



SISTEMA DE DETECÇÃO DE CHUVA COM ARDUINO E ENERGIA EÓLICA RESIDENCIAL

Gabriel de Oliveira Moura da Silva– Coautor, ENIAC, estudante

Gustavo Moreira Santos– Coautor, ENIAC, estudante

Letícia Eugenio Mandu dos Santos – Coautor, ENIAC, estudante

Nikolas Gomes Silva – Coautor, ENIAC, estudante

Vitor Luan Felix Souza – Coautor, ENIAC, estudante

Lucas Carlos de Sousa

ENIAC

Guarulhos – SP

2025

1. Introdução

A automação sustentável emerge como tendência essencial para conciliar eficiência, praticidade e responsabilidade ambiental.

O uso de microcontroladores como o Arduino, aliado a sensores acessíveis, vem permitindo o desenvolvimento de soluções de monitoramento que respondem de forma autônoma a condições ambientais, ampliando o campo da automação residencial (SREEDHAR; BHARATHY; YOGESH, 2021). Nesse contexto, tecnologias de microgeração, como a energia eólica de pequeno porte, fortalecem práticas de sustentabilidade ao fornecerem fontes limpas e renováveis de energia (LI; WANG; YUAN, 2010).

Em países de clima instável como o Brasil, a precipitação média anual supera 1.700 mm, com chuvas intensas que geram danos materiais em ambientes domésticos, especialmente em varais, móveis e equipamentos expostos (ANA, 2023). Estudos apontam que, em regiões urbanas industrializadas, a ação da chuva ácida acelera processos de corrosão e compromete a durabilidade de objetos, implicando perdas econômicas e riscos à saúde (SOUSA, 2025).

A proposta aqui relatada envolve o desenvolvimento de um sistema automatizado de detecção de chuva, controlado por Arduino e alimentado por microturbina eólica, voltado à proteção de pertences domésticos. Trata-se de um trabalho em desenvolvimento, cuja experiência está sendo construída de forma experimental e formativa, com base em fundamentação teórica e aplicação prática em protótipo.

2. Descrição detalhada da experiência

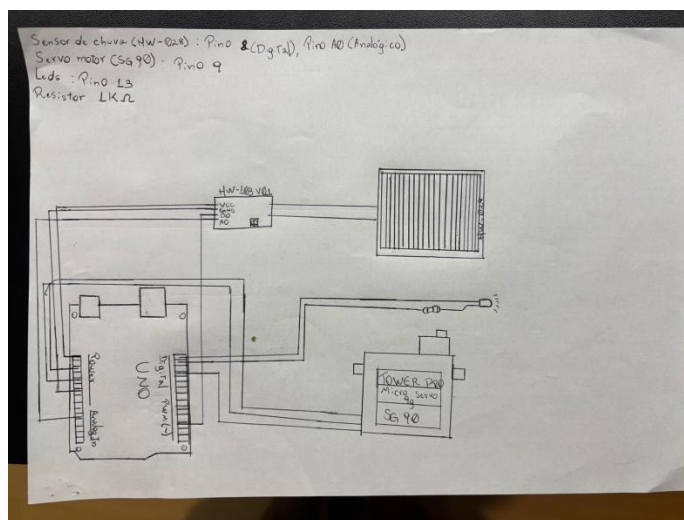
Segundo CERQUEIRA E SILVA (2017), houve um aumento no preço do petróleo em 400% entre 1973 e 1974, isto, em conjunto com as emergentes preocupações que entornava o processo referente ao uso de combustíveis fósseis como fonte da energia produzida, levantada na conferência de Estocolmo de 1972, realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), acarretaram na expansão das discussões sobre o tema, dessa forma, diversos países passaram a buscar fontes alternativas de energia elétrica, com o intuito de diminuir ou acabar com a dependência deste combustível, uma vez que, petróleo não é um recurso renovável.

Um dos tipos de energia renovável é a eólica, cuja energia é gerada a partir de aerogeradores, que são dispositivos para converter energia cinética vinda dos ventos em energia elétrica, sendo uma fonte de energia limpa, renovável e sustentável, não emitindo poluentes durante a sua operação.

O desenvolvimento do projeto teve início com uma pesquisa bibliográfica para levantar e fundamentar e compreender as decisões técnicas adotadas, nos principais

temas como automação residencial, sensores, microcontroladores, microgeração eólica e sustentabilidade. Este levantamento permitiu identificar a viabilidade de integrar sensores de chuva a um sistema autônomo, controlado por Arduino, alimentado por energia eólica de pequeno porte.

O circuito foi inicialmente projetado no papel, possibilitando a verificação dos materiais antes da montagem física. Nesta etapa, foi possível observar o funcionamento lógico: quando o sensor YL-83 detecta água, o Arduino processa o sinal e aciona o servomotor, que por sua vez faz o movimento de fechamento do varal.



Após a validação no papel, a montagem física foi realizada em protoboard, utilizando a microturbina para fornecer energia ao sistema. A escolha do Arduino UNO foi motivada por sua robustez, baixo custo e ampla aplicabilidade acadêmica, o sensor YL-83 pela precisão e compatibilidade com microcontrolador, a microturbina para atender o requisito de sustentabilidade alimentando circuitos de baixa potência, visto que, a queima de combustíveis fósseis está diretamente ligada ao aumento dos níveis de CO₂ na atmosfera e do aquecimento global, que vem crescendo de forma desenfreada. Isso traz inúmeros prejuízos ao meio ambiente e, conseqüentemente, à vida humana (FLORA ENERGIA, 2024). Além disso, utilizou-se também uma bateria auxiliar, para assegurar o funcionamento contínuo em condições de ausência de vento, reforçando a confiabilidade do sistema.

Considerando a proposta de montagem do sistema, elaborou-se um código inicial com o objetivo de validar a lógica de funcionamento, permitindo verificar a interação entre o sensor de chuva, o LED indicador e o servo motor. O código desenvolvido encontra-se apresentado a seguir:

```
"#include <Servo.h>

const int sensorChuva = A0;

const int led = 13;
```

```

const int servoPin = 9;

Servo meuServo;

const int limiar = 500;

void setup() {
    pinMode(led, OUTPUT);

    meuServo.attach(servoPin);

    meuServo.write(90);

    Serial.begin(9600);
}

void loop() {
    int valorSensor = analogRead(sensorChuva);

    Serial.println(valorSensor);

    if (valorSensor < limiar) {
        digitalWrite(led, HIGH);

        meuServo.write(0);
    } else {
        digitalWrite(led, LOW);

        meuServo.write(90);
    }

    delay(200);
}

```

3. Relação com a teoria

A análise do protótipo desenvolvido permite observar a convergência entre os conceitos estudados na literatura e os resultados alcançados em laboratório. A seguir, cada aspecto do sistema é discutido à luz de referenciais teóricos.

3.1. Energia Eólica e Sustentabilidade

O uso da microturbina eólica para alimentar o sistema está em consonância com a literatura que destaca a energia dos ventos como fonte limpa e renovável, sem emissão de poluentes durante a operação (CERQUEIRA; SILVA, 2017). Nos testes realizados, verificou-se a capacidade da turbina em manter o circuito em funcionamento sob condições controladas, embora a bateria auxiliar tenha se mostrado necessária para garantir continuidade em situações de baixa incidência de vento. Esse resultado reforça a análise de Li, Wang e Yuan (2010), que destacam a importância de sistemas híbridos e de armazenamento energético para viabilizar a microgeração em ambientes urbanos. Assim, a prática confirmou os desafios apontados pela teoria, principalmente no que se refere à intermitência dos ventos e à necessidade de estratégias complementares.

3.2. Automação Residencial e Sensores Inteligentes

A aplicação do sensor de chuva YL-83, aliado ao Arduino UNO, evidenciou a viabilidade de integrar sensores ambientais a sistemas de automação residencial, como apontam Sreedhar, Bharathy e Yogesh (2021). Na experiência prática, o protótipo respondeu de forma eficiente aos estímulos de umidade, acionando de maneira automática o servo motor e o LED indicador. Esse comportamento está em alinhamento com o conceito de Internet das Coisas (IoT), discutido por Dias et al. (2023), que destaca a interconexão de dispositivos como meio de promover respostas rápidas a estímulos ambientais. O projeto confirma, portanto, que soluções acessíveis e de baixo custo podem ser aplicadas ao contexto doméstico, democratizando a automação inteligente.

3.3. Modelagem do Protótipo e Aplicação Prática

O processo de modelagem e montagem do circuito mostrou-se coerente com a literatura sobre microcontroladores e automação de baixo custo. A escolha do Arduino UNO foi fundamentada em sua robustez e aplicabilidade acadêmica, conforme já destacado em estudos de base. O funcionamento prático do sistema, incluindo a necessidade de calibração do limiar de sensibilidade do sensor, ilustra o que a teoria aponta sobre a importância de ajustes finos para adequação às condições reais (FLORA ENERGIA, 2024). Desse modo, o projeto traduziu em prática os princípios teóricos, evidenciando que o sucesso de sistemas embarcados depende não apenas da concepção lógica, mas também da adaptação a variáveis externas e ambientais.

4. Conclusões

A fase inicial de testes do sistema permitiu validar tanto a detecção de chuva quanto a integração entre o sensor, o Arduino e os atuadores. O protótipo apresentou resposta satisfatória às simulações de precipitação, acionando o servo motor e o LED indicador de forma automática e consistente, conforme a lógica implementada no código. Durante as simulações em protoboard, observou-se que o sensor YL-83

respondeu de maneira rápida à presença de umidade, gerando variação de tensão imediatamente interpretada pelo microcontrolador.

A alimentação por microturbina eólica demonstrou-se viável em cenários controlados, sendo capaz de fornecer energia suficiente para o funcionamento básico do sistema. Contudo, verificou-se a necessidade da bateria auxiliar para garantir continuidade de operação em situações de ausência de vento, o que reforça a importância de um sistema híbrido para assegurar confiabilidade energética.

Nos testes realizados em ambiente doméstico simulado, o servo motor SG-90 respondeu de forma adequada ao comando de fechamento do varal, sem atrasos perceptíveis. O LED, por sua vez, funcionou como sinal visual de alerta, validando a proposta de interface simples e de fácil interpretação pelo usuário. Ainda assim, foi identificado que a sensibilidade do sensor pode variar em função da intensidade da chuva e da calibração do limiar no código, indicando a necessidade de ajustes finos em etapas futuras.

De maneira geral, os resultados preliminares confirmam a viabilidade do sistema como alternativa sustentável para automação residencial. O uso combinado de energia renovável e sensores inteligentes mostrou potencial para reduzir impactos ambientais e oferecer maior praticidade ao usuário. Para a continuidade da pesquisa, será necessário aprofundar os testes em condições reais, avaliar a durabilidade dos componentes expostos ao ambiente externo e estimar o custo-benefício da aplicação em larga escala.

Referências Bibliográficas

Quantidade de água. Brasília: ANA, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua/chuvas>. Acesso em: 17 set. 2025.

CERQUEIRA, Jhennifer; SILVA, Fernanda Souza. *Impactos da crise do petróleo na economia brasileira*. Cachoeiro de Itapemirim: Multivix, 2018. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/08/impactos-da-crise-do-petroleo-na-economia-brasileira.pdf>. Acesso em: 16 set. 2025.

DIAS, Luiz Gustavo Numata; RIBEIRO, Michel Laurêncio; GUIMARÃES, Thiago de Brito; BAPTISTA, Thiago Gonçalves; GONZAGA, Wellington Henrique da Silva. *Soluções para automação residencial*. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Eletrotécnica) – Escola Técnica Estadual Professor Armando José Farinazzo – Centro Paula Souza, Fernandópolis, 2023. Acesso em 10 set. 2025.

FLORA ENERGIA. Por que é importante priorizar energia limpa e renovável? São Paulo: Flora Energia, 24 abr. 2024. Disponível em:

<https://www.floraenergia.com.br/porque-e-importante-priorizar-energia-limpa-e-renovavel/>. Acesso em: 16 set. 2025.

LI, D.; WANG, S.; YUAN, P. A review of micro wind turbines in the built environment. *Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)*, maio 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/APPEEC.2010.5448223>. Acesso em: 24 ago. 2025.

SOUSA, Rafaela. *Chuva ácida*. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/chuvaacida.htm>. Acesso em: 10 set. 2025

SREEDHAR, T. M.; BHARATHY, G. T.; YOGESH, S. Rain detection system using Arduino and rain sensor. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*, v. 9, n. 8, p. 64–68, dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.32628/IJSRSET219820>. Acesso em: 24 ago. 2025.

Concordância com o regulamento

Declaro que concordo em ter meus dados coletados e armazenados de acordo com a declaração de privacidade e afirmo ter conhecimento e leitura do regulamento vigente.