

# Introdução à Produção de PCB

- Capítulo 1: Introdução PCBs
  - Introdução PCBs
- Capítulo 2: Introdução
  - Introdução
- Capítulo 3: Introdução à plataforma
  - Introdução à Plataforma
- Capítulo 4: Esquemático
  - Esquemático
  - Atividades
- Layout da PCB
  - Atividades
  - Layout da PCB
- Projeto Final
  - Projeto Final
- Referência Bibliográfica
  - Referências

# Capítulo 1: Introdução PCBs

# Introdução PCBs

## O que é PCB?

PCB é a sigla para Printed Circuit Board (Placa de Circuito Impresso em português), ou seja, são placas que contêm os circuitos usados nos dispositivos eletrônicos, dos mais simples, como controles remotos, até os mais complexos, como computadores e satélites. Elas geralmente são feitas de cobre, material condutor, e fibra de vidro, material que dá robustez, e podem ser projetadas para diferentes tipos de circuitos e componentes, dependendo do seu projeto e requisitos. Diferente do que ocorre em protoboard, nela os componentes são conectados por trilhas de cobre. Nas próximas seções, veremos mais detalhes desse componente eletrônico que está tão presente no dia a dia.

## Componentes de uma PCB

Antes de começar a se aprofundar, aqui estão alguns componentes básicos que serão citados ao longo da apostila:

- Trilhas: são os traços de cobre que realizam as conexões entre os componentes;
- Vias: são furos metalizados na placa que permitem a conexão elétrica entre diferentes camadas de cobre da PCB, como entre a camada superior e a inferior. Elas são usadas para interligar as trilhas e os circuitos que podem estar em diferentes camadas da placa;
- Componente Through Hole: são os componentes que possuem "pernas" e essas que são soldadas nas placas;
- Componente SMD: são componentes ultra-pequenos que são soldados diretamente nas placas;
- Pads: são as áreas metalizadas onde são colocados os componentes.

## Camadas da PCB

A estrutura da PCB é composta por diferentes camadas:

- Camada de cobre: é a camada que possui o material condutor dos sinais elétricos, o cobre. Elas podem ser tanto externas, chamadas de "*Bottom*" e "*Top*", como internas.
- Substrato: geralmente essa camada é feita de fibra de vidro e tem a função de trazer robustez à placa, tornando-a mais durável e estável;

- Máscara de solda: é uma camada fina isolante aplicada na camada de cobre e tem como função proteger a camada de cobre de corrosão e outros danos;
- Silk Scream: é a camada onde ficam os textos e os desenhos dos componentes que ficarão na placa. Ela mostra a posição, o formato, e a denominação dada ao componente, ajudando na compreensão para a montagem.

## Tipos de PCB

- De face única: apresenta apenas uma camada de material condutor;
- Dupla face: apresenta duas camadas de material condutor, permitindo a soldagem dos componentes no "Top" e "Bottom";
- Multicamadas: essas placas apresentam camadas de cobre externas e mais camadas internas de cobre;
- Flexíveis: são formadas por materiais flexíveis que permitem a flexibilidade da placa sem danificá-la. Essa característica contribui para a diminuição de custos, espaço e peso;
- Rígidas: são mais robustas graças aos materiais que as compõem, geralmente fibra de vidro, que são sólidos. Nesse tipo, temos baixos ruídos e absorção de vibração.

## Aplicações de PCBs

- Eletrônica de Consumo;
- Automotivo;
- Aeroespacial;
- Medicina;
- Industrial.

## Etapas de fabricação de uma PCB

Para produzir uma PCB, precisamos passar por diferentes etapas até chegar ao produto final da PCB física. Elas são:

- Teste em protoboard: antes de fazer seu circuito na PCB, teste seu funcionamento em uma protoboard para conferir se todos os circuitos estão funcionando da maneira correta;
- Design: o Design é o foco desse curso. Nele, criamos o esquemático e layout da placa utilizando software especializado, como o EasyEDA;
- Fabricação: é o processo de passar o desenho do software para sua versão física. Nela, temos diversas etapas, como corrosão das trilhas e perfuração dos furos para os componentes;
- Montagem: ocorre quando os componentes da placa são colocados, sendo a camada Silk Scream muito usada nessa hora, e soldados;
- Testes: quando finalizada, realize testes para assegurar o bom funcionamento da placa.

Em suma, é perceptível como elas desempenham grande importância em nossas vidas. Ademais, também são de grande importância para a OBSAT, já que através dela teremos o projeto físico final. Por isso, nessa apostila, será explicado como realizar o design das PCBs e, ao final do curso, os alunos deverão ter capacidade de desenvolver todas as placas necessárias para o satélite, main board, payload, etc., entre outros projetos.

# Capítulo 2: Introdução

# Introdução

Este curso é projetado para introduzir os participantes ao mundo da produção de Printed Circuit Board (PCB) usando o software open-source EASYEDA. Os alunos aprenderão conceitos básicos de como utilizar o software de modo que, ao final do curso, serão capazes de desenvolver seus projetos, que inicialmente eram feitos em protoboard, para uma PCB. Assim, os alunos desenvolverão habilidades essenciais para projetos de design, engenharia e fabricação digital, em especial, estruturas utilizadas para a OBSAT MCTI. O curso foi baseado nas apostilas que estão em [Referências](#).

## Objetivos do curso

O atual curso tem como objetivo:

- Compreender os conceitos básicos do que é uma PCB e sua importância no dia a dia e no projeto;
- Compreender os conceitos básicos de produção de PCB e sua importância no design e engenharia;
- Aprender a utilizar a plataforma EASYEDA para o desenvolvimento de PCB;
- Desenvolver habilidades práticas na criação e edição de modelos de PCB;
- Aplicar os conhecimentos em projetos práticos e criativos de satélites.

# Capitulo 3: Introdução à plataforma

# Introdução à Plataforma

## O que é EASYEDA?

EASYEDA é um software de desenvolvimento de placa de circuito impresso. Nele, conseguimos criar o esquemático dos circuitos (as representações gráficas de como estão as conexões de um circuito), o layout da PCB (o design da placa com a disposição das trilhas de cobre e de onde ficarão os componentes) e até mesmo fazer simulações.

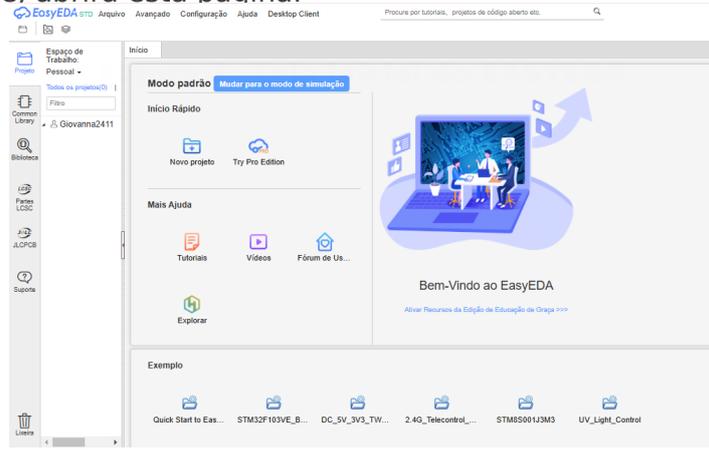
Sua praticidade está relacionada ao fato de ser um software gratuito, podendo ser usado online, com diversas ferramentas e funções disponíveis.

## Como criar uma conta no EASYEDA?

Acesse o site [EASYEDA](#) e escolha a opção "**Standard**" ou "**Pro**", como mostrado na Figura 1, ambas as opções são gratuitas.



Após fazer o login no site, abrirá esta página:



**Fonte:** EASYEDA

Nela, podemos ver centralizado na tela a opção "**Mais ajuda**", com diversas funções para auxiliar o usuário. Além disso, no canto esquerdo, há as funções que serão utilizadas ao longo deste curso.

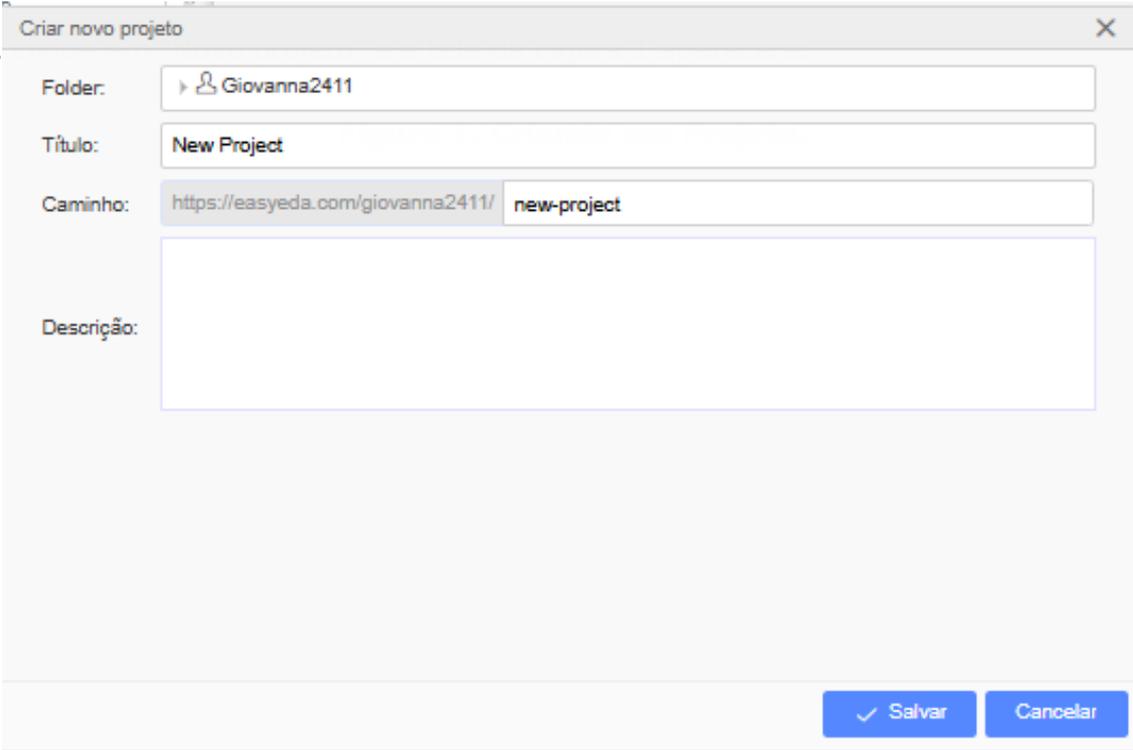
# Capítulo 4: Esquemático

# Esquemático

Nessa seção, falaremos das funções básicas usadas no esquemático.

## Criando um novo projeto

Em início,



Criar novo projeto

Folder:

Título:

Caminho:

Descrição:

✓ Salvar Cancelar

**Fonte:** [EASYEDA](#)

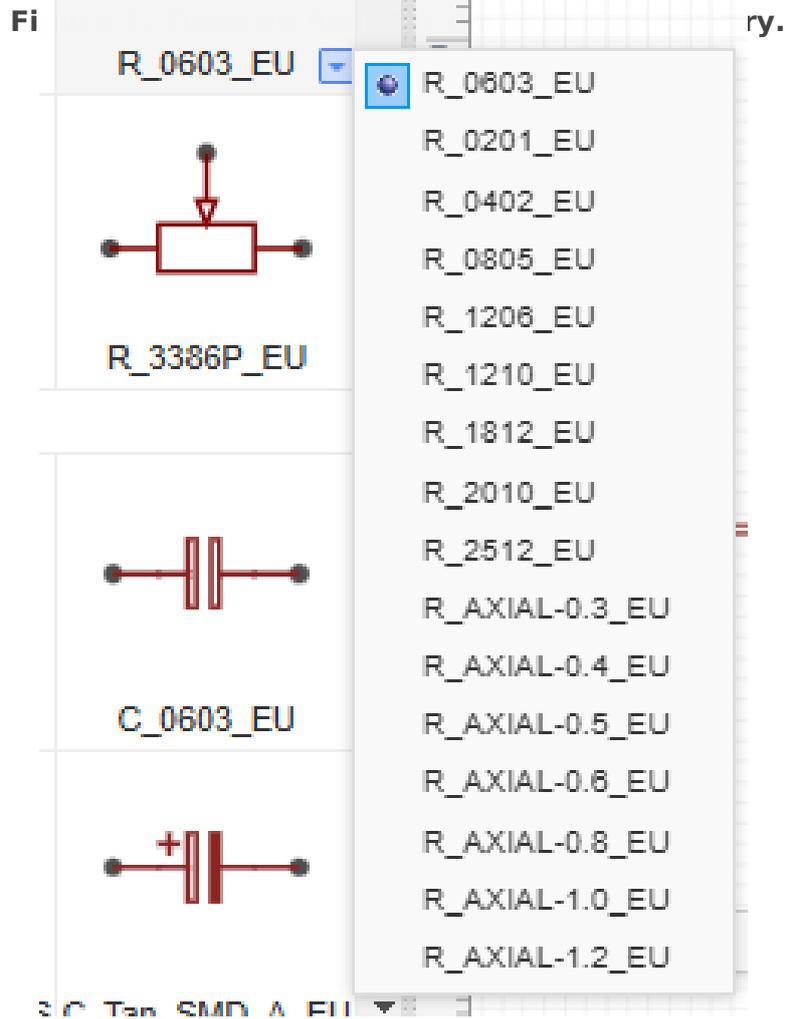
Após fazer as alterações necessárias nessa tela, selecione "Salvar" para abrir a tela do esquemático.

Durante o projeto, dois atalhos serão bastante usados:

- **Tecla R** para rodar os componentes.
- **Tecla W** para criar as conexões.

## Ferramentas básicas: Common Library

A **Common Library** é a biblioteca de referência do sistema que contém componentes básicos. Nela, encontramos componentes tanto no americano quanto no europeu. Além disso, para alterar o tamanho do componente, basta clicar no ícone de escala no canto inferior direito que aparece ao selecionar um componente.



Fonte: [EASYEDA](#)

## Ferramentas básicas: Biblioteca

A **Biblioteca** é a seção que possui diversas bibliotecas online. Nela, encontramos as seguintes abas:

- **Espaço de Trabalho:** bibliotecas criadas pelo próprio usuário.
- **LCSC:** componentes da empresa JLC.
- **Sistema:** biblioteca mais ampla do sistema.

- **Contribuídos por usuários:** componentes criados por outros usuários. Cuidado ao usar os componentes dessa biblioteca, pois nem todos podem estar com as dimensões corretas.

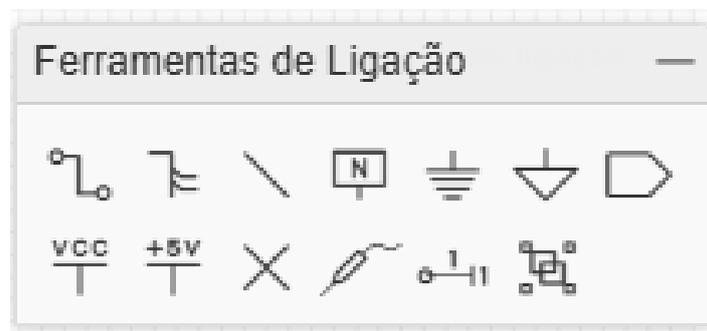
Antes de prosseguir, explore essas bibliotecas e os componentes que elas oferecem. Para um estudo mais completo, pesquise por componentes como optoacoplador e regulador de tensão.

## Ferramentas de Ligação

Na tela do esquemático, temos os seguintes comandos:

- **Wire (W):** cria conexões entre os componentes.
- **Bus (B):** conecta múltiplos fios.
- **Bus Entry:** conecta o "Bus" a outras redes de fios.
- **NetLabel:** nomeia os fios para facilitar identificação.
- **Porta-Net:** semelhante ao NetLabel.
- **Bandeira Não-Conectada:** indica que um pino não será utilizado.
- **Sonda de Tensão:** mede a forma de onda em simulações.
- **Pin (P):** adiciona pinos a um componente criado pelo usuário.
- **Agrupar/desagrupar símbolos:** organiza os símbolos nos esquemáticos.

Na Figura 3, vemos a janela e a representação de suas funções:



Fonte: [EASYEDA](#)

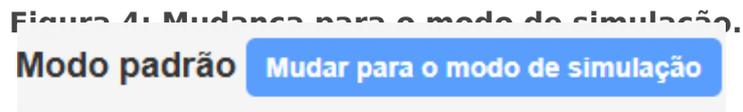
## Ferramentas de Desenho

Aqui é possível criar diversas formas e utilizar configurações adicionais, como inserir imagens e mover componentes.

## Simulação de Circuitos

Além da criação de PCBs, o **EASYEDA** permite a simulação de circuitos. Para isso:

1. Vá em "Início" → "Modo Padrão" → "Mudar para o modo de simulação".



Fonte: [EASYEDA](#)

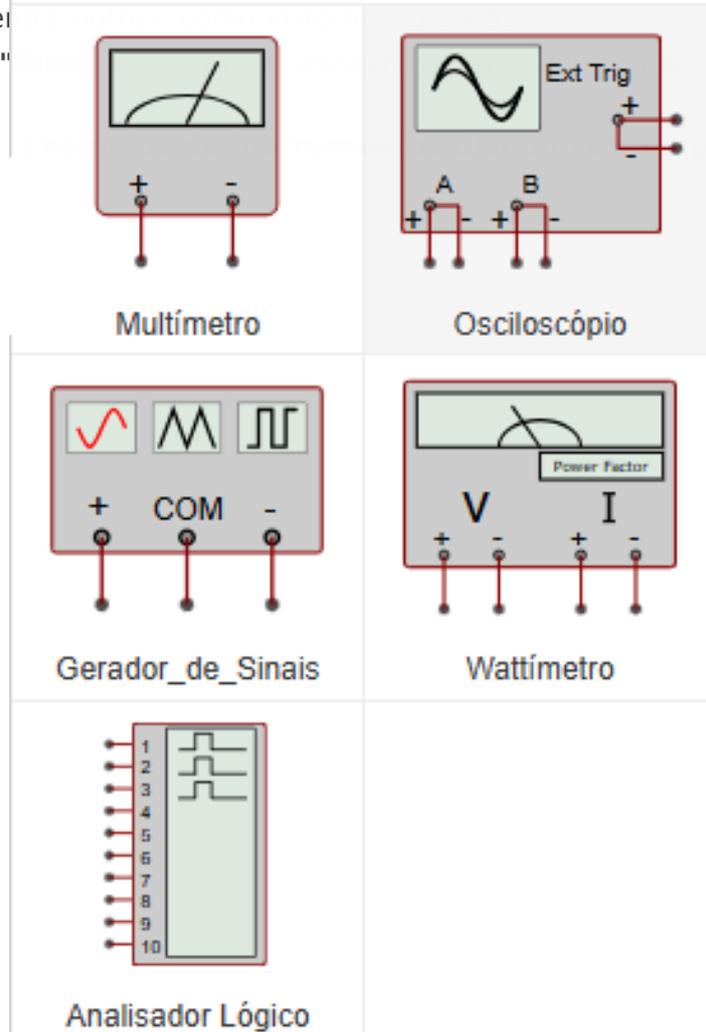
Após essa alteração, algumas mudanças ocorrerão na plataforma:

- A **Common Library** gerador de sinais, e
- A **biblioteca será "**

**Instrumentos / Medidores**

com osciloscópio,

Figura 5:



plataforma.

Fonte: [EASYEDA](#)

Agora, crie seu circuito normalmente, adicione os instrumentos necessários e execute a simulação.

# Resumo do Capítulo

Neste capítulo, aprendemos:

- **Common Library:** contém componentes básicos como resistores e LEDs.
- **Biblioteca:** possui uma grande variedade de componentes online.
- **Ferramentas de Ligação:** utilizadas para conectar os componentes no esquemático.
- **Ferramentas de Desenho:** permitem personalizar a PCB.
- **Modo Simulação:** possibilita testar o circuito antes da produção.

# Atividades

Vamos praticar o que aprendemos! As atividades serão divididas por nível:

- **N1:** Circuitos para alunos do Fundamental II.
- **N2:** Circuitos para alunos do Ensino Médio.
- **N3:** Circuitos para alunos do Ensino Superior.

Para todas as atividades, utilizaremos o microcontrolador **ESP32**.

---

## Atividade Nível 1

Nesse primeiro circuito, iremos usar 4 componentes:

- **Sensor DHT22:** Esse é um sensor digital que captura dados de temperatura e umidade. De acordo com seu datasheet, ele funciona em uma faixa de -40°C a -80°C com uma precisão de 0.5°C para temperatura e de 0-100% para umidade com precisão de 2% da umidade relativa. Além disso, ele consegue detectar dados a cada 2 segundos ;
- **Buzzer:** dispositivo eletrônico que emite um som que pode ser agudo ou grave quando acionado. Dentre os tipos de Buzzer, podemos citar 2, o ativo e o passivo. No primeiro, o componente emite um som ao ser energizado corretamente, assim, não é possível variar o som emitido. Já no segundo, é preciso um circuito externo para gerar o som, logo é possível ter uma variedade nos sons emitidos;
- **LED;**
- **Resistor.**

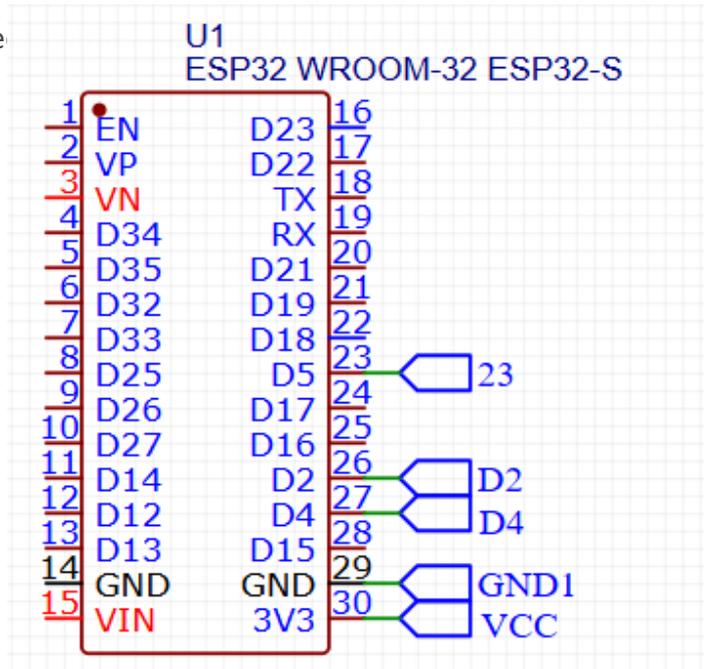
Desse modo, o objetivo dessa atividade é criar um circuito com um sensor DHT22 que aciona um LED ou um Buzzer, dependendo da temperatura atingida. Para isso, vamos compreender o funcionamento do circuito primeiro. Precisamos conectar o terminal positivo do Buzzer a um pino no ESP32 que gere um sinal PWM, aqui será o pino 23, para controlar a saída de som e conectar um resistor entre o ground do microcontrolador e do Buzzer; o sensor deve ter seu canal 2 conectado tanto a qualquer canal digital GPIO do ESP32 quanto a um resistor de 10KΩ de pull-up, o canal 1 e a outra perna do resistor devem ser conectadas ao 3.3V no ESP32 e o canal 3 não deve ter conexão.

Seguindo para o EasyEda, siga as instruções para encontrar os componentes:

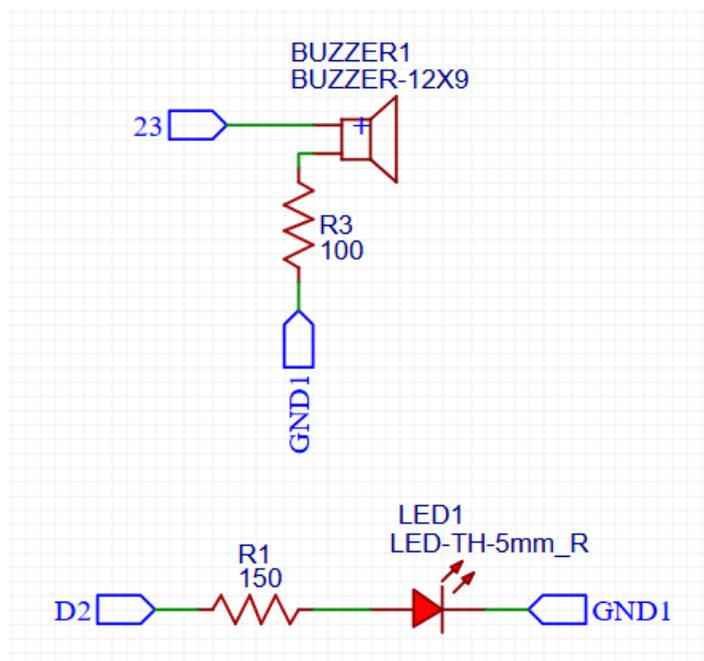
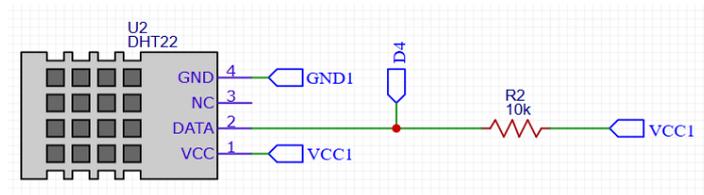
- Em "*Common Library*", selecione os componentes: Resistor "*R-AXIAL-0.4-US*" e o LED "*LED-TG-5MM-R*";

- "DHT22" em "Biblioteca" - "Sistema 1";
- Em "Biblioteca" pesquise por "ESP32 Wroom" e selecione o modelo "ESP32 WROOM-32 ESP32-S" em "Contribuído por usuários".

Fazendo as conexões ne



Fonte: [EASYEDA](#)



# Atividade Nível 2

Nesse circuito, iremos usar 3 componentes:

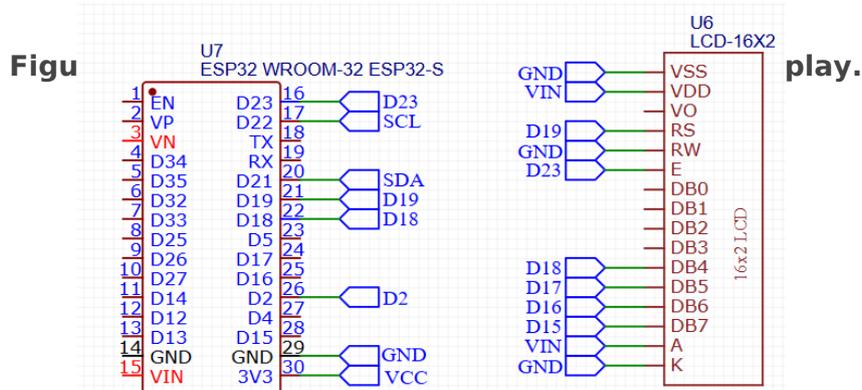
- **Display LCD 16x2:** esse dispositivo permite visualizar os dados captados pelo sensor em uma disposição de 8 caracteres e 2 linhas. Esse dispositivo pode funcionar tanto com uma comunicação I2C ou sem;
- **Sensor BMP280:** Esse é um sensor que capta dados de pressão e temperatura. De acordo com seu datasheet, ele funciona em uma faixa de 300 a 1100 hPa para pressão com uma precisão de 0.12hPa e de -40°C a -80°C para temperatura **colocar referência;**
- **ESP32.**

Assim, o objetivo desse circuito é mostrar no display os dados de pressão ou temperatura que podem ser coletados pelo BMP280. Para isso, vamos compreender o funcionamento do circuito primeiro. Primeiro vamos falar sobre o protocolo de comunicação I2C. De forma simples, nessa comunicação existem dois tipos de dispositivos: o primário, dispositivo que solicita os dados, e o secundário, dispositivo que envia esses dados, sendo que, podem ter vários dispositivos escravos conectados a um mestre já que cada um possui um endereçamento único. Também, nessa comunicação temos os pinos SDA e o SCL. O pino SDA é responsável por transmitir e receber as informações e o pino SCL pelo sinal de clock. Assim, a conexão do BMP é simples, os pinos de alimentação e de comunicação deverão ser conectados a seus equivalentes no ESP32, já o display tem mais conexões necessárias que estão mostradas na Figura X.

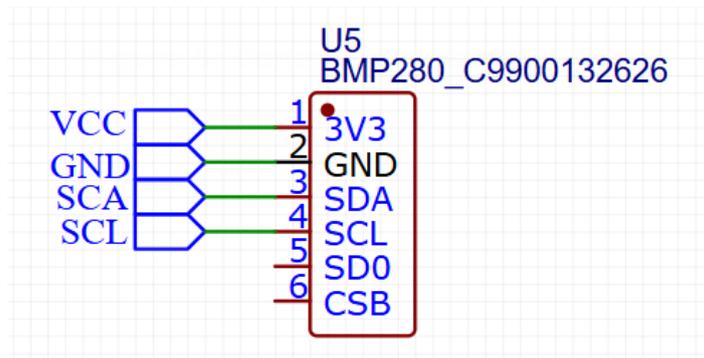
Seguindo para o esquemático, siga as instruções:

- Em "*Biblioteca*" pesquise BMP280 em "*LCSC*" e selecione o modelo "*BMP280\_C9900132626*";
- Em "*Biblioteca*" pesquise por "*ESP32 Wroom*" e selecione o modelo "*ESP32 WROOM-32 ESP32-S*" em "*Contribuído por usuários*".

Fazendo as conexões necessárias, seu circuito deverá ficar desse modo:



Fonte: [EASYEDA](#)



Fonte: [EASYEDA](#)

## Atividade Nível 3

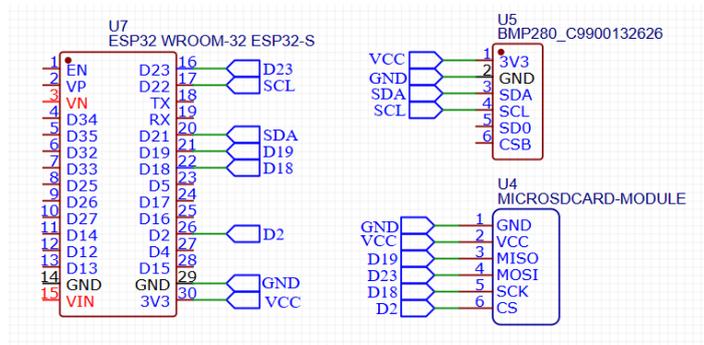
Nesse circuito, iremos usar 3 componentes:

- **Módulo Cartão SD:** iremos armazenar os dados coletados nele para consultar em outro dispositivo quando necessário;
- **Sensor BMP280;**
- **ESP32.**

Nessa atividade, vamos fazer um circuito com um sensor que usa a comunicação I2C e que armazena memória. Para isso, siga as instruções:

- Em "*Biblioteca*" pesquise BMP280 em "*LCSC*" e selecione o modelo "*BMP280\_C9900132626*";
- "*MICROSDCARD-MODULE*" em "*Biblioteca*" - "*Contribuídos por usuários*";
- Em "*Biblioteca*" pesquise por "*ESP32 Wroom*" e selecione o modelo "*ESP32 WROOM-32 ESP32-S*" em "*Contribuído por usuários*".

Seu esquemático deverá ficar com essas conexões:



Fonte: [EASYEDA](#)

Os datasheets podem ser encontrados em [Referências](#).

# Layout da PCB

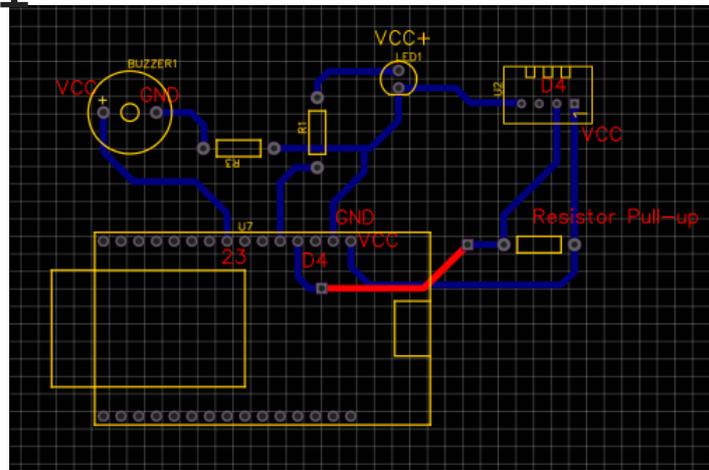
# Atividades

Aqui estão os gabaritos dos circuitos desenvolvidos no esquemáticos feitos na seção anterior. Essas não são a única forma de fazê-las, você pode adaptá-las de forma que se encaixe melhor no seu projeto.

Os componentes irão aparecer automaticamente assim que você salvar o esquemático e convertê-lo para PCB ou atualizá-lo. Também, vamos seguir algumas regras, como:

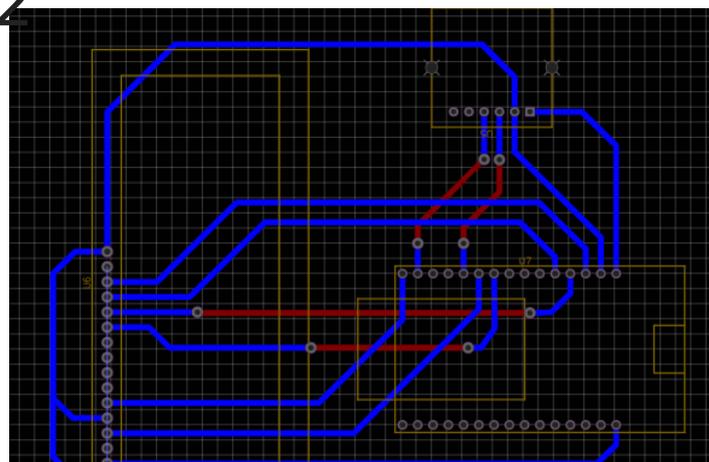
- Deixar os componentes perto de suas conexões;
- Evitar fazer conexões com ângulo de 90°;
- Conexões de solda devem ficar no "BottomLayer", já que nossos componentes irão ficar no "TopLayer". "TopLayer" deve ser usado apenas para as trilhas não se cruzarem;
- Não passar trilhas por cima de furos de outros componentes;
- Evitar fazer transições Top e Bottom nas trilhas.

## Atividade 1



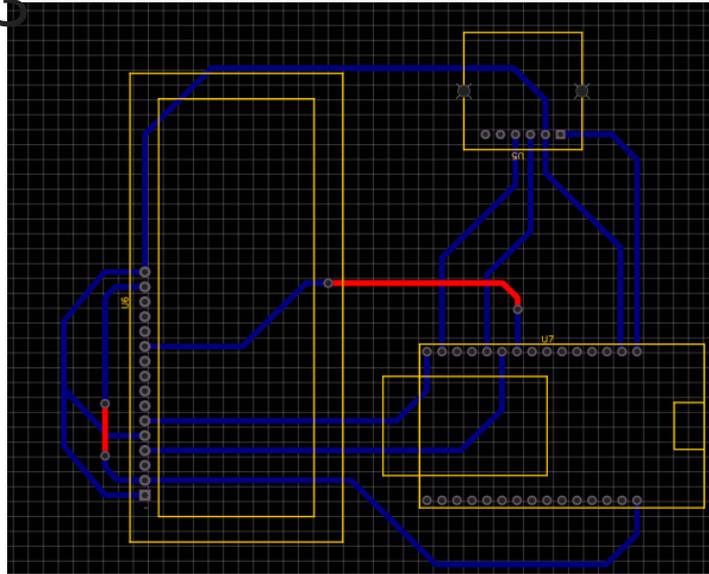
**Fonte:** Autoria própria

## Atividade 2



Fonte: Autoria própria

# Atividade 3

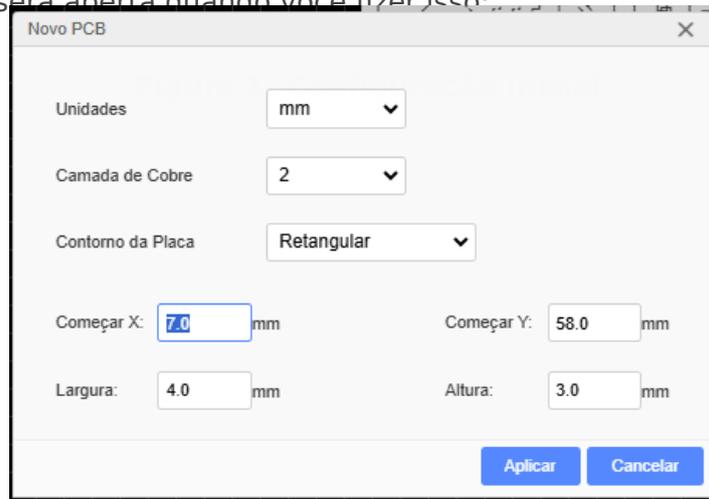


Fonte: Autoria própria

# Layout da PCB

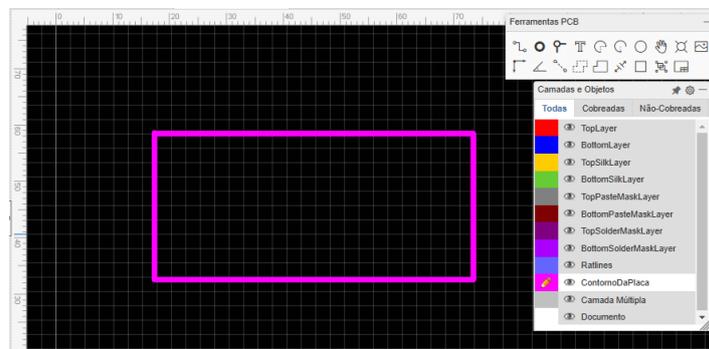
## Passos Iniciais

Após criar o circuito no esquemático, selecione "Design" e "Update PCB" para começar a criar a PCB. A tela da Figura 1 será aberta quando você fizer isso:



Fonte: [EASYEDA](#)

Nessa tela podemos configurar a unidade, deixe em "mm" preferencialmente, a quantidade de camadas, para placas simples 2 camadas é o suficiente, e o tamanho da placa. Selecione "aplicar" para criar o projeto. A tela da Figura 2 será aberta contendo os componentes do seu projeto:

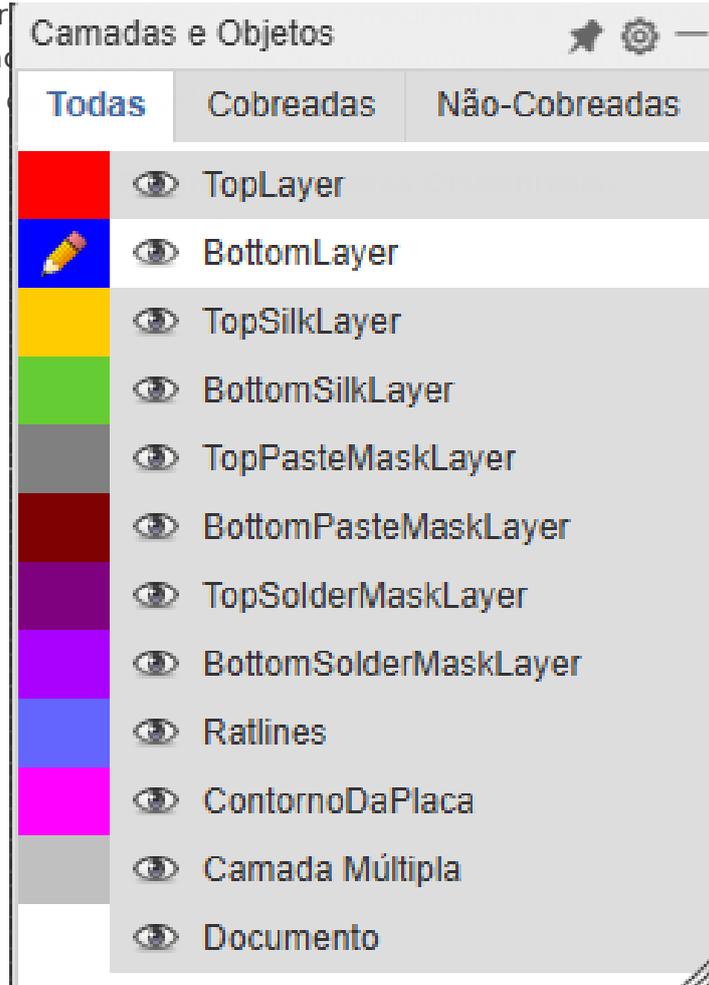


Fonte: [EASYEDA](#)

Antes de irmos para a próxima atividade, reflita sobre qual seria a melhor camada para fazer as trilhas dos componentes, o "BottomLayer" ou o "TopLayer".

# Camadas e Objetos

Em "Camadas e Objetos", visto na Figura 3, você acha as diversas camadas para usar na sua placa, sendo as mais usadas o "TopLayer" e "BottomLayer". Além disso, temos também o "TopSilkLayer" e "BottomSilkLayer" que são as marcações dos componentes das placas, o "Ratlines" que são as trilhas azuis para indicar a placa que te permite refazer as bordas da placa a qualquer momento ao clicar no símbolo do olho ao lado

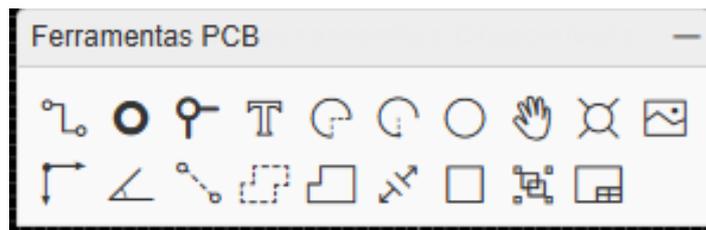


Fonte: [EASYEDA](#)

## Ferramentas da PCB

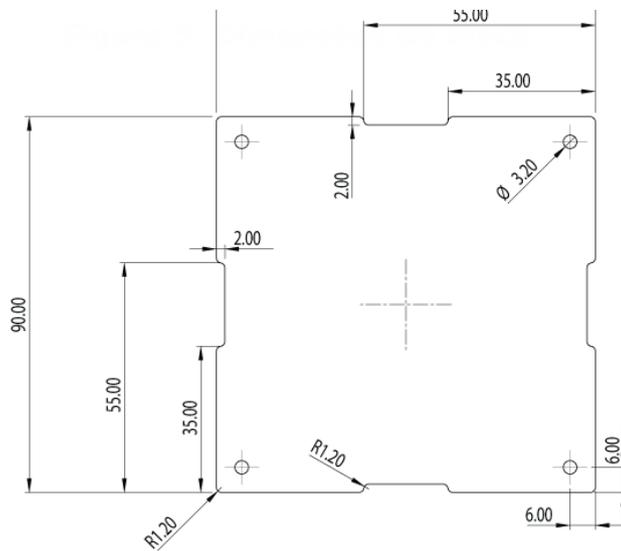
Em "Ferramentas da PCB", visto na Figura 4, você encontrará:

- **Track** (atalho letra W): Assim como no esquemático, você usa a tecla "w" para criar as ligações;
- **Pad** (atalho tecla P): cria furos que podem ter diversos usos, como fazer pontos de testes. Em suas propriedades é possível alterar o seu tamanho, formato, etc;
- **Via** (atalho tecla V): é usado para conectar as camadas. Assim, uma mesma trilha pode passar por diferentes camadas;
- **Text**: essa função permite criar um texto que será impresso na placa;
- **Arc e Arc Center**: criam um arco, possibilitando desenhar placas com diferentes formatos;
- **Buraco**: aqui você pode adicionar buracos de sustentação na sua placa. Em suas propriedades é possível alterar o seu tamanho, etc;
- **Set Canvas Origin**: essa função zera as coordenadas a partir do ponto selecionado, permitindo uma precisão maior na hora de posicionar os componentes;
- **Transferidor**: mede o ângulo;
- **Conect Pad to Pad** (atalho tecla O): cria conexões Ratlines entre os Pads;
- **Copper Area**: Função que mantém o cobre da placa e só tira onde tem as trilhas;
- **Dimension** (atalho tecla N): usado para medir as distâncias entre pontos.



**Fonte:** [EASYEDA](#)

Para treinar as funções das Ferramentas da PCB, crie uma placa com as dimensões da Figura a 5. Não precisa colocar nenhum componente em específico, foque em deixar as dimensões mais próximas o possível das dimensões da imagem.

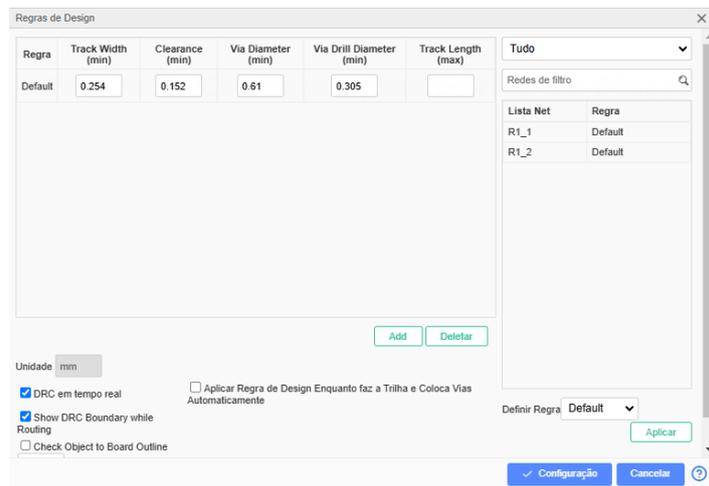


# Desenvolvimento do Projeto

Para o seu projeto, é importante seguir algumas práticas de boa engenharia. Com o projeto criado, arrume os componentes de uma forma que facilite a passagem das trilhas.

Em Design, selecione "CHECK DLC" para verificar os erros dos seus circuitos. Além disso, também em Design, selecione "Regras de Design" para setar parâmetros para o seu projeto. A tela da

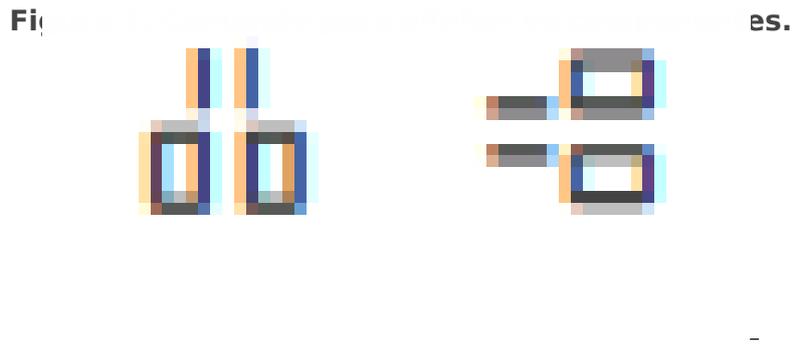
Figura 6 abrirá:



**Fonte:** [EASYEDA](#)

Ao selecionar uma trilha, abrirá uma aba com várias propriedades que podem ser alteradas. Dentre as mais importantes, temos a opção "Camadas" que permite trocar a camada da trilha sem precisar refazê-la e a opção largura que permite aumentar ou diminuir o tamanho da trilha.

Quando se quer deixar os componentes alinhados, tanto horizontal quanto verticalmente, basta ir em:



Fonte: [EASYEDA](#)

## Resumo do Capítulo

Nesse capítulo nos aprofundamos nas funções da Layout da PCB. Nele, descobrimos como inserir algumas configurações em nossa placa, as utilidades das funções da janela "Camadas e Objetos", como usar as funções de "Ferramentas da PCB" para construir a placa e alguns padrões para seguir e deixar seu projeto mais profissional.

# Projeto Final

# Projeto Final

Por fim, vamos juntar os conhecimentos adquiridos ao longo do livro para fazer esse projeto final. Ele também é dividido em N1, N2 e N3 e consiste em criar uma placa meteorológica, sendo que, para alguns requisitos é necessário fazer pesquisa em outros meios e tomar decisões com base nisso. Os níveis mais avançados devem conter tudo o que os níveis anteriores têm.

Como parâmetros gerais, para todos os níveis, temos 3:

- O tamanho máximo da placa deve ser 20x20;
- A placa deve ter 4 furos de sustentação;
- Considere que as soldas dos componentes só podem ser feitas no "*BottomLayer*";

## Para o nível 1, temos os seguintes requisitos:

- Coloque dois LEDs na placa: um vermelho e um verde;
- Escolha um sensor de temperatura: DHT11 ou DHT22;
- Coloque o sensor MPU9250.

## Para o nível 2:

- Escolha um sensor de luz analógico para a placa;
- Adicione o sensor CCS811 em sua placa. Pesquise sobre ele para entender quais dados capta e quais conexões fazer;
- Escolha entre esses sensores de pressão: BMP108, BMP280 e BME280.

## Para o nível 3:

- Adicione um display para exibir os dados obtidos;
- Use um cartão SD para armazenar os dados obtidos.

Lembre-se de que os sensores devem ser escolhidos com base nos dados do datasheet. Se possível, testar o projeto feito na protoboard para conferir as conexões.

# Referência Bibliográfica

# Referências

Layout da PCB

## Referências

- **EasyEDA.** *EasyEDA Tutorial v6.4.32*, 2022. Disponível em: [https://image.easyeda.com/files/EasyEDA-Tutorial\\_v6.4.32.pdf](https://image.easyeda.com/files/EasyEDA-Tutorial_v6.4.32.pdf). Acesso em: 26 nov. 2024.
- **BRITES, Paulo.** *EasyEDA: Primeiros Passos*, 2019. Disponível em: <https://aprendaeletronica.paulobrites.com.br/wp-content/uploads/2019/09/EASY-EDA-PRIMEIROS-PASSOS.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2024.
- **EasyEDA.** *EasyEDA - Login*, 2024. Disponível em: [https://passport.easyeda.com/#/login?response\\_type=code&client\\_id=739ad3c2c22d424b9b2173a3737481af&redirect\\_url=https%3A%2F%2Feasyeda.com%2Flogin&state=1732657710&from=easyeda](https://passport.easyeda.com/#/login?response_type=code&client_id=739ad3c2c22d424b9b2173a3737481af&redirect_url=https%3A%2F%2Feasyeda.com%2Flogin&state=1732657710&from=easyeda). Acesso em: 26 nov. 2024.
- **LIU, Thomas.** *Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302)*. Aosong Electronics Co., Ltd, 2013.
- **SENSORTEC, Bosch.** *Digital pressure sensor*. May 7th, 2015.