

SENAI PARANÁ  
CURSO TÉCNICO DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

LORENA GOBARA FALCI  
MARIA CAROLINA BEVERVANSO  
YASMIN TREMBULACK AGOSTINHO

**PROJETO FINAL DE IOT**

Máquina de vendas

CURITIBA

2024

LORENA GOBARA FALCI  
MARIA CAROLINA BEVERVANSO  
YASMIN TREMBULACK AGOSTINHO

**PROJETO FINAL DE IOT**

Máquina de vendas

Trabalho apresentado na matéria de  
Internet das Coisas no curso de  
Desenvolvimento de Sistemas na  
Instituição de Ensino do Senai Paraná

CURITIBA

2024

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2 PROBLEMATIZAÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>3. OBJETIVO.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>5</b>
<b>4 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>6</b>
<b>5 MATERIAIS.....</b>	<b>7</b>
<b>6 MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
<b>6.1 Planejamento.....</b>	<b>8</b>
<b>6.2 Confecção da máquina.....</b>	<b>8</b>
<b>6.3 Montagem do circuito.....</b>	<b>9</b>
<b>6.4 Implementação do circuito na maquina.....</b>	<b>9</b>
<b>6.5 Sistema do administrador.....</b>	<b>10</b>
<b>6.6 Finalização.....</b>	<b>11</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>7.1 Mais documentações.....</b>	<b>12</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>13</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Internet das coisas (Internet of Things - IoT), é a interconexão de objetos físicos através da internet, se referindo a qualquer dispositivo com algum tipo de sensor embutido, capaz de coletar dados e transmiti-los pela rede sem intervenção manual. Tem como objetivo oferecer novas aplicações e serviços que conectam o mundo físico e virtual, onde as comunicações Máquina-a-Máquina (M2M) representam a comunicação básica que permite as interações entre as coisas e aplicativos na nuvem.

Com o avanço constante da tecnologia, a Internet das Coisas vem sendo cada vez mais comumente encontrada, ajudando o ser humano em diversas áreas de atuação. Por esses motivos, a matéria é tão relevante e o projeto final é uma ótima oportunidade para pôr em prática todo o conhecimento adquirido durante as aulas. Então, nossa equipe decidiu montar uma máquina de vendas automática que integrava vários tipos de componentes em um único circuito, como lcd, keypad, motores e outros sensores, como mostra a Figura 1. Houveram muitos desafios para concluir o projeto, mas pudemos adquirir diversos conhecimentos novos e alcançar um resultado satisfatório.

**Figura 1** - Máquina de vendas finalizada.



Fonte: Fotografia do autor, 2024.

## **2 PROBLEMATIZAÇÃO**

Foi proposto à nossa turma do curso técnico de Desenvolvimento de Sistemas do Senai PR um projeto final da matéria Internet das Coisas que aplicasse nossos conhecimentos adquiridos durante a matéria, envolvendo os componentes que aprendemos. Perante a proposta, nosso grupo chegou à conclusão de fazer uma máquina de venda automática, simulando seus principais aspectos, onde o usuário deve selecionar o produto desejado, realizar o pagamento e o produto será liberado para ser coletado, além das funções de configuração da máquina.

Um levantamento foi realizado de todos os componentes e equipamentos que estão disponíveis na unidade Celso Charuri do Senai PR para uso dos alunos, e assim definimos o que iríamos usar com base nos nossos conhecimentos de IoT. Dessa forma decidimos nos desafiar e realizar um projeto que utilizasse diferentes tipos de sensores, motores e conhecimentos, muitos que nunca tínhamos tido contato.

### **3 OBJETIVO**

Para esse projeto, definimos alguns objetivos para alcançar.

#### **3.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral era fazer uma máquina automática de vendas funcional, em que pudéssemos organizar o circuito sendo capaz de interagir com o usuário, receber as informações do pedido, autorizar compra a partir da leitura do cartão e liberar o produto.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Definimos objetivos específicos a respeito do funcionamento da máquina, não precisávamos apenas que cada componente funcionasse individualmente, mas também que o sistema inteiro desse certo. Colocamos como objetivo fazer funcionar a liberação do produto pela máquina, fazer ele cair para o usuário conseguir retirar, assim como fazer uma interface intuitiva, um método de pagamento que fizesse sentido, configurações da máquina e que tudo isso funcionasse junto, dentro de uma lógica coerente. Outro objetivo era integrar o circuito junto à maquete, fazer os dois se interligarem e funcionarem em conjunto.

Para que o projeto inteiro funcionasse, estabelecemos esses objetivos específicos, visando alcançar o geral, era de muita importância que conseguíssemos completar todos, para que o projeto atingisse o resultado esperado. Encontramos vários desafios ao decorrer do desenvolvimento, principalmente em relação à mau contato e componentes estragados, por isso também estabelecemos como objetivo concluir a máquina com todas as suas funções, mesmo com os problemas não solucionáveis do hardware.

## 4 JUSTIFICATIVA

A escolha de desenvolver uma máquina de vendas como projeto final foi resultado de uma reflexão sobre nossas capacidades e áreas de interesse. Sabíamos que esse projeto oferecia uma oportunidade de explorar uma ampla variedade de componentes, os quais tínhamos pouca ou nenhuma familiaridade. Reconhecemos que, ao enfrentar esse desafio, ampliaríamos nossas habilidades e experiência prática em áreas que nunca tínhamos tido contato.

Escolhemos esse projeto, não somente pelos desafios, mas também pelo nosso desenvolvimento pessoal, para podermos adquirir conhecimentos diversos e conseguir integrar tudo em um circuito e código funcional, algo que geralmente não temos muitas oportunidades de explorar.

Portanto, desenvolver uma máquina de vendas como projeto final foi a melhor escolha, mesmo enfrentando tantas dificuldades com recursos, o que não poderíamos mudar, conseguimos de fato desenvolver nossas habilidades e evoluir nossos conhecimentos, podemos afirmar que a máquina de vendas foi realmente um projeto muito completo.

## 5 MATERIAIS

Para o desenvolvimento deste projeto utilizamos diversos materiais, sendo eles os citados abaixo:

- **Arduino Mega 2560** - É um dos microcontroladores da plataforma Arduino, possuindo mais portas e uma maior quantidade de memória do que a placa Arduino UNO que é a mais utilizada.
- **Diversos Jumpers de todos os tipos** - Jumpers são condutores utilizados para ativar, regular ou desativar funções do circuito eletrônico, podendo ser dos tipos macho-macho, fêmea-fêmea e macho-fêmea.
- **Protoboard** - Também chamada de placa de ensaio, é uma placa com furos e conexões condutoras utilizada para prototipar circuitos.
- **Cabo USB tipo B compatível com Arduino** - Cabo para conectar o microcontrolador ao computador ou diretamente a tomada.
- **Fonte de Carregador para celular** - Uma fonte que se conecta diretamente na tomada utilizada com cabo USB.
- **2 motores de passo** - Um motor que possibilita um posicionamento preciso, sendo controlados através de sinais de pulso.
- **Módulo display LCD I2C 20x4** - Um pequeno painel que pode exibir informações por via eletrônica, como texto, imagens e vídeos.
- **Keypad membrana 4x4** - Um pequeno e flexível teclado que possui 16 teclas, sendo elas os números de 0 a 9, as letras de A a D e os símbolos \* e #.
- **Módulo sensor RFID MRC522** - Um sensor que utiliza ondas eletromagnéticas para ter acesso às informações de um microchip, geralmente localizado em cartões ou tags.
- **Micro servo 9g SG90** - Um motor elétrico rotativo com um sensor agregado, sendo controlado através de seu ângulo e que possui rotação de até 180°.
- **Arduino IDE** - Um software utilizado para fazer a programação da placa Arduino para controlar o circuito.
- **Papelão** - Caixas feitas de papelão.
- **Arame** - Fio de metal que pode ser moldado com ferramentas.
- **Placa de acetato** - Um material similar ao plástico, porém mais firme e rígido.



## **6 MÉTODOS**

Na implementação do projeto passamos por várias etapas, assim definimos alguns métodos principais no processo.

### **6.1 Planejamento**

Assim que foi definido o que seria feito no projeto, nós planejamos todos os materiais que seriam utilizados para montar a máquina de vendas e para criar o circuito por trás dela. Encontramos em meio aos componentes eletrônicos do SENAI, 2 motores de passo, um servomotor, um display LCD, um keypad 4x4 e um sensor RFID, além do Arduino Mega 2560, que escolhemos por precisarmos de grande quantidade de portas para todos os componentes. Além disso, definimos que a máquina de vendas seria feita com papelão, as molas dentro dela com arame e o vidro que protege os produtos seria de acetato.

Logo depois disso, testamos todos os componentes eletrônicos um por um, pesquisando como deveriam ser ligados ao Arduino e o código que deveria ser utilizado para que funcionassem corretamente. Testamos alguns displays LCD diferentes, pois muitas vezes apresentavam problemas e não exibiam o texto que era programado, porém depois de algumas trocas de display e de jumpers que estavam com mau contato, achamos um que funcionava adequadamente. Os outros componentes não apresentaram problemas na hora do teste individual, o keypad 4x4, o sensor RFID, o servomotor e os 2 motores de passo funcionaram bem com o código utilizado.

### **6.2 Confeção da máquina**

Assim que o planejamento do que seria utilizado foi feito, partimos para a confecção da máquina. Trouxemos uma grande caixa de papelão e cortamos ela de forma que o formato e o tamanho ficasse de nosso agrado, deixando alguns buracos para prender os componentes posteriormente, para a porta onde o cliente poderá recolher o produto e para colocar o vidro e deixar os produtos à mostra.

Para a máquina manter seu formato desejado, colamos o papelão com fita crepe, deixando a máquina sem teto e com o lado direito podendo ser aberto para facilitar a montagem e manutenção do circuito que faríamos. Também cortamos alguns pedaços de papelão para separar o local onde ficaria o circuito do local onde ficariam os produtos a venda, além de outros dois pedaços para dar suporte aos produtos que ficariam nas molas.

### **6.3 Montagem do circuito**

Logo depois da confecção da máquina, partimos para a montagem do circuito com todos os componentes ligados ao Mega 2560 ao mesmo tempo, funcionando independentemente. Todos eles funcionaram bem como no teste, menos os motores de passo, que quando eram programados para girarem um depois do outro tinham o problema de apenas o primeiro declarado no código girar, mesmo quando trocamos as portas de um motor pelas do outro.

Depois de vários testes, trocamos alguns jumpers e invertendo os motores, pensando que poderia ser problema de alimentação, descobrimos que na verdade um deles não estava funcionando mesmo, tendo que mudar para o último que restava, girando um pouco melhor, mas não muito.

### **6.4 Implementação do circuito na máquina**

Com todo o circuito funcionando, nós começamos a colocar os componentes dentro da máquina confeccionada. Colamos o Arduino dentro da caixa e prendemos uma protoboard em uma das paredes internas, para que todos os componentes pudessem utilizar a alimentação e o terra que vem do microcontrolador. Depois disso, colamos o display LCD e o sensor RFID com fita crepe nos buracos que haviam sido cortados e colamos o keypad com o adesivo que já possuía na sua parte de trás. Também colamos o servomotor na porta da máquina, para ser utilizado como uma trava que impedisse o usuário de abri-la antes de pagar, e colocamos os motores de passo onde ficariam, esperando a lógica de programação da máquina ser realizada antes de colá-los e de prendê-los às molas.

Tendo os componentes em seus lugares, utilizamos um cabo usb tipo B para conectar o Arduino ao computador, e começamos a criar a lógica de programação da máquina. Definimos no código que primeiramente o cliente deve selecionar A ou B no keypad para escolher um produto e o display exibe o texto “Selecione um produto”, assim que algum produto for selecionado, o display exibe qual é o produto e pede que seja digitado um # caso deseje confirmar a compra ou \* caso deseje sair e voltar para a escolha do produto. Se a compra for confirmada, o display exibe “Passe o cartão”, e com o cartão sendo aproximado no sensor RFID, é verificado se é um cartão válido e se tem saldo o suficiente para a compra ser confirmada, ativando o motor de passo correspondente com o produto e logo depois girando o servomotor de maneira a abrir a porta para que o produto seja recolhido, esperando 7 segundos para o servomotor voltar a girar e fechar a porta novamente. Caso o cliente não aproxime o cartão em até 10 segundos depois de confirmar a compra, o display exibe a mensagem “Compra cancelada” e volta para o menu de selecionar um produto.

Assim que todo esse código foi definido, prendemos um lego ao pino de cada motor de passo e colamos com cola quente e fita a mola nele, por fim colando os motores em seus respectivos lugares na máquina para que pudéssemos adicionar os produtos na mola para serem comprados. Porém, na hora de testar, tivemos problema novamente com o primeiro motor que deveria girar quando o produto A é selecionado, pois ele não estava girando mais. Decidimos que seria melhor continuar em frente com os outros elementos e tentar achar uma solução para o motor assim que tudo estivesse pronto, assim colocamos a placa de acetato no buraco onde deveria ficar para proteger os produtos e começamos a trabalhar em implementar um valor de saldo nos cartões que seriam aproximados no RFID.

## **6.5 Sistema do administrador**

Para implementar um saldo para cada cartão, criamos um sistema de administrador que é ativado quando a tag que o RFID detecta é aproximada, exibindo no display LCD as opções de pressionar 1 para cadastrar um novo cartão e um saldo para ele, 2 para cadastrar um novo produto e um preço para ele e \* para sair do menu do administrador.

Quando a opção 1 é selecionada, outras duas opções são exibidas, 1 para alterar o saldo de um cartão, ou 2 para cadastrar um novo cartão. Se o administrador selecionar 1 é necessário aproximar o cartão que deseja ter o saldo alterado, aparecerá no display o saldo atual e será possível digitar no keypad o novo valor de saldo que o cartão terá. Caso seja selecionada a opção 2, um cartão deverá ser aproximado para ser cadastrado no sistema e um saldo inicial terá que ser definido para o cartão através do keypad. Com o saldo definido em cada cartão, programamos para que sempre que um produto é comprado o saldo diminua de acordo com o valor do produto, e se não houver saldo suficiente a compra não é realizada e o display exibe a mensagem “Saldo insuficiente”. Além disso, se o cartão não for cadastrado a compra também não pode ser realizada, e a mensagem “Cartão não cadastrado” será exibida no display LCD.

No caso da opção 2, assim que ela é selecionada o display pede que seja selecionado o produto A ou o produto B, selecionando um deles o administrador pode ou confirmar, ou voltar para a seleção inicial. Se o produto for confirmado, será exibido o valor atual que ele possui, podendo ser alterado através dos números do keypad. Assim que for confirmado esse será o preço final do produto na hora que um cliente for comprar.

## **6.6 Finalização**

Na última semana de projeto, focamos em finalizar a máquina e cuidar dos detalhes finais, quando encontramos vários empecilhos. Descobrimos que o motor de passo que já não funcionava muito tinha parado de funcionar totalmente, já que um dos fios do próprio motor estava danificado, além do mau contato do circuito que interfere muito na execução do código.

Por conta disso, decidimos ignorar o motor que não funcionava mais, e focar no que restava, finalizando assim o código para que a lógica estivesse completa. Dessa maneira, finalizamos as opções de administrador e a experiência do usuário com as condições que tínhamos no momento, finalizando a máquina de vendas automática como nosso projeto final de IoT.

## 7 CONCLUSÃO

Para a realização desse projeto foi necessário o uso de vários conhecimentos de IoT e componentes eletrônicos diferentes, tivemos dificuldades com alguns componentes, por serem limitados na unidade do SENAI e tivemos que adaptar nossa ideia para que coubesse ao que tínhamos disponível. Também tivemos complicações na hora de implementá-los no circuito, porém através de pesquisa e com diferentes soluções, adquirimos mais conhecimento para solucionar nossos problemas e deixar a máquina de vendas funcional.

Portanto, concordamos que adquirimos muito conhecimento sobre eletrônica e Internet das Coisas, pois tivemos que superar diversas dificuldades para chegar no resultado final. No futuro, para melhorar o estado atual da máquina, gostaríamos de adicionar motores melhores e mais potentes, além de adicionar LEDs de cores vermelho, amarelo e verde logo em cima do display para mostrar quando o cliente não pode pegar o produto, quando deve aguardar a máquina processar o pagamento e liberá-lo e quando já pode coletá-lo. Também poderia ser adicionado um buzzer que apitasse com indicativo da realização de algumas ações, deixando uma experiência mais intuitiva para o usuário.

### 7.1 Mais documentações

Visando documentar mais a fundo o nosso processo de criação da Máquina de Vendas, gravamos um vídeo em que é possível acompanhar mais de perto o desenvolvimento do projeto, que está disponível em: <https://youtu.be/4j8oVVgXNdc>. Nós também disponibilizamos o nosso código em um repositório público do GitHub, podendo ser acessado em: <https://github.com/loregbrw/VendingMachine>.

## 8 REFERÊNCIAS

ELETROGATE. **Máquina de Vendas Automática com RFID e NodeMCU.**

Disponível em:

<<https://blog.eletrogate.com/maquina-de-vendas-automatica-com-rfid-e-nodemcu/>>.

Acesso em: 5 abr. 2024.

XUKYO. **Controlar um motor de passo com Arduino • AranaCorp.** Disponível em:

<[https://www.aranacorp.com/pt/controlar-um-motor-de-passo-com-arduino/#google\\_vignette](https://www.aranacorp.com/pt/controlar-um-motor-de-passo-com-arduino/#google_vignette)>. Acesso em: 5 abr. 2024.

ROBOCORE. **Usando o Teclado Matricial com Arduino.** Disponível em:

<<https://www.robocore.net/tutoriais/usando-teclado-matricial-com-arduino>>.

Acesso em: 5 abr. 2024.

SELVASITEFOLLOW, J. **Interfacing RFID-RC522 With Arduino MEGA a Simple Sketch.** Disponível em:

<<https://www.instructables.com/Interfacing-RFID-RC522-With-Arduino-MEGA-a-Simple-/>>. Acesso em: 9 abr. 2024.

FAZEDORES. **Como usar Servo Motor com Arduino.** Disponível em:

<<https://blog.fazedores.com/como-usar-servo-motor-com-arduino/>>. Acesso em: 8 abr. 2024.