

## Ensino Médio Integrado ao Técnico em Automação Industrial

### ENVASADORA FILLING MACHINE

Victor Neris Pugliesi<sup>1</sup>

Renzo Mostasso Moraes<sup>2</sup>

Pedro Henrique Siqueira Rodrigues<sup>3</sup>

**Resumo:** Em muitas pequenas produções, industriais ou até laboratoriais, o envase de líquidos ainda é feito de forma manual, o que demanda tempo, causa desperdícios e dificulta a padronização entre as garrafas. Essa limitação é um desafio comum para estudantes e pequenos empreendedores, que não possuem acesso a equipamentos industriais de alto custo. Pensando nesse contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de envase automatizado de pequeno porte, projetado como alternativa prática, econômica e acessível, buscando demonstrar que é possível aplicar conceitos de automação de forma simples e eficaz. O objetivo principal do projeto é criar um sistema capaz de encher garrafas com volumes mais precisos e repetitivos, reduzindo a intervenção manual e tornando o processo mais confiável. A metodologia utilizada consistiu na integração de componentes mecânicos e eletrônicos de baixo custo, como fuso trapezoidal, guias lisas, mancais lineares e motor de passo, todos controlados por um microcontrolador Arduino.

---

<sup>1</sup> Ensino Fundamental II na escola Emef Adelaide Pedroso Racanello, Ourinhos – SP. Aluno do ensino médio integrado ao Técnico em Automação Industrial na Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos – SP – victor.pugliesi@etec.sp.gov.br

<sup>2</sup> Ensino Fundamental II na escola Emef Adelaide Pedroso Racanello, Ourinhos – SP. Aluno do ensino médio integrado ao Técnico em Automação Industrial na Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos – SP – renzo.moraes@etec.sp.gov.br

<sup>3</sup> Ensino Fundamental II na escola E.E Horácio Soares, Ourinhos – SP. Aluno do ensino médio integrado ao Técnico em Automação Industrial na Etec Jacinto Ferreira de Sá, Ourinhos – SP – pedro.rodrigues210@etec.sp.gov.br

O acionamento da bomba de enchimento, do tipo mini bomba de água 12V, foi associado a rotinas de calibração que permitem relacionar o tempo de bombeamento ao volume desejado. Além disso, o sistema inclui recursos de segurança e praticidade, como botão de emergência, fim de curso para ajuste de volume por potenciômetro. Os resultados obtidos indicaram que o protótipo é viável para aplicações de pequena escala, oferecendo repetibilidade satisfatória e custo significativamente menor em comparação a máquinas industriais. Dessa forma, o projeto se mostra não apenas uma solução prática para pequenos produtores, mas também uma oportunidade de aprendizado em automação, abrindo espaço para futuras melhorias e aplicações em diferentes áreas.

**Palavras-chave:** Microcontrolador; Envase; Arduino.

**Abstract:** In many small-scale productions, whether industrial or even laboratory-based, liquid filling is still performed manually, which demands time, causes waste, and makes it difficult to standardize the volumes across bottles. This limitation is a common challenge for students and small entrepreneurs who do not have access to high-cost industrial equipment. Considering this context, this work presents the development of a small-scale automated filling system, designed as a practical, economical, and accessible alternative, aiming to demonstrate that automation concepts can be applied in a simple and effective way. The main objective of the project is to create a system capable of filling bottles with more precise and repetitive volumes, reducing manual intervention and making the process more reliable. The methodology used consisted of integrating low-cost mechanical and electronic components, such as a trapezoidal screw, linear guides, linear bearings, and a stepper motor, all controlled by an Arduino microcontroller. The actuation of the filling pump, a 12V mini water pump, was associated with calibration routines that allow the pumping time to be related to the desired volume. In addition, the system includes safety and practicality features such as an emergency button, a limit switch, and volume adjustment through a potentiometer. The results obtained indicated that the prototype is viable for small-scale applications, offering satisfactory repeatability and a significantly lower cost compared to industrial machines. Thus, the project proves to be not only a practical solution for small producers but also a valuable learning opportunity in automation, opening space for future improvements and applications in different areas.

**Keywords:** Microcontroller; Packaging; Arduino.

## 1 INTRODUÇÃO

A automação industrial desempenha um papel essencial na busca por processos mais rápidos, precisos e seguros. Em linhas de produção, etapas como transporte, envase, fechamento e armazenamento de frascos. Entretanto, em pequenas produções, sejam elas artesanais, acadêmicas ou laboratoriais, a realidade é diferente: o envase de líquidos ainda costuma ser feito de maneira manual, o que exige tempo, causa desperdícios e compromete a padronização entre os recipientes.

Diante dessa limitação, surge a necessidade de desenvolver soluções acessíveis e eficientes, que possam atender à realidade de estudantes, pequenos empreendedores e microprodutores. Nesse contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de envase automatizado de pequeno porte, projetado como alternativa prática e econômica em relação às máquinas industriais.

O projeto consiste em um protótipo de envasadora capaz de realizar o enchimento de garrafas de forma repetitiva e precisa, reduzindo a intervenção manual no processo. Para isso, foram integrados componentes mecânicos, eletrônicos e de programação de baixo custo, como motor de passo, fuso trapezoidal, guias lineares, bomba de água 12V e um microcontrolador Arduino. Além disso, o sistema incorpora elementos de segurança e facilidade de uso, como botão de emergência, fim de curso e ajuste de volume por potenciômetro.

Assim, a introdução deste trabalho está fundamentada no problema da falta de acesso a soluções de automação em pequena escala e na oportunidade de demonstrar que conceitos industriais podem ser aplicados em projetos acadêmicos, de forma didática e viável.

## **2 FUNCIONALIDADES E DESENVOLVIMENTO DA ENVASE**

### **2.1 Funcionamento**

Durante a montagem do trabalho, foi decidido que o peso do líquido injetado na garrafa é medido ainda enquanto a garrafa for preenchida. Caso contrário, se o peso do líquido injetado na garrafa fosse medido após o preenchimento e a medida estivesse errada, como a esteira trabalha em conjunto, uma segunda

garrafa também estará sendo preenchida com a mesma medida errada. Nesta situação, foi perdido duas garrafas, já na montagem que foi escolhida, corre o risco de perder apenas uma, assim, minimizando os gastos ou percas.

Utilizando um pistão e uma bomba a máquina cria uma pressão que ejeta o liquido para fora. O processo é feito enquanto o liquido é injetado na garrafa.

## 2.2 Utilidades

Tem como suas principais utilidades diminuir a mão de obra humana, produzir maior quantidade em menor tempo e eficiência na produção. A indústria com a automação em questão consegue competir de igual para igual com outras concorrentes.

### 2.2.1 Peças Utilizadas

Tabela 1 - Componentes

<b>Arduino UNO</b>	Dispositivo de programação usado para automatizar as tarefas (envase).
<b>Mini Bomba De Água 12v Rs - 385</b>	Dispositivo usado para transportar a água.
<b>Fuso Trapezoidal</b>	Usado para o posicionamento e movimentação linear.
<b>Rolamento Linear</b>	São buchas que que rolam em eixos.
<b>Acoplamento Flexível de Alumínio 6,35 X 8mm</b>	Funciona como adaptador e absorve impactos.
<b>Guia Linear 8mm X 500mm Retificado</b>	Faz a movimentação que utiliza esferas como elemento de rolagem.
<b>Motor de Passo Nema 17 4,2kgf</b>	Transforma energia elétrica em energia Cinética.
<b>Driver A4988</b>	Utilizado para controlar o motor de passo.

### 2.2.2 Arduino UNO

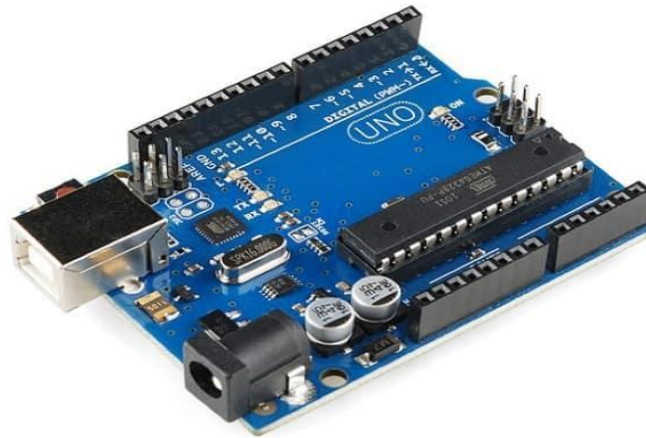


Figura 1 – Arduino UNO

Fonte: [https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino\\_Uno](https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino_Uno)

O Arduino UNO é uma prototipagem eletrônica, que tem como funcionamento o Hardware e o Software. Se conecta com outros eletrônicos a partir de uma linguagem C++.

### 2.2.3 Driver A4988



Figura 2 – Arduino UNO

Fonte: <https://www.autocorerobotica.com.br/driver-motor-de-passo-a4988?srsItid=AfmBOorsOdH-sO2e7W8QoWBZ6sboxH0hs2h1szOWATAh2lQRZvBEy6S>

O Driver A4988, serve para controlar motores de passo, ajusta a corrente para uma corrente constante.

#### 2.2.4 Mini Bomba De Água 12V Rs - 385



Figura 3 – Mini Bomba De Água 12v Rs - 385

Fonte: [https://www.baudaeletronica.com.br/produto/mini-bomba-de-agua-12v-rs-385.html?srsItid=AfmBOoqGUhT-AXGRaYd3ie\\_3b9SPeU0i3E55alg7r\\_s-YH3fSU5jgfn3](https://www.baudaeletronica.com.br/produto/mini-bomba-de-agua-12v-rs-385.html?srsItid=AfmBOoqGUhT-AXGRaYd3ie_3b9SPeU0i3E55alg7r_s-YH3fSU5jgfn3)

A Bomba é um dispositivo que transporta água de um local para o outro, utilizando a energia cinética.

#### 2.2.5 Fuso Trapezoidal



Figura 4 – Fuso Trapezoidal

Fonte: <https://www.saravati.com.br/fuso-trapezoidal-de-avanco-tr8-8-x-280mm-com-castanha.html>

O Fuso Trapezoidal é uma barra cilíndrica que contém roscas e passos contínuos de 30°

### 2.2.6 Guia Linear 8mm x 500mm Retificado



Figura 5 – Guia Linear

Fonte: <https://www.smartkits.com.br/guia-linear-8mm-h7-x-300mm?srsItd=AfmBOory-5TpEDU0pQn2ZZoaNWey2JDXIH-84JWC0Fwf5efzcVofwnAB>

A guia serve para suportar o movimento linear na direção escolhida, com suavidade e precisão na movimentação.

### 2.2.7 Motor de Passo Nema 17

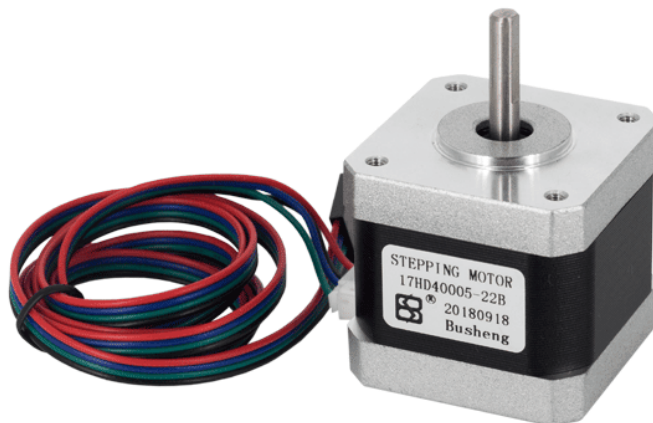
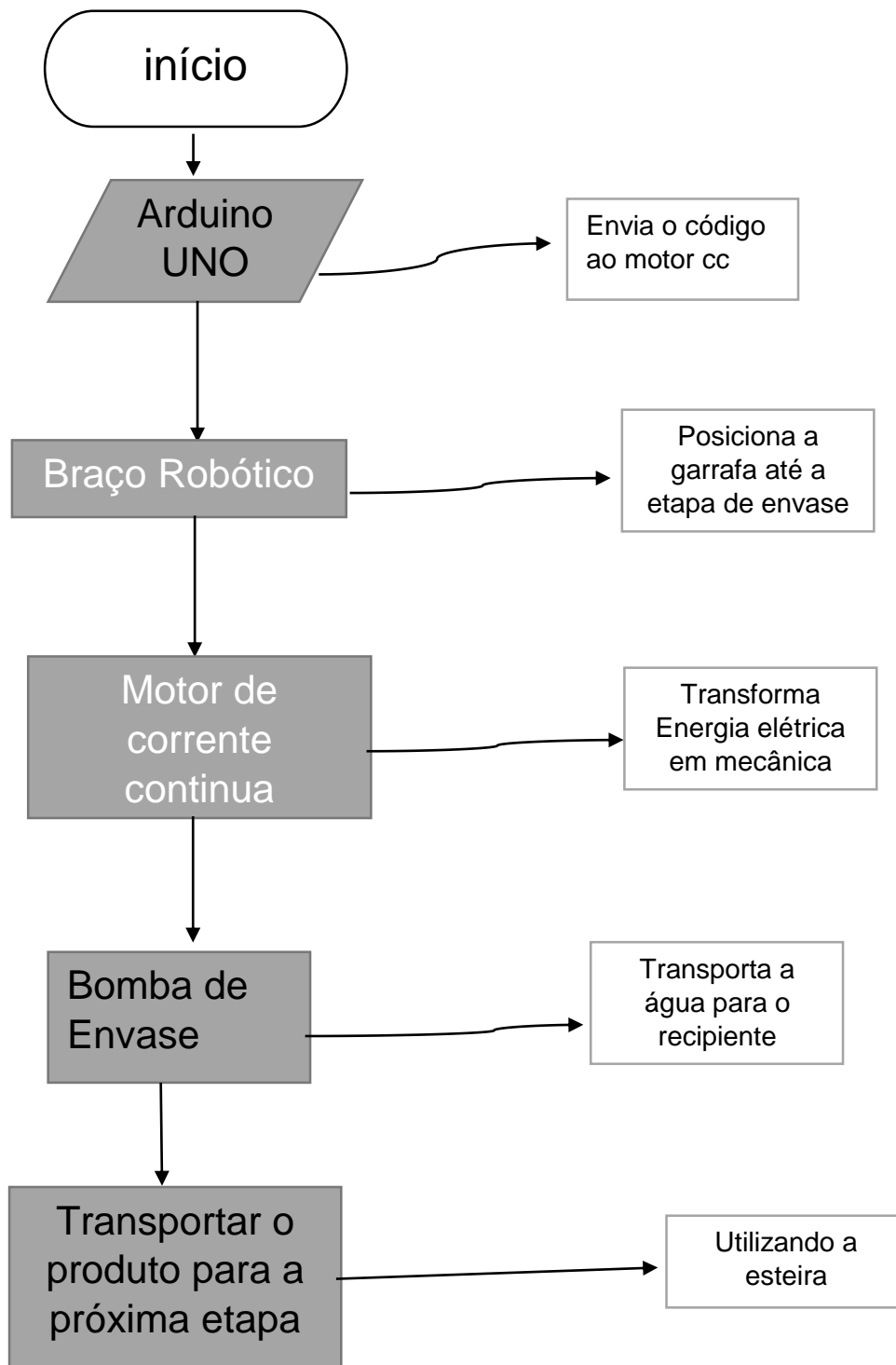


Figura 6 – Motor de Passo Nema 17

Fonte: [https://www.makerhero.com/produto/motor-de-passo-nema-17-15a-40mm-para-cnc/?srsltid=AfmBOoqCn2mTnvl\\_8i\\_CaHVBd3qksjIW\\_CpdiXGQSJHp9eg-Bej4bsgv](https://www.makerhero.com/produto/motor-de-passo-nema-17-15a-40mm-para-cnc/?srsltid=AfmBOoqCn2mTnvl_8i_CaHVBd3qksjIW_CpdiXGQSJHp9eg-Bej4bsgv)

O motor de passo Nema 17 vai transformar energia elétrica em energia mecânica.

### 2.3 Programação



Código construído com ajuda do professor Augusto:

```
// --- Configuração dos pinos ---  
#define STEP_PIN 3  
#define DIR_PIN 4  
#define ENABLE_PIN 5  
  
// --- Variáveis de controle ---  
bool motorLigado = false; // Estado do motor (ligado/desligado)  
int direcao = HIGH; // Direção inicial (HIGH ou LOW)  
  
// --- Função para ligar o motor ---  
void ligarMotor() {  
    motorLigado = true;  
    digitalWrite(ENABLE_PIN, LOW); // Ativa o driver (ativo em nível baixo no  
A4988)  
}  
  
// --- Função para desligar o motor ---  
void desligarMotor() {  
    motorLigado = false;  
    digitalWrite(ENABLE_PIN, HIGH); // Desativa o driver  
}  
  
// --- Função para definir o sentido de rotação ---  
void definirDirecao(bool sentidoHorario) {  
    if (sentidoHorario) {  
        direcao = HIGH;
```

```
} else {  
    direcao = LOW;  
}  
digitalWrite(DIR_PIN, direcao);  
}  
  
// --- Função para mover o motor uma quantidade de passos ---  
void moverPassos(long passos, int velocidadeMicros) {  
    if (!motorLigado) return; // Não faz nada se o motor estiver desligado  
  
    for (long i = 0; i < passos; i++) {  
        digitalWrite(STEP_PIN, HIGH);  
        delayMicroseconds(velocidadeMicros);  
        digitalWrite(STEP_PIN, LOW);  
        delayMicroseconds(velocidadeMicros);  
    }  
}  
  
// --- Setup ---  
void setup() {  
    pinMode(STEP_PIN, OUTPUT);  
    pinMode(DIR_PIN, OUTPUT);  
    pinMode(ENABLE_PIN, OUTPUT);  
  
    desligarMotor(); // Começa desligado  
}  
  
// --- Loop (exemplo de uso) ---  
void loop() {
```

```
ligarMotor();          // Liga o motor
definirDirecao(true);  // Define sentido horário
moverPassos(400, 3200); // Move 200 passos com velocidade de 800
microssegundos
delay(1000);

definirDirecao(false); // Define sentido anti-horário
moverPassos(200, 800); // Move 200 passos
delay(1000);

desligarMotor();      // Desliga para economizar energia
delay(2000);
}
```

## 2.4 Elaboração do Projeto

Após a impressão das peças, que foram feitas em uma impressora 3D e após a compra dos componentes eletrônicos, deu-se início a montagem. O projeto tomou início com a construção. O fuso trapezoidal foi montado em uma carcaça de MDF que foi usada para montar a envase que desce até a boca da garrafa e assim que a garrafa está cheia, ela sobe novamente para aguardar a próxima garrafa. O acoplamento flexível de alumínio serve como um adaptador para a conexão do eixo do fuso, já que a boca do fuso é menor que o eixo da guia. A guia linear entra com a função de guia para que o fuso trapezoidal tenha uma direção de ida e vinda. O rolamento linear dá o auxílio ao fuso trapezoidal para que ele suba e desça na guia linear. Com a ajuda do braço robótico que foi feito por outro grupo, ele coloca as garrafas na esteira que assim então, o projeto da envase, toma participação. A Mini Bomba De Água de 12V Rs-385 transporta a água do reservatório de água para o bico de saída. Para a sustentação de todas as peças, foram utilizadas peças que foram impressas em uma impressora 3D. Para a parte da programação, foi utilizado um Mega Arduino 2560, foi cogitado que fosse utilizado o Arduino Uno, porém o Mega Arduino 2560 possui mais

portas digitais e analógicas. Os testes usando o motor de passo tiveram bons resultados com as orientações do Professor Augusto. A Mini Bomba RS-385 de 12V parece funcionar bem sob condições ideais, mas seu desempenho deteriora-se quando enfrenta resistência adicional, como em sistemas com obstruções ou tubos mais longos.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia foi dedutiva, pois se baseia em conhecimento existentes de automação, mecânica e eletrônica. As pesquisas se basearam em sites nacionais e internacionais sobre o tema. O protótipo da envasadora foi desenvolvido com foco na integração de peças mecânicas, eletrônicos e de programação, visando baixo custo e funcionalidade. A estrutura foi construída em MDF e peças impressas em 3D, utilizando fuso trapezoidal, guias lineares e rolamentos para garantir precisão no movimento. O acionamento ficou a cargo de um motor de passo NEMA 17, responsável pelo deslocamento linear, e de uma mini bomba de água 12V, encarregada do enchimento dos recipientes. O controle eletrônico foi implementado em um Arduino Mega 2560, que gerenciou motor, bomba, sensores de fim de curso e ajustes de volume por potenciômetro. A lógica de programação, desenvolvida em C/C++ na IDE do Arduino, calibração e recursos de segurança.

### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e construção de um sistema de envase automatizado que movimenta a água de um reservatório até uma garrafa. Ao longo da produção deste projeto, foi possível confirmar que o objetivo do projeto foi atingido. A integração bem-sucedida de componentes mecânicos, junto com a parte eletrônica e os testes realizados em sala evidenciam a conclusão da parte prática do projeto. A contribuição deste trabalho para a sociedade consiste em mostrar à base da demonstração prática como a automação pode ser aplicada em trabalhos de forma otimizada e eficiente para produções em pequena escala. Este trabalho também serve como futura fonte de pesquisa para futuros projetos ou aplicações da área de automação industrial.

### **5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

FERRI, Beatriz Pereira. Et A I. Envasadora automática de líquidos. Brasil, 2024. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/35341>. Acesso em: 09/10/2025.

PINHATI, Dario C. d. M. Esteira envasadora: desenvolvimento de um projeto de automação utilizando CLP. Catanduva, SP, Brasil, 2024. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/27357>. Acesso em: 09/10/2025.

REGINA, Tania. Et A I. Desenvolvimento de produto: envasadora automatizada de produtos alimentícios semilíquidos e viscosos. Ponta Grossa, PR, Brasil: Associação Paranaense de Engenharia de Produção, 2013. Disponível em: <https://anteriores.aprepro.org.br/conbrepro/2013/anais/artigos/gestaoproduto/7.pdf>. Acesso em: 09/10/2025.

SILVA, Natália P. A. Indústria 4.0: aplicação do projeto conceitual em uma envasadora de líquidos. Brasil, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21289/3/IndustriaAplicacaoProjeto.pdf>. Acesso em: 09/10/2025.

SILVA, Diego João do Nascimento. Et A I. Envasadora de líquidos. Santo André, SP, Brasil, 2022. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/12258/1/Envazadora%20de%20Liquidos.pdf>. Acesso em: 09/10/2025.