

"Planeta Água: a cultura oceânica para enfrentar as mudanças climáticas no meu território"



XII Semana de Ciência e Tecnologia  
**SECT ICE**  
20 a 23 de Outubro de 2025

Realização:



## Desenvolvimento de um Spin Coater para deposição de filmes finos

Emanuel F. A. Ramos<sup>1</sup>; Leandro V. Gibson<sup>1</sup>, Dr. Henrique D. F. Filho<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas, Laboratório de Desenvolvimento e Aplicações de Nanomateriais da Amazônia, Av. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6200, Coroado I, 69080-900, Manaus AM, Brasil.

**Palavras-Chave:** spin coating; filmes fino; baixo custo; sustentabilidade; instrumentação científica.

### Introdução

O desenvolvimento científico e tecnológico tem proporcionado avanços significativos em diversas áreas, como saúde, energia e comunicação, mas também traz consigo o desafio da manutenção de infraestrutura laboratorial e dos elevados custos associados a equipamentos especializados. Nesse contexto, a busca por soluções de baixo custo e sustentável para experimentação científica é fundamental, sobretudo em países em desenvolvimento e em instituições com recursos financeiros limitados. Um exemplo de equipamento largamente empregado em pesquisa de materiais é o spin coater, utilizado na deposição de filmes finos sobre substratos planos. A força centrífuga promove a distribuição e a ejeção do excesso da solução, resultando em um filme homogêneo e de espessura controlável (Mistry et al., 2019; Atkin, 2018). Essa técnica destaca-se pela simplicidade, baixo custo de operação e pela reprodutibilidade, sendo amplamente utilizada em pesquisas envolvendo fotorresistes para litografia, células solares, dispositivos emissores de luz orgânicos (OLEDs), sensores químicos e biomédicos, e dispositivos semicondutores (Patil et al., 2018; Alemán et al., 2004). Nesse contexto, a presente pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento e a testagem de um spin coater artesanal, empregando componentes de baixo custo e materiais reutilizáveis, como o motor de HDs sucateado. A proposta alia a viabilidade econômica à sustentabilidade ambiental, ao mesmo tempo em que busca garantir a precisão necessária ao processo de deposição de filmes finos. O uso de plataformas abertas, como o Arduino, complementa o projeto ao fornecer controle de velocidade, cronômetro e tacômetro, assegurando um desempenho adequado às demandas experimentais em pesquisas de graduação e iniciação científica.

### Material e Métodos

Para o desenvolvimento deste equipamento foram utilizados: placa microcontroladora Arduino Uno, tela de cristal líquido verde (LCD16X2 com módulo I2C), potenciômetro de 100 k $\Omega$ , módulo sensor IR TCRT5000, motor DC, driver de motor módulo L298N, fonte de

alimentação (12 V; 0,5 A), joystick padrão utilizado em controles de consoles, placa de circuito universal, uma caixa de latão para projetos eletrônicos

(20 X 20 X 10 cm), pote plástico de 14 com de diâmetro com tampa, espumas, fita isolante e fita dupla-face. O código de programação foi feito com o objetivo de fazer o Arduino controlar as funções de tacômetro e cronômetro do spin coater ao mesmo tempo. Utilizando linguagem C++ com o software de programação Arduino IDE, a velocidade de rotação pode ser ajustada de forma manual com o potenciômetro e o display mostra as informações temporais (cronômetro) de funcionamento do equipamento. O circuito eletrônico foi inicialmente feito em um protoboard, onde as ligações entre os componentes foram adaptadas para o funcionamento do circuito como um todo, contendo as funções de tacômetro e cronômetro. O circuito foi passado para uma placa de circuito universal (PCU), sendo esta placa fixada na região interna da caixa de latão, a base do motor foi fixada na superfície e os botões manuais (joystick e potenciômetro) com o display na parte frontal. Por último o sensor foi fixado próximo a região reflexiva do disco através de um pequeno corte no suporte do DVD.

### Resultados e Discussão

O método de *spin coating* baseia-se na aplicação de uma solução sobre a superfície de um substrato, que é então submetido a altas rotações como é mostrado na Figura 1. O protótipo desenvolvido apresentou desempenho satisfatório em termos de controle de rotação e tempo de operação, funções essenciais para o funcionamento de um spin coater. A utilização de um motor de corrente contínua (DC) associado ao driver L298N permitiu alcançar rotações de até 4.700 RPM, faixa compatível com a operação de spin coaters comerciais (Patil et al., 2018; Laurell Manual, 2020). A implementação do sensor infravermelho TCRT5000 possibilitou uma leitura precisa do número de rotações, convertidas em tempo real para a escala de RPM por meio do microcontrolador Arduino.

20 a 23 de outubro de 2025

XII Semana de Ciência e Tecnologia do ICE - UFAM

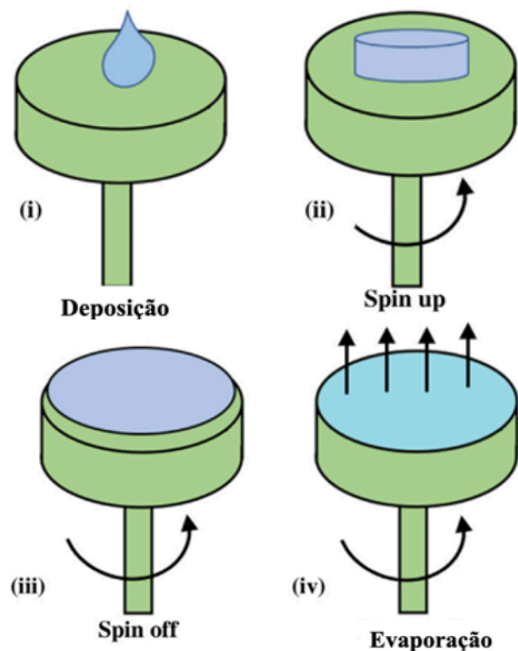


Figura 1. Estágios do processo de spin coating (Fonte: Departamento de Energia e Sustentabilidade, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá - Brasil, 2023)

O design final (Figura 2) integrou as funções de tacômetro e cronômetro em display LCD, tornando o equipamento funcional e didático, adequado não apenas para pesquisas experimentais, mas também como ferramenta de ensino em cursos de física e engenharia. Esse aspecto é relevante, pois permite que estudantes tenham contato direto com técnicas de deposição de filmes sem a necessidade de alto investimento financeiro (Atkin, 2018).



Figura 2. Design final do spin coater, desenvolvido no Laboratório de Desenvolvimento e Aplicações de Nanomateriais da Amazônia (LADENA), seguindo toda a metodologia abordada. (Fonte: Ilustração Própria, 2025)

## Conclusões

O desenvolvimento e a testagem de um spin coater artesanal a partir de materiais reaproveitados e componentes de baixo custo demonstraram que é possível

obter um equipamento funcional, capaz de desempenhar as funções básicas de deposição de filmes finos com controle de rotação e tempo. O protótipo alcançou rotações de até 4.700 RPM, faixa compatível com equipamentos comerciais, garantindo potencial para aplicações em atividades de ensino e pesquisa experimental. A utilização de materiais reutilizados, como motores provenientes de discos rígidos, além da integração de plataformas abertas como o Arduino, mostrou-se eficiente tanto do ponto de vista técnico quanto econômico. O projeto evidencia, assim, uma estratégia viável para democratizar o acesso à técnica de *spin coating* em laboratórios com recursos limitados, além de contribuir para a redução do impacto ambiental associado ao descarte inadequado de resíduos eletrônicos. Apesar dos resultados positivos, algumas l

## Agradecimentos

CNPQ pelo suporte financeiro; Laboratório de Desenvolvimento e Aplicações de Nanomateriais da Amazônia (LADENA) pela disponibilidade de espaço para a realização deste projeto.

## Referências

- [1] PATIL, N. B.; NIMBALKAR, A. R.; PATIL, M. G. Investigations on structural, electrical and optical properties of ZnO thin films grown by sol-gel spin coating. *Materials Science in Semiconductor Processing*, v. 73, p. 53-59, 2018. DOI: 10.1016/j.mseb.2017.10.011.
- [2] ALEMÁN, C. et al. Structural and electronic properties of 3,4-ethylenedioxythiophene, 3,4-ethylenedisulfanylfurane and thiophene oligomers: a theoretical investigation. *Synthetic Metals*, v. 143, n. 2, p. 151-156, 2004. DOI: 10.1016/j.synthmet.2004.01.043.
- [3] ATKIN, K. Spin coating as a teaching tool in physics and materials science education. *Physics Education*, v. 53, n. 6, p. 065001, 2018. DOI: 10.1088/1361-6552/aad680.