato fortalece a formação do aluno de Etec Guaracy Silveira nas disciplinas de eletrônica, instalações elétricas(luminotécnica) e incentiva buscar conhecimentos em desenvolver programação. O projeto também justifica-se por sua aplicabilidade social: sistemas inteligentes residenciais tendem a se tornar padrão, e a democratização dessas tecnologias pode ampliar o acesso à automação para residências de diferentes perfis, não apenas para ambientes de alto padrão.

6. Metodologia / Desenvolvimento Técnico

Este capítulo detalhará a concepção do protótipo, a arquitetura do sistema, a escolha de componentes, o design esquemático, a estratégia de comunicação e os métodos de teste.

6.1 Arquitetura do Sistema

O sistema adotará uma arquitetura centralizada, na qual o ESP32 funcionará como controlador principal (hub). Ele será responsável por:

estabelecer a conexão Wi-Fi à rede local;

gerenciar a interface de controle (web server ou cliente MQTT);

ler sensores (ex: DHT11, sensores PIR de presença)

acionar módulos relé conectados a cargas elétricas (lâmpadas, LEDs);

processar lógica de automação (regras de acionamento).

A comunicação entre o ESP32 e o usuário se dará por meio de interface web (via HTTP) ou por protocolo MQTT, possibilitando controle remoto e monitoramento em tempo real.

6.2 Estrutura da Maquete e Infraestrutura Elétrica



Figura 3: Imagem da maquete em MDF

A maquete construída em MDF, simulando cômodos típicos (sala, quarto, cozinha). As fiações internas serão feitas com fios finos adequados e identificados, com isolamento e organização/gerenciamento por canaletas, para simular instalações residenciais reais. Toda a parte elétrica seguirá os padrões da NBR 5410 (instalações elétricas de baixa tensão), no que couber em escala reduzida, garantindo desequipamentos, proteção e segurança.

Cada ponto de luz (representado por LED) será ligado via módulo relé controlado pelo ESP32. As tensões operadas (5 V ou 12 V, conforme o módulo e carga) devem ser adequadas para evitar sobrecarga. Resistores de limitação de corrente e proteção contra curto devem ser previstos.

6.3 Seleção de Componentes e Justificativa Técnica

ESP32: escolhido pela conectividade integrada (Wi-Fi/Bluetooth), múltiplos pinos I/O e suporte a bibliotecas de automação.

Módulo Relé (2 ou 4 canais, 5 V): permite controlar cargas externas de modo isolado, protegendo o ESP32.

Sensor DHT11: leitura de temperatura e umidade ambiente — parâmetros importantes para controle climático e acionamentos automáticos.

Sensores PIR de presença: podem disparar comandos automáticos (ex: acender luz ao detectar movimento).

LEDs / lâmpadas de baixa tensão: para simular a iluminação dos ambientes.



Figura 4: Imagem led (imagem led em ambiente quarto)

Fontes de alimentação (5 V / 12 V): dimensionadas para suportar todos os módulos simultaneamente.

Protoboard, jumpers, fios e conectores: para montagem temporária e testes.

Estrutura em MDF: serve de base física para a maquete.

Cada componente deverá ser testado em separado antes da integração total, garantindo que não haja incompatibilidade de tensão ou falha elétrica.

6.4 Programação do ESP32 e Conectividade IoT

A codificação será feita na Arduino IDE usando C++ com bibliotecas como WiFi.h, ESPAsyncWebServer.h ou PubSubClient.h para MQTT. O código será modularizado:

Configuração inicial — definição de pinos, inicialização do Wi-Fi, setup do servidor web/MQTT.

Loop principal — leitura dos sensores, verificação de condições e execução de comandos.

Funções auxiliares — para acionar relés, gerar páginas web dinâmicas, publicar/receber mensagens MQTT e lidar com erros de conexão.

O sistema Web/MQTT permitirá que um smartphone ou computador acesse uma página de controle ou cliente MQTT, enviando comandos (ligar/desligar luz) e visualizando leituras de sensores em tempo real.

6.5 Luminotécnica e Controle de Iluminação

A luminotécnica considera níveis mínimos de iluminação para conforto visual. No protótipo, o sistema permitirá:

Controle de intensidade (dimmering, se possível com módulo PWM);

Acionamento automático baseado em sensores de luminosidade (caso se adicione sensor LDR) ou horas programadas;

Cenários de iluminação (ex: modo “economia”, modo “conforto”).

Essa abordagem demonstra como a automação pode otimizar o uso energético, reduzindo ligações desnecessárias das luzes.

6.6 Estratégia de Testes

Para validar o protótipo, serão realizados os seguintes testes:

Confirmação de comunicação Wi-Fi: verificar se o ESP32 conecta-se ao roteador e mantém conexão estável.

Latência e confiabilidade: medir o tempo entre comando no controle remoto e reação física do relé.

Teste de sensores individuais: leitura correta de temperatura, umidade e presença.

Testes de integração: executar cenários completos (ex: ao detectar movimento à noite, acender luz automaticamente).

Análise de consumo: medir corrente e tensão em diferentes estados do sistema (máxima carga, ocioso).

Robustez operacional: deixar o sistema funcionando por período prolongado para verificar falhas ou reinicializações inesperadas.

Os resultados serão tabulados e interpretados para demonstrar a viabilidade do sistema.

7 - Conclusão

A automação residencial representa um avanço significativo na integração entre tecnologia e conforto, oferecendo soluções que otimizam o uso de recursos, aumentam a segurança e melhoram a qualidade de vida dos usuários. Por meio de sistemas inteligentes, como os baseados em microcontroladores — a exemplo do ESP32 —, é possível controlar e monitorar dispositivos elétricos e eletrônicos de forma remota, garantindo praticidade e eficiência energética.

Além dos benefícios funcionais, a automação contribui para a sustentabilidade, reduzindo o desperdício de energia e permitindo um gerenciamento mais consciente do consumo. Contudo, ainda existem desafios a serem superados, como o custo de implementação, a necessidade de infraestrutura adequada e as questões relacionadas à segurança digital dos sistemas conectados.

Em síntese, a automação residencial está se consolidando como um pilar das chamadas casas inteligentes, promovendo não apenas conveniência, mas também uma nova forma de interação entre o ser humano e o ambiente doméstico. O avanço contínuo das tecnologias de conectividade e dos dispositivos IoT (Internet das Coisas) tende a tornar essas soluções cada vez mais acessíveis, eficientes e indispensáveis no cotidiano moderno.

Considerações Finais

O desenvolvimento deste trabalho permitiu compreender de forma prática e teórica os benefícios e desafios da automação residencial, destacando sua importância no contexto atual da tecnologia e da eficiência energética. Através do estudo e aplicação de sistemas baseados no ESP32, foi possível demonstrar como a automação pode tornar os ambientes mais confortáveis, seguros e funcionais.

Durante o processo, observou-se que o uso de sensores, atuadores e plataformas de controle remoto possibilita o gerenciamento eficiente de equipamentos domésticos, otimizando o consumo de energia e proporcionando maior comodidade aos usuários. Além disso, o aprendizado sobre a integração entre hardware e software contribuiu significativamente para o desenvolvimento das competências técnicas adquiridas no curso.

Também ficou evidente que, embora os custos de implementação ainda possam representar um obstáculo, a tendência é de que, com o avanço da tecnologia e a popularização dos dispositivos conectados, os sistemas de automação se tornem cada vez mais acessíveis e difundidos.

Por fim, conclui-se que a automação residencial não é apenas uma inovação tecnológica, mas uma realidade que está transformando o modo de viver e interagir com o ambiente doméstico. Este projeto reforça a importância da formação técnica voltada à inovação e à aplicação prática dos conhecimentos em eletrônica, programação e Internet das Coisas (IoT), preparando profissionais para os desafios e oportunidades do futuro.

Referência Bibliográfica

CAROLINO, Suênia Fernandes. Histórico da automação residencial no Brasil – exemplos de aplicações. Cajazeiras: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Automação Industrial).

USINAINFO. Automação residencial com ESP32: controle sua casa pela web. Blog UsinaInfo, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/automacao-residencial-com-esp32-controle-sua-casa-pela-web/>. Acesso em: 4 out. 2025.

GOMES, Fernando L. G. Automação residencial utilizando ESP32: estudo e implementação de sistemas inteligentes. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Faculdade de Engenharia, 2023.

BARRAZA CARLOS. Vantagens e desvantagens da Internet das Coisas. Disponível em: <https://barrazacarlos.com/pt-br/vantagens-e-desvantagens-das-casas-inteligentes/>. Acesso em: 01 out. 2025

INFOLINK TELECOM. O que são casas conectadas? Quais os benefícios? Disponível em: <https://www.infolinktelecom.com/blog/o-que-sao-casas-conectadas-quais-os-beneficios/>. Acesso em: 01 out. 2025.

DECOR FÁCIL. Casa conectada: o que é, benefícios e as principais vantagens de ter uma. Disponível em: <https://www.decorfacil.com/casa-conectada/>. Acesso em: 05 out. 2025.3