

# UM DISPOSITIVO DE BIOMETRIA PARA A SEGURANÇA RESIDENCIAL

*Data de submissão: 10/01/2023*

*Data de aceite: 01/02/2024*

**Vicente Brito Soares**  
Nova Friburgo - RJ

**Aline Z. Lunkes**  
Orientadora  
Nova Friburgo - RJ

**RESUMO:** Pensando em formas de aumentar a segurança nas residências, foi criado um leitor biométrico de baixo custo-benefício, eficiente e independente, tendo uma fácil implementação e sem nenhum botão para o seu manuseio, deixando todo sistema intuitivo e fácil de ser operado. Nele foi implementado um sistema de cadastro e remoção automático, onde apenas o dono do aparelho poderia fazer esse cadastro, além de possuir uma bateria externa, mantendo o aparelho funcionando mesmo caso acabe a energia do local, o aparelho possui uma grande variedade de aplicabilidades, sendo utilizado tanto para residências como para uma empresa de pequeno porte. Sua principal vantagem na parte de segurança é que todo seu sistema se encontra offline e tornando bem difícil de ser hackeado por outro aparelho, além de manter um histórico de todas as biometrias acessadas e cadastradas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Segurança, Biometria, Arduino, Automação

**ABSTRACT:** Thinking about ways to increase security in homes, a low cost-effective, efficient and independent biometric reader was created, with easy implementation and no buttons to handle, making the whole system intuitive and easy to operate. An automatic registration and removal system was implemented in it, where only the owner of the device could make this registration, in addition to having an external battery, keeping the device working even if the power goes out of the place, the device has a wide variety of applicabilities, being used both for homes and for a small business. Its main advantage in terms of security is that its entire system is offline, making it very difficult to be hacked by another device, in addition to keeping a history of all biometrics access and registers.

**KEYWORDS:** Security, Biometrics, Arduino, Automation

## INTRODUÇÃO

Uma das maiores preocupações nos dias de hoje envolvendo segurança

residencial são as invasões por intrusos, assim, devemos encontrar soluções eficientes e baratas para a segurança. Entretanto, os dispositivos de monitoramento presentes no mercado são caros ou possuem uma grande dificuldade de implementação necessitando de pessoas especializadas para fazer a instalação e as vezes até para operá-la. Pensando nisso, foi criada uma alternativa de baixo custo, eficiente, autossuficiente e de fácil instalação para o usuário. O projeto consiste em fabricar um leitor de biometria com Arduino de fácil instalação e implementação, independente, ou seja, sem a necessidade de um computador ou outro aparelho, podendo ser colocado em qualquer portão elétrico, sem a necessidade de alterar o ambiente no qual ele será instalado.

Além disso, o próprio usuário conseguirá fazer a instalação e a configuração do leitor de biometria. Pode, também, ser instalado em uma empresa de pequeno porte. Neste projeto utilizamos um recurso que consiste no cadastro e remoção instantâneos de usuários. No primeiro momento cadastramos o usuário principal, como primeiro cadastro, em seguida esse usuário principal teria autonomia para cadastrar os demais usuários, após isso fazemos o cadastro de uma segunda digital desse usuário, essa digital corresponderia a digital com autorização para fazer a remoção de outros usuários. A tela contém todas as informações necessárias para orientar o usuário como a validação de uma digital, ou caso a digital não seja reconhecida, além de orientar na hora do cadastro. As vantagens do nosso leitor são que o aparelho não possui acesso à internet e os códigos ficam gravados no próprio Arduino que converte todo o código para hexadecimal e assim só é possível ter acesso ao código através do computador em que o código foi feito, e apenas o usuário principal pode modificar as digitais cadastradas, outra vantagem se encontra no baixo custo tanto financeiro como de implementação e manutenção já que o sistema é todo feito utilizando o Arduino e sensores compatíveis e a estrutura foi toda e impressa utilizando o material PLA e uma impressora 3D.

Outra vantagem seria a segurança que a biometria traz, sendo bem difícil outra pessoa se utilizar de uma biometria que não fosse a sua própria. Foi implementado junto ao leitor de biometria uma bateria recarregável de 10000 mA, que mantém ligado por aproximadamente 6 dias consecutivos o nosso leitor. Além disso, o cabeamento de energia se encontra fora do aparelho por cabos USB, sendo possível a conexão por vias externas e mantendo o aparelho ligado na energia da casa. Outra vantagem da bateria é a sua utilização quando a luz da residência acaba, mantendo o aparelho ligado e funcionando, pois não é necessário a utilização de internet para o seu funcionamento.

A segurança biométrica se divide em 5 categorias indo da 1 até a 5 de acordo com sua qualidade de verificar uma biometria e a sua veracidade, o sensor utilizado para o projeto foi o DY-50 que se encontra no nível 3, e isso significa que ela possui uma chance de 1 em 100 de rejeitar uma biometria correta e uma chance de 1 em 100.000 de ela aceitar uma biometria que não esteja autorizada pelo sistema, fazendo vários testes foi possível concluir que um sistema de nível 3 seria suficiente para trazer segurança para uma casa e

ainda assim manter o custo do aparelho baixo. Tratando da segurança presente no sistema como um todo, ao receber o código, o Arduino faz uma conversão para hexadecimal e caso alguém quera ter acesso a esse código, será necessário a utilização de um programa específico e mesmo com o código em mãos não seria possível alterá-lo dentro do Arduino apenas conectando o computador ao aparelho, baixando o driver específico daquele microcontrolador usado e mesmo assim seria necessário saber qual porta está sendo usada para liberar o portão para abrir, Na documentação do Arduino NANO, ele traz exemplos de sua utilização na área de segurança e por fim, toda a verificação da biometria não é feita no processador do Arduino, mas sim no próprio módulo DY-50 que fica responsável pela comparação e armazenamento das digitais, apenas mandando para o Arduino as validações e status de operação.

O software demora em média 3 segundos para começar a operar e entrarem funcionamento, o intervalo de entre cada usuário pode colocar sua digital é de em média 2 segundos e para realizar um novo cadastro será necessário no mínimo 20 segundos de operação caso o usuário siga todas as instruções corretamente. O sistema tem capacidade de armazenar até 162 digitais, uma com autorização para cadastro e uma para remoção, entretanto o número de digitais com autorização para cadastro e remoção podem ser alterados.

## **METODOLOGIA**

### **Arduino**

O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica que permite o desenvolvimento de projetos de automação. Ela conta com a tecnologia open source, ou seja, tem o código aberto, o que permite o acesso por qualquer pessoa. Ele também conta com uma IDE (Integrated Development Environment) para o desenvolvimento do software que será inserido na placa para realizar as atividades programadas (NOLETO,2021)

### **Modulo Relê**

O Relê consiste em um interruptor eletromagnético que é usado para ligar e desligar um circuito por um sinal elétrico de baixa potência, ou onde vários circuitos devem ser controlados por um único sinal (MARQUES,2019). Os relés são nomeados com designação, para o caso do presente trabalho usa-se o relê Single Double Pole Throw (SPDT). Esse possui um total de cinco terminais, destes dois são os terminais da bobina e um terminal comum também está incluído, que se conecta a qualquer um dos outros dois (MARQUES,2019)

## Sensor DY-50

O DY-50 é um sensor de impressão digital tudo-em-um tornando a adição de detecção e verificação de impressão digital super simples. Esses módulos são normalmente usados em cofres - há um chip DSP de alta potência que faz a renderização, o cálculo, a localização de recursos e a pesquisa da imagem. Conecte-se a qualquer microcontrolador ou sistema com serial TTL e envie pacotes de dados para tirar fotos, detectar impressões, fazer hash e pesquisar. Você também pode registrar novos dedos diretamente - até 162 impressões digitais podem ser armazenadas na memória FLASH integrada.

## Sensor Bluetooth HC-06/ HC-05

O HC-05/ HC-06, é um sensor Bluetooth que tem como objetivo fazer a comunicação via wireless entre o Arduino e algum dispositivo com Bluetooth, podendo ser ele um próprio Arduino. Ao se utilizar dois Arduino para se comunicar via Bluetooth, um é denominada e codificado com servo e o outro como mestre, sendo o primeiro com o objetivo de receber o dado e o segundo para enviar.

## Módulo leitor de cartão SD

Este Módulo serve para leitura e escrita em cartão SD, com suporte para a biblioteca oficial do Arduino. Ele é compatível com cartões formatados em FAT32 com capacidade de até 4GB. Pode ser utilizado para guardar histórico de valor de entradas ou data logging, valores de módulos GPS, sensores de temperaturas, distância, humidade e luminosidade e etc.

## Módulo Real Time Clock RTC DS3231

O Módulo Real Time Clock RTC DS3231 é um relógio em tempo real (RTC) de alta precisão e baixo consumo de energia. O módulo possui um sensor de temperatura embutido e possui também um cristal oscilador para ampliar sua exatidão. O mesmo é capaz de fornecer informações de hora, minutos, segundos, dia, data, mês e ano.

## ESP 8266

O Módulo ESP8266 é um chip microcontrolador desenvolvido pela empresa chinesa Espressif. Por possuir Wi-Fi integrado, esse chip chegou para revolucionar o mercado maker e facilitar as aplicações com projetos IoT, por suas características técnicas e por seu preço acessível.

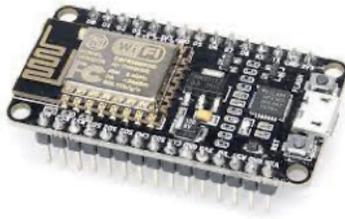


Imagem: Esp 8266

## Projeto

O projeto começou visando trazer tecnologia, conforto e segurança para minha residência. Mesmo o Arduino sendo uma placa de prototipagem, quando feito com cuidado possui uma longa vida e um alto desempenho. O aparelho foi projetado de forma que com apenas poucas instruções qualquer usuário pudesse instalá-lo e colocá-lo em funcionamento. O aparelho possui um Arduino® Uno; um display LCD 16x2 (5V); um leitor biométrico DY50; um Módulo Relé (5V) - 1 Canal, um módulo micro SD card, um módulo de relógio DS1307, cabos Jumpers para fazer as conexões e duas protoboards para auxiliar no cabeamento e diminuir a chance de curtos-circuitos, além de trazer organização para o cabeamento.

O seu funcionamento acontece por um código feito na própria plataforma do Arduino usando uma linguagem chamada Wiring, semelhante à linguagem C e foi usada como base a biblioteca Adafruit-Fingerprint-Sensor-Library. Um dos objetivos é a remoção de todos os botões e ainda assim continuar autônomo para evitar tanto erro de manipulação, quanto criar confusão na hora de manuseá-lo. Para isso, instalamos um sistema que permite que o cadastro e a remoção possa ser feito pelo usuário responsável pela segurança da casa e caso o portão não possua nenhuma pessoa cadastrada ainda, o programa inicia em uma área para cadastro, sendo esse primeiro cadastro o único permitido para fazer novos cadastros e após isso o usuário poderá fazer um segundo cadastro que lhe permitirá fazer as remoções de digitais. Como o Arduino não possui um sistema de memória, foi necessário fazer no código uma busca para ver qual a última biometria cadastrada e assim os cadastros continuariam daquele momento em diante. Caso o módulo de biometria apresente algum problema, seja por mal uso ou por causa do tempo, é possível conecta-lo ao computador e o monitor serial da Arduino IDE apresentará qual parte do aparelho não está funcionando de forma correta, seja na leitura da biometria, no cadastro ou até no reconhecimento do sensor de biometria, também é possível ver qual biometria está acessando o aparelho pelo monitor serial, contudo essa digital está convertida em hexadecimal e essa informação pode ser removida para não correr o risco de alguém acessar esse monitor serial.

Quando o projeto foi idealizado, não possuía uma caixa para colocá-lo, mantendo todos os fios e componentes expostos e nesse estado, o aparelho se tornou muito instável, tanto por causa de mal contato e pela dificuldade do manuseio como mostrado na foto..., após isso foi feito um primeiro modelo da caixa que logo foi descartada por não atender a todas as características necessárias para deixar o sistema intuitivo e fácil de ser utilizado, por fim, foi feita o modelo final. A caixa finalizada possui 8,2 cm de largura na base, 12,7 cm de altura e 10,5 cm de comprimento, A caixa foi projetada no Sketchup e impressa em uma impressora 3D, possuindo 4 entradas laterais, sendo duas para os cabos de energia do Arduino, uma para a conexão do portão, e a outra lateral no qual a biometria fica posicionada. Na frente possui um monitor inclinado em 45° para tornar mais fácil de ler as instruções para o funcionamento correto do aparelho, como podemos ver na Figura abaixo. A caixa possui uma porta na parte de trás, permitindo que o usuário tenha um fácil acesso a todos os circuitos tanto para manutenção e troca de bateria quanto para carregar a bateria caso seja necessário. O aparelho não possui nenhum prego ou parafuso e por isso sua manutenção se torna prática e podendo ser feita por qualquer usuário mesmo que o próprio não tenha nenhum conhecimento na área.

Por fim foi substituído o Arduino nano por uma ESP 8266 devido ao seu modulo wi-fi embutido nele, com ele foi criado um ip próprio que serviria com um roteador e então foi feito um site web com Html, CSS e Javascript informando o horário que o Modulo RTC forneceria além de todas as informações de uso do aparelho, como autorização, cadastro, remoção entre outros.

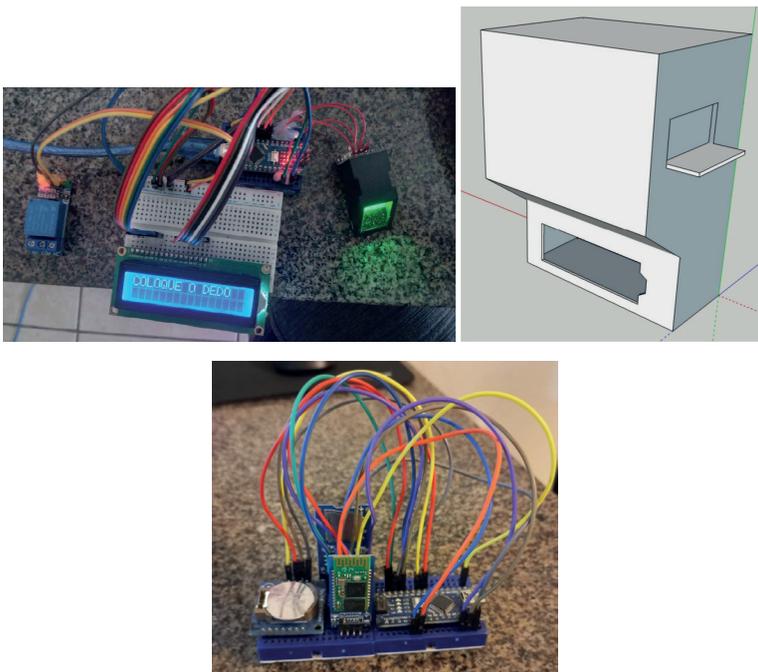


Foto: imagem do projeto durante a montagem e teste

## Custo

Com o aparelho pronto, foi feita uma pesquisa sobre onde encontrar os sensores e o Arduino para saber enquanto sairia todo o equipamento, já que um dos maiores benefícios dele seria seu valor e sua facilidade de implementação. Pegando como referências os preços encontrados em aplicativos que trabalham com lojas da China e de outros países, o custo de todo equipamento fica em torno de 129,62 reais incluindo o preço de produção da caixa feito na impressora 3d. O custo também pode variar de acordo com a quantidade comprada, já que o valor estipulado considera apenas a compra de uma única unidade de cada um dos componentes, para a impressão 3d, foi considerado apenas o preço de custo do material e da luz, pois ela foi impressa em minha impressora, promoções e descontos não foram considerados para os cálculos, apenas os preços fechados.

	Internacional	Internacional	Nacional	Nacional	Nacional
Sensor Biometrico DY-50	37,31	34,9	65,9	-	-
Arduino Nano	18,34	20,88	20	-	-
LCD 16x2	10,4	10,61	17,9	25	-
Cabos Jumpers	7,5	-	13,36	8,18	9,18
Modulo Rêlé	-	-	9,9	8,99	12,03
Impressão 3D	-	-	21,68	-	-
PowerBank 10000 mA	-	-	29,88	24,49	25,98
Menor Custo	126,3				
Maior Custo	186,19				

Gráfico: Tabela de preços

## PROCESSO

O sensor de biometria funcionava em primeira medida tendo que usar vários códigos um após o outro para fazer o cadastro e operá-lo, após algumas mudanças o código principal conseguia ler as biometrias cadastradas no aparelho. A segunda implementação foi a de cadastro no próprio código principal com a funcionalidade de cadastro instantâneo. Contudo qualquer, pessoa cadastrada poderia cadastrar uma nova biometria. Para evitar riscos, foi colocado como parâmetro de que apenas o usuário escolhido poderia fazer o cadastro de novas pessoas trazendo mais conforto e segurança para os moradores. Após toda a pinagem e o aparelho pronto, foi implementado um módulo Relé para conectar o portão ao aparelho e uma bateria recarregável de 10000mA. O Arduino seria alimentado pela bateria e o portão também usaria a energia da bateria para abri-lo. Depois de alguns cálculos, foi constatado que a bateria conseguiria manter o Arduino ligado por 6 dias consecutivos. Realizamos todo o cabeamento e para a instalação no portão, usamos dois

firos, um fio terra do portão e o outro para alimentá-lo. Para um maior conforto e segurança, foi feita a configuração de uma nova função que permitiria o usuário principal apagar a última digital cadastrada, caso a digital não tenha sido cadastrada corretamente ou caso o usuário não queira mais essa digital com autorização no aparelho.

Então foi pensado em colocar um modulo Bluetooth no aparelho e criar um segundo sistema, nele foi implementado um modulo de cartão SD, um receptor Bluetooth e um modulo RTC, esse segundo aparelho ficaria alocado dentro da residência e teria uma comunicação com o aparelho principal via Bluetooth, o aparelho secundário receberia as informações de cadastro do aparelho no portão como o cadastro de uma nova digital, a remoção de um usuário, a autorização ou algum erro que poderia acontecer com o aparelho, esse sistema então pegaria o horário em que a ação aconteceu e armazenaria em um cartão SD através de um arquivo .txt, fazendo com que todas as informações ficassem dentro da casa e sempre que o usuário quisesse saber de algum acesso feito a sua casa, ele teria como ficar ciente através do .txt, assim como o dia e a hora do ocorrido. Com esse sistema, o usuário teria controle sobre quem está acessando o aparelho, entretanto o sistema continuaria offline, mantendo o sistema seguro.

Entretanto a comunicação Bluetooth entre dois módulos não se torna muito estável, pensando nisso, foi decidido trocar o Arduino NANO por uma ESP 8266, e nela foi implementado as mesmas funções anteriores, porém ela daria acesso a uma página web mais intuitiva e com mais funções que utilizando o Bluetooth, além de baratear o custo do aparelho pois não se faz necessário a utilização de um segundo aparelho, também diminuindo a chance de erros de pinagem.

## DISCUSSÃO

Durante o desenvolvimento do projeto, alguns problemas foram encontrados, principalmente pensando nos recursos que os aparelhos encontrados no mercado possuem, sendo o principal deles a estabilidade do sistema e o tamanho dos aparelhos, a questão financeira se manteve um fator positivo do projeto, entretanto seu tamanho é maior que dos aparelhos usados como referência.

## CONCLUSÃO

Todos os objetivos para o projeto foram concluídos, desde a pinagem, até a projeção e impressão da caixa. Esse projeto ainda se encontra em um formato de prototipagem, entretanto ele já é possível de ser colocado para funcionamento, após muita pesquisa foi constatado que seu custo está abaixo dos outros aparelhos de biometrias além de possuir funcionalidades exclusivas que muitos não possuem, como a autossuficiência e a facilidade de implementação e por usar uma placa Arduino, o projeto pode sofrer atualizações sem abrir mão de suas principais características na parte de segurança. O próximo passo é

transformá-lo em um produto através da utilização de uma placa de circuito impresso, diminuindo a possibilidade de erros por manuseio já que todos os dispositivos estariam soldados na placa o que também diminuiria o número de fios, podendo até diminuir o tamanho do aparelho. outra implementação seria a criação de um aplicativo de celular, ou seja, a implementação de um módulo de internet, para assim, fazermos o cadastramento com foto e nome, além de dar ao usuário um controle de quem está passando pelo sensor toda vez que ele for utilizado. Gerando assim, um controle remoto dos usuários ao acesso do portão e para auxiliar no cadastro, provendo mais informações das pessoas que possuem a digital cadastrada. Outro limitante visto no projeto foi no caso de a residência utilizar outro aparelho biométrico, nesse caso, o usuário precisaria fazer o cadastro nas duas biometrias separadamente isso também se torna um problema para empresas que normalmente possuem mais de uma catraca ou porta, além do limitante de 162 digitais que o aparelho consegue guardar, podendo causar alguns problemas em empresas de médio porte ou caso a empresa não apague as digitais que não estão sendo utilizadas. Com a mudança para a ESP 8266 foi pensando em algumas mudanças futuras que auxiliariam bastante o usuário, sendo elas, fazer um site interativo e de fácil utilização, permitir o cadastro pelo site além de manter o aparelho e com o site, o cadastro poderá ser nominal, podendo ter a informação direta de quem está utilizando o aparelho.

## REFERÊNCIAS

Hemalatha, S. A systematic review on Fingerprint based Biometric Authentication System. In: 2020 International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering (ic-ETITE), v.3 : 1, 1 – 4, 2020

L. M. Arslan and J. H. L. Hansen. Language accent classification in American English. In: Speech Communication, v. 18 : 1, 353 – 367, 1996.

Liu, S. and Silverman, M. A practical guide to biometric security technology. In: IT Professional, v.3 : 1, 27 – 32, 2001.

MARQUES, Jemerson. Como funcionam os Relés, quais suas características, e suas aplicações. Disponível em: < <https://www.fvml.com.br/2019/01/como-funcionam-os-reles- quais-suas.html>>. Acesso em: 09 dez. 2022.

N. I. Zainal, K. A. Sidek, T. S. Gunawan, H. Manser and M. Kartiwi, “Design and development of portable classroom attendance system based on Arduino and fingerprint biometric,” The 5th International Conference on Information and Communication Technology for The Muslim World (ICT4M), Kuching, Malaysia, 2014, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICT4M.2014.7020601.3 : 1, 27 – 32, 2001.

NOLETO, Cairo. *Arduino: o que é, para que serve e como começar a usar?*. Disponível em: < <https://blog.betrybe.com/tecnologia/arduino-tudo-sobre/>>. Acesso em: 08 dez. 2022.

<https://www.hackster.io/LithiumION/how-to-get-code-program-back-from-arduino-2ed9ff#:~:text=Open%20the%20software%20and%20select,will%20automatically%20detect%20the%20microcontroller.&text=Set%20the%20fuse%20bits%20by,a%20notepad%20file%20for%20future.>

<https://html.alldatasheet.com/html-pdf/241077/ATMEL/ATMEGA328P/3015/19/ATMEGA328P.html>

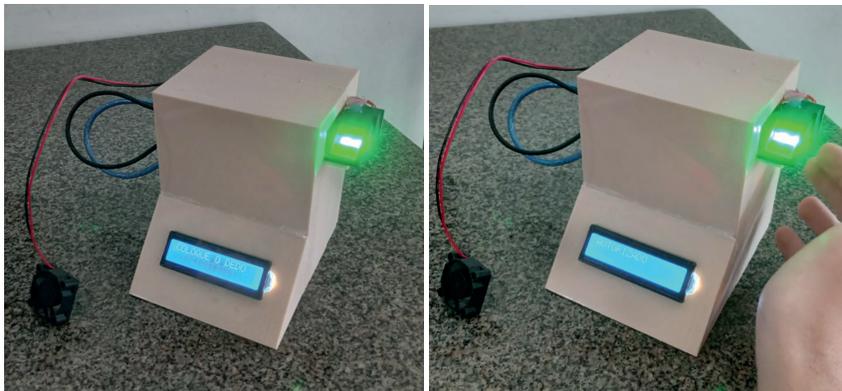
<https://docs.arduino.cc/static/224797bd731fc29c46172f9198cb1fc1/A000005-datasheet.pdf>

[https://www.vanta.com/landing/iso-27001?cq\\_src=google\\_ads&cq\\_cmp=20255242959&cq\\_con=148784809574&cq\\_term=iso27001&cq\\_med=&cq\\_plac=&cq\\_net=g&cq\\_pos=&cq\\_plt=gp&utm\\_term=&utm\\_campaign=&utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_content=&hsa\\_acc=4880914058&hsa\\_cam=20255242959&hsa\\_grp=148784809574&hsa\\_ad=661448638690&hsa\\_src=g&hsa\\_tgt=kwd-473470047&hsa\\_kw=iso27001&hsa\\_mt=e&hsa\\_net=adwords&hsa\\_ver=3&gad=1&gclid=EAIaIqobChMIwsLw2rHh\\_wIVROZcCh01TQXNEAAYASAAEgKit\\_D\\_BwE](https://www.vanta.com/landing/iso-27001?cq_src=google_ads&cq_cmp=20255242959&cq_con=148784809574&cq_term=iso27001&cq_med=&cq_plac=&cq_net=g&cq_pos=&cq_plt=gp&utm_term=&utm_campaign=&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_content=&hsa_acc=4880914058&hsa_cam=20255242959&hsa_grp=148784809574&hsa_ad=661448638690&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-473470047&hsa_kw=iso27001&hsa_mt=e&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad=1&gclid=EAIaIqobChMIwsLw2rHh_wIVROZcCh01TQXNEAAYASAAEgKit_D_BwE)

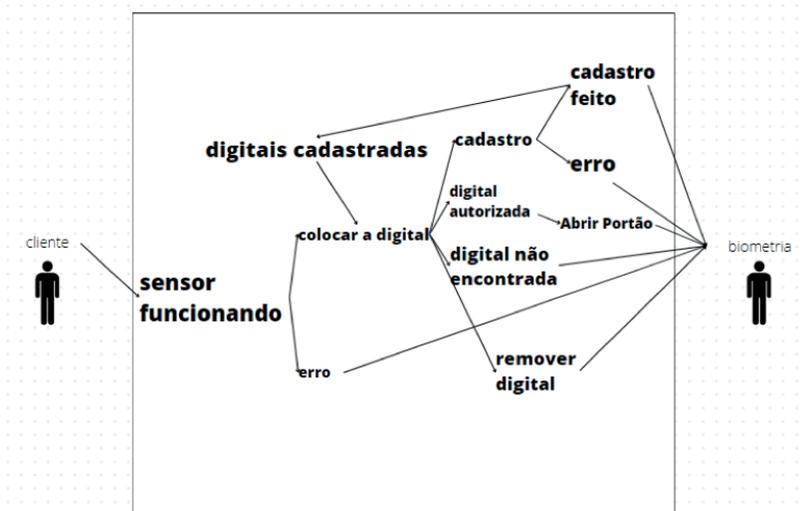
<https://cdn.awsli.com.br/945/945993/arquivos/FPM10A-DY50.pdf>

## APENDICES

### Apendices A



### Apendice B - Diagrama de caso de uso



## Apendice C – Circuito criado no Easyeda

