Eagle e Fabricação de Placas de circuitos impressos

Professor Ricardo Kerschbaumer
ricardo.kerschbaumer@ifc.edu.br

http://professor.luzerna.ifc.edu.br/ricardo-kerschbaumer/

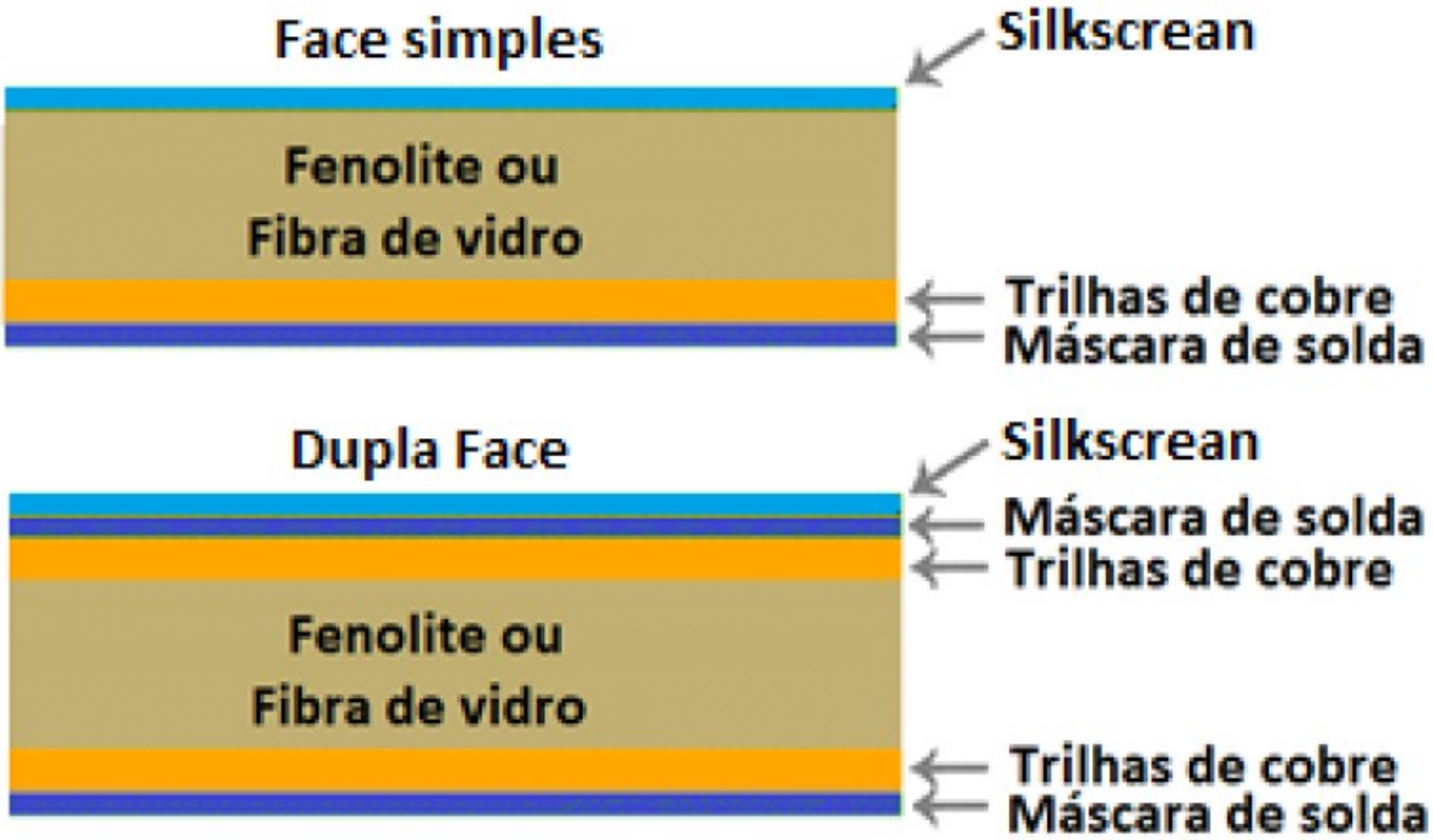
Introdução

O que são placas de circuito impresso?

Terminologia

- **Board ou PCB**: Se refere a placa de circuito Impresso.
- **Schematic**: É o diagrama eletrônico do circuito.
- **Wires ou Traces**: São as trilhas que interconectam eletricamente os componentes.
- **Pads**: São as ilhas nas extremidades das trilhas nas quais os componentes são soldados.
- **Vias**: São conexões elétricas que conectam trilhas de diferentes camadas da placa.
- **Layers**: São as camadas da placa.
- **Top Layer**: É a camada superior da placa.
- **Button Layer**: É a cama inferior da placa.
- **Component**: São os componentes eletrônicos do circuito.
- **Package**: É a embalagem de um determinado componente.
- **Silkscreen**: É a camada onde são impressos os textos informativos da placa.

Composição das placas



Métodos de fabricação de placas

Fabricação industrializada de placas de circuito impresso

- Desenho do diagrama esquemático
- Elaboração o layout da placa
- Exportação dos arquivos “Gerber”
- Fabricação das placas de circuito por uma empresa

Fabricação artesanal de placas de circuito impresso

- Desenho do diagrama esquemático
- Elaboração o layout da placa
- Processo de corrosão com produtos químicos
- Fresagem CNC
- Prototipagem a Laser etc

Diagrama Esquemático

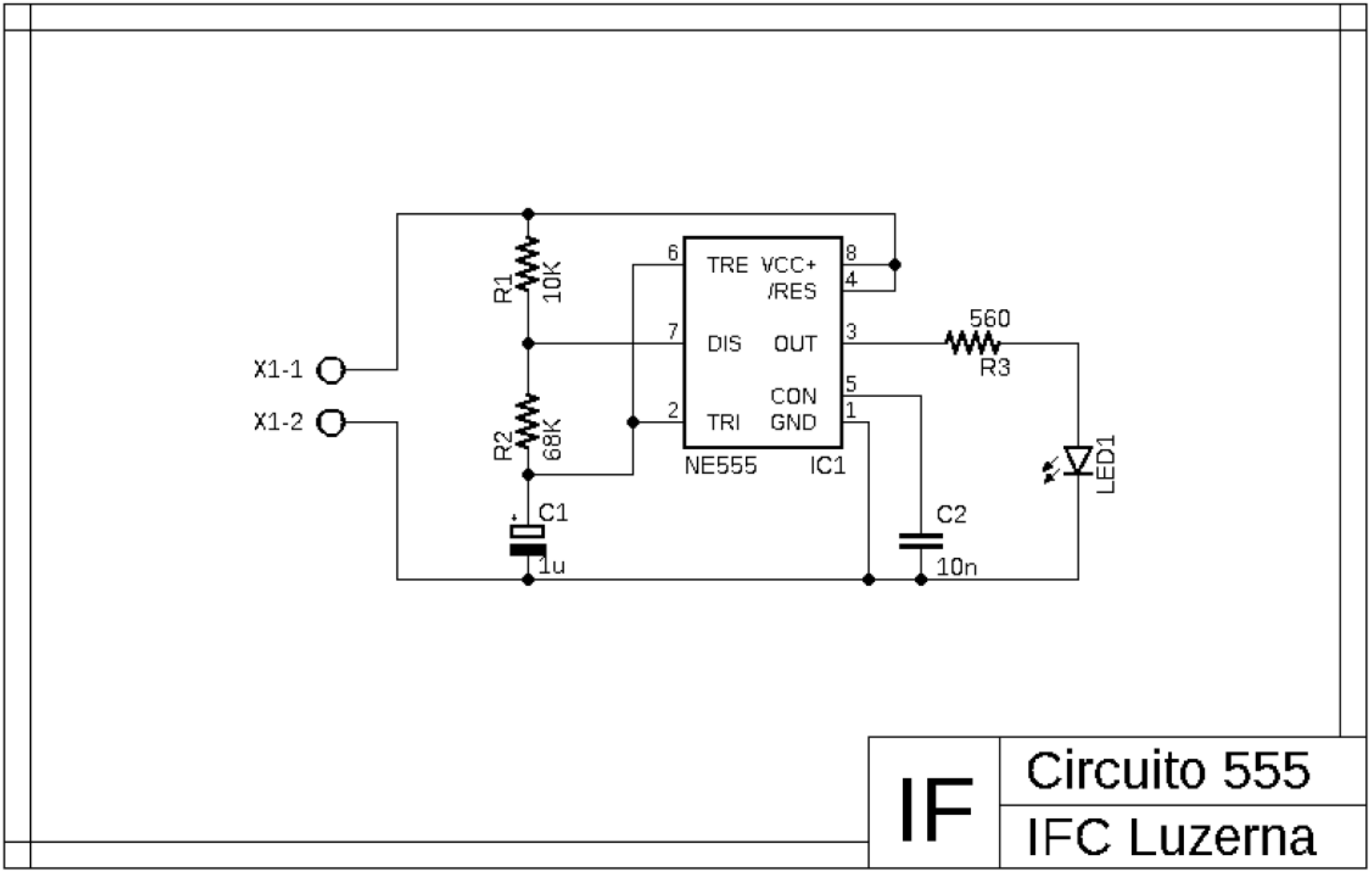


Diagrama Esquemático

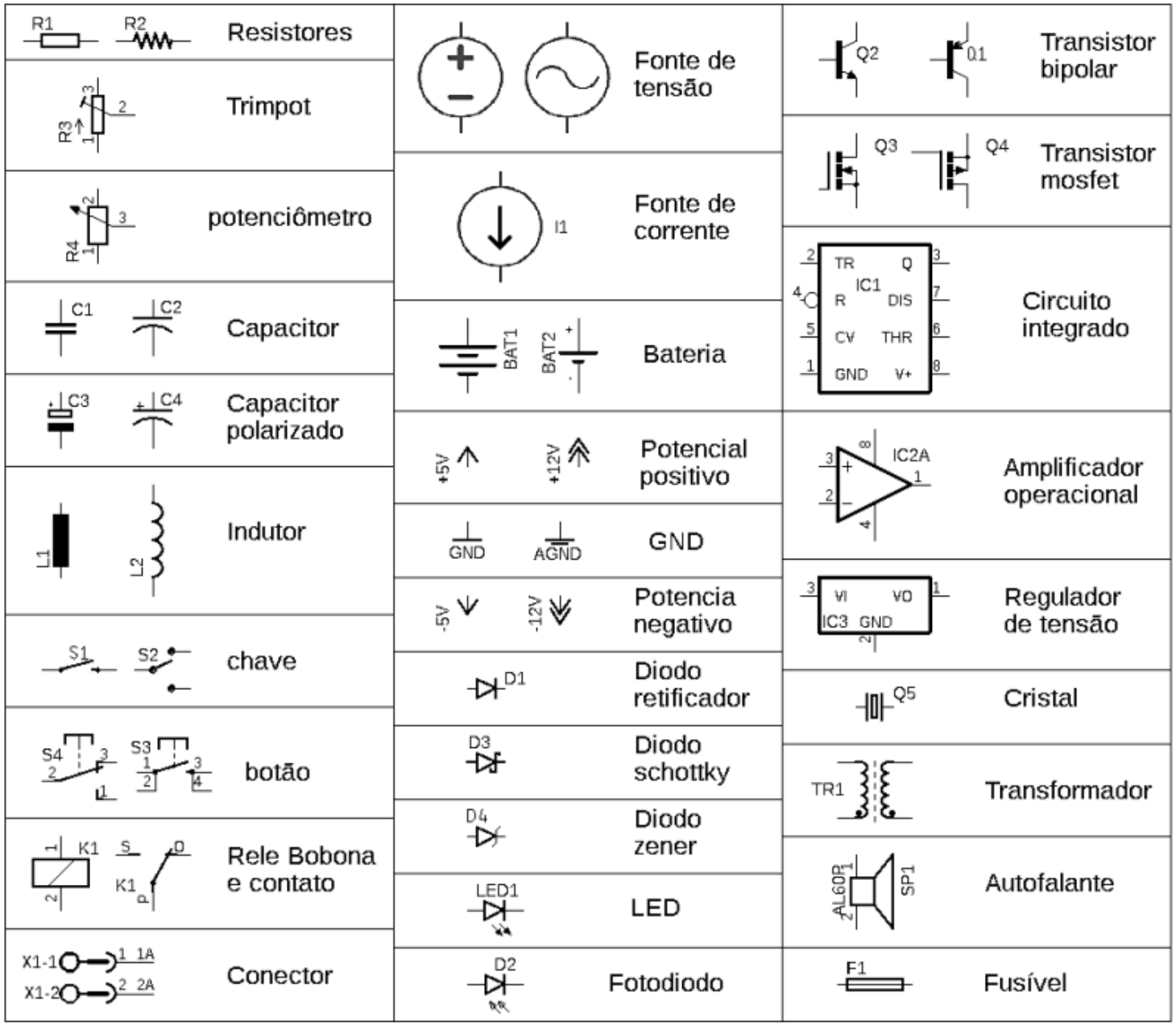


Diagrama Esquemático

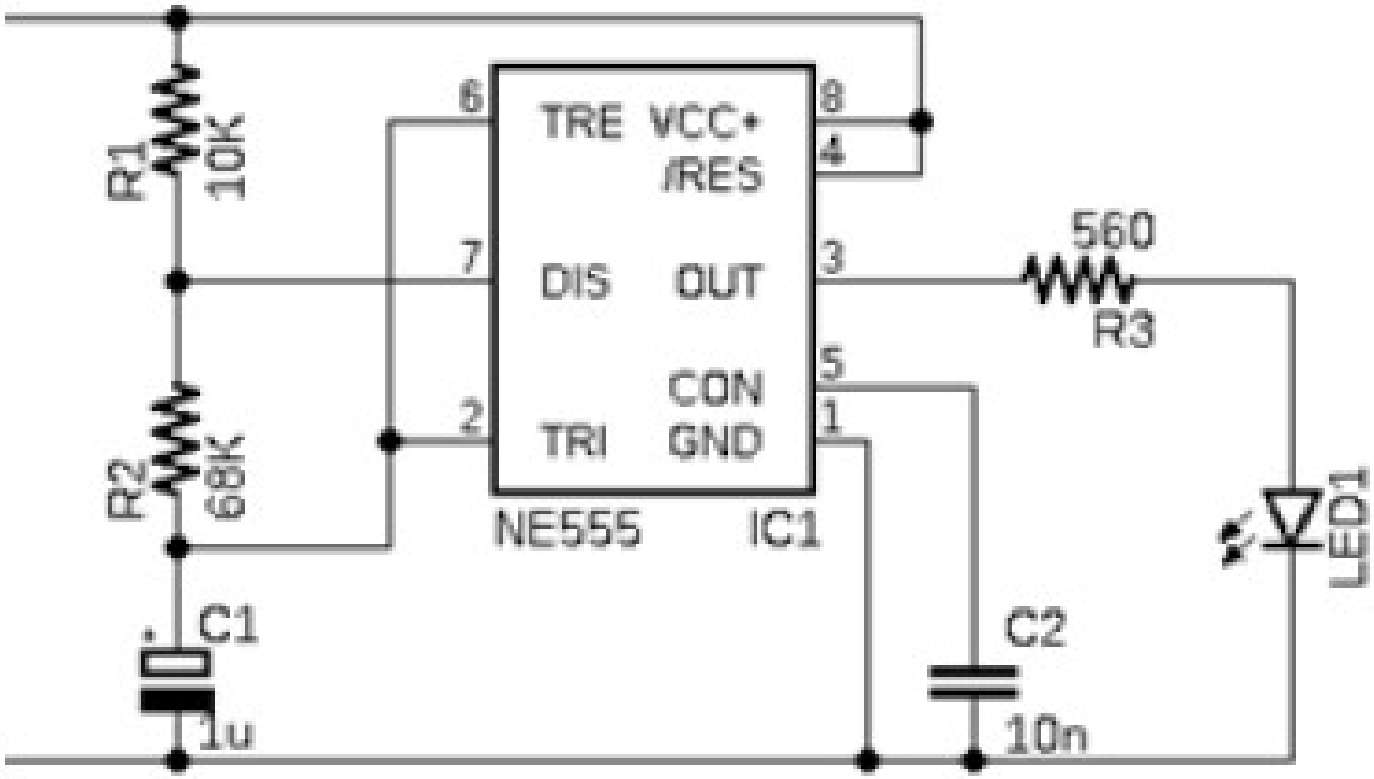
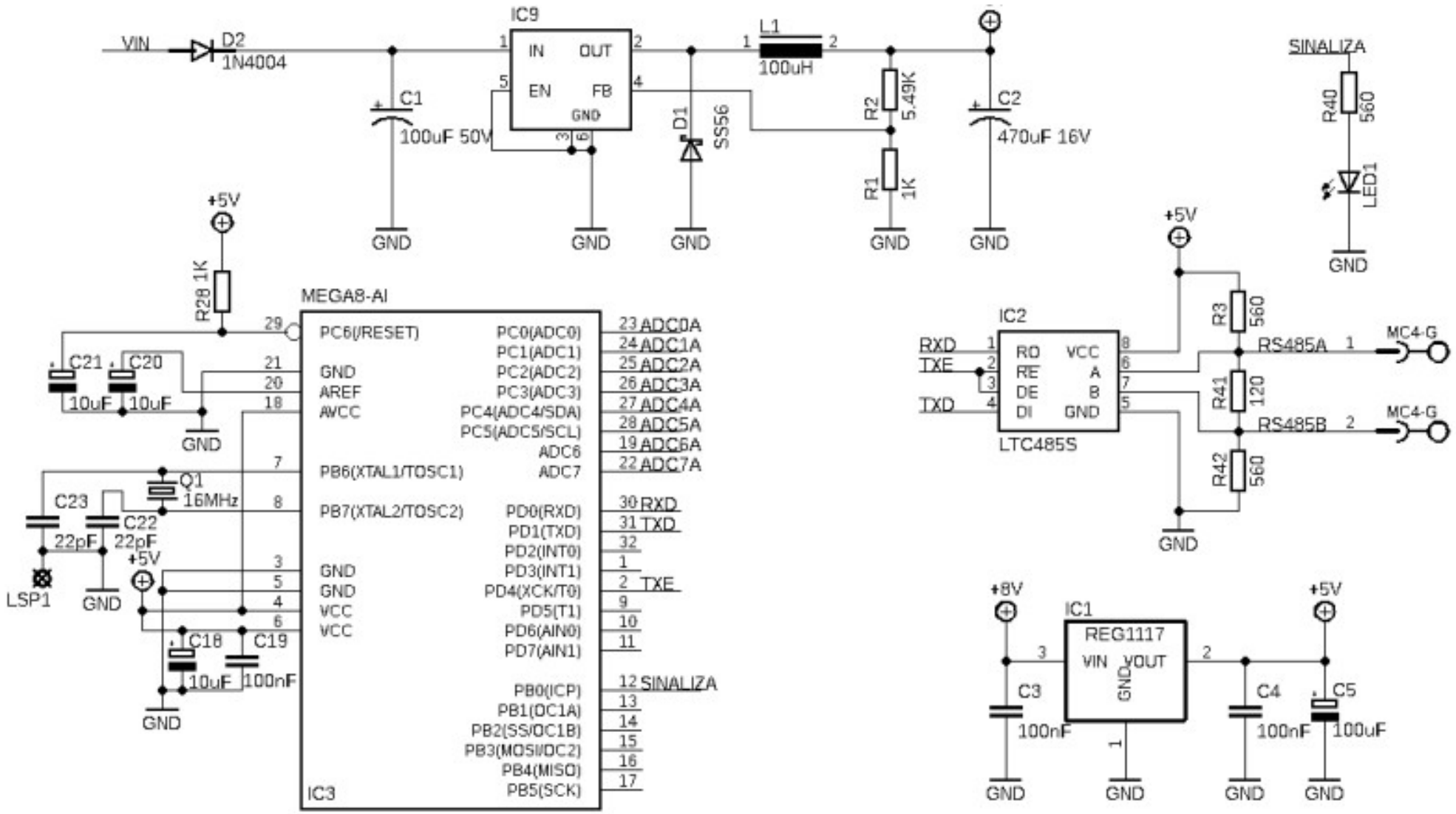
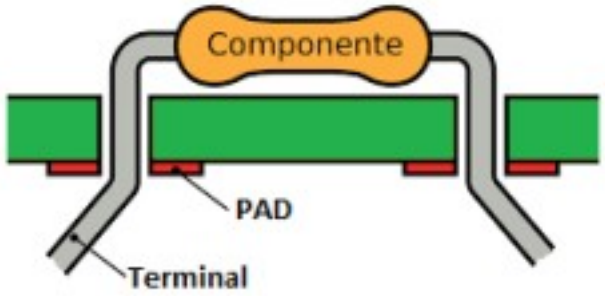


Diagrama Esquemático



Tipos de componentes

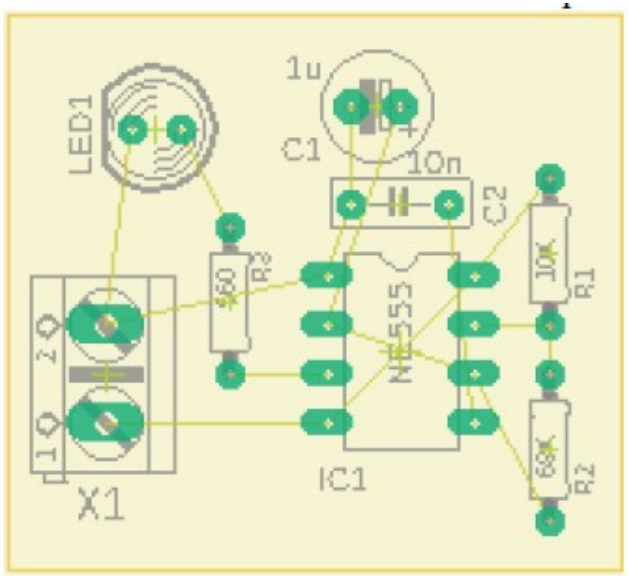
Componentes PTH



Componentes SMD

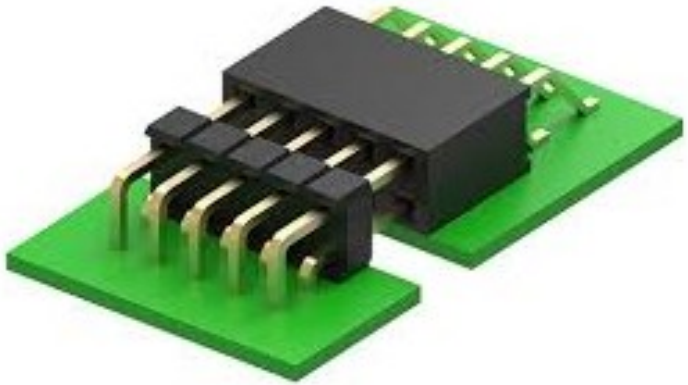
Layout da placa

- Conheça as restrições mecânicas de sua placa
- Como a placa será montada
- Circuitos integrados com muitos terminais precisam de espaço para o roteamento
- Mantenha Componentes Similares na Mesma Direção para facilitar a fabricação
- Posicione os componentes de forma a minimizar o comprimento das trilhas



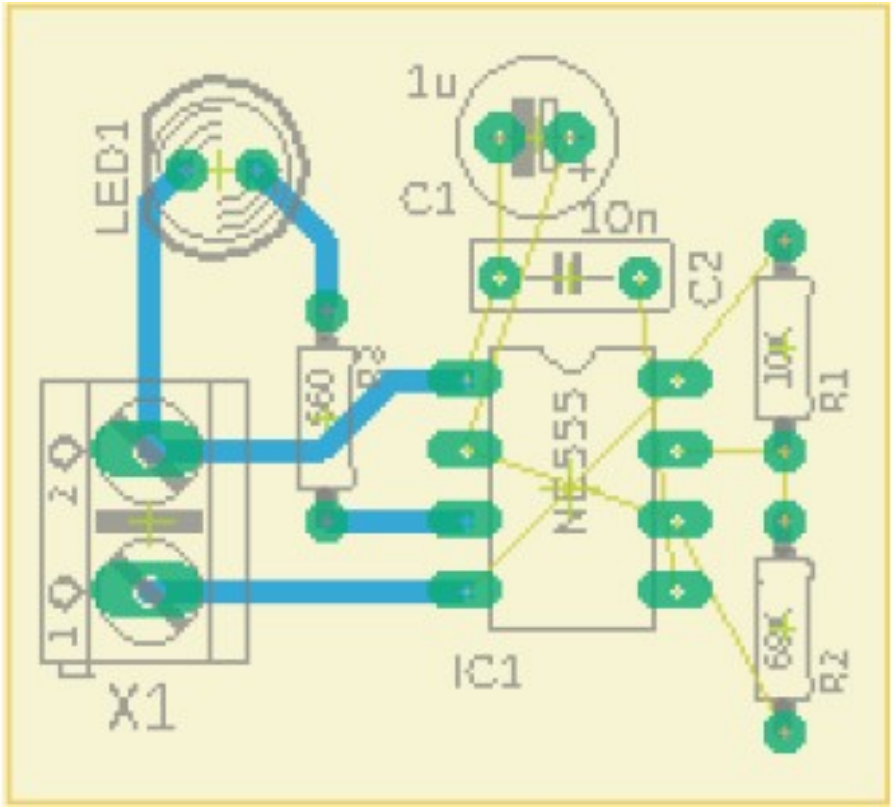
Layout da placa

- Posicione primeiro os componentes fixos da placa
- Evite a sobreposição dos componentes
- Coloque todos os componentes do mesmo lado da placa
- Procure manter todos circuitos integrados na mesma direção
- Projete sua placa conforme o esquemático procurando manter agrupados de um subcircuito.
- Planeje as conexões da placa com o restante do circuito



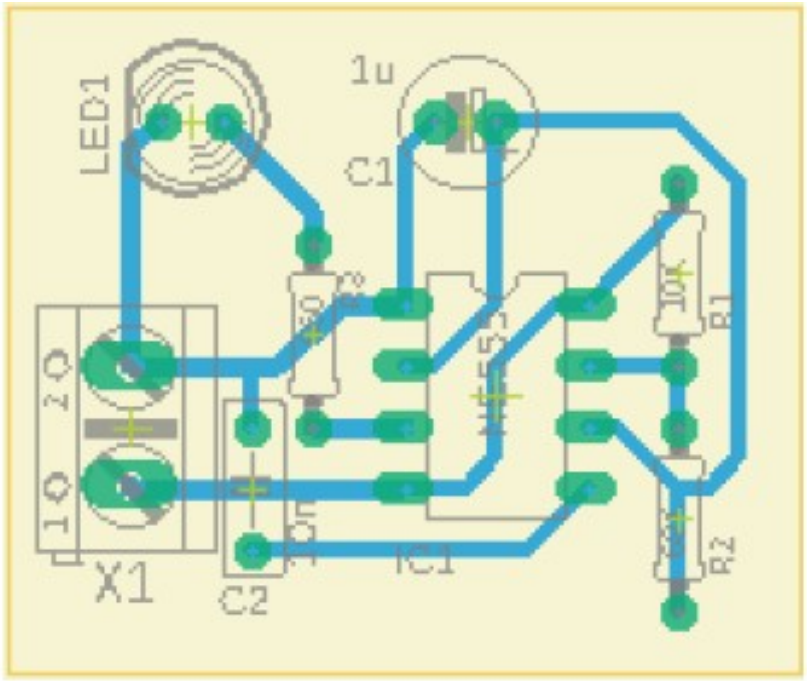
Roteamento das trilhas

- Resista a tentação de usar as ferramentas de auto-roteamento
- Conheça as limitações de seu processo de fabricação
- Determine a largura das trilhas
- Deixe espaço suficiente entre as trilhas



Roteamento das trilhas

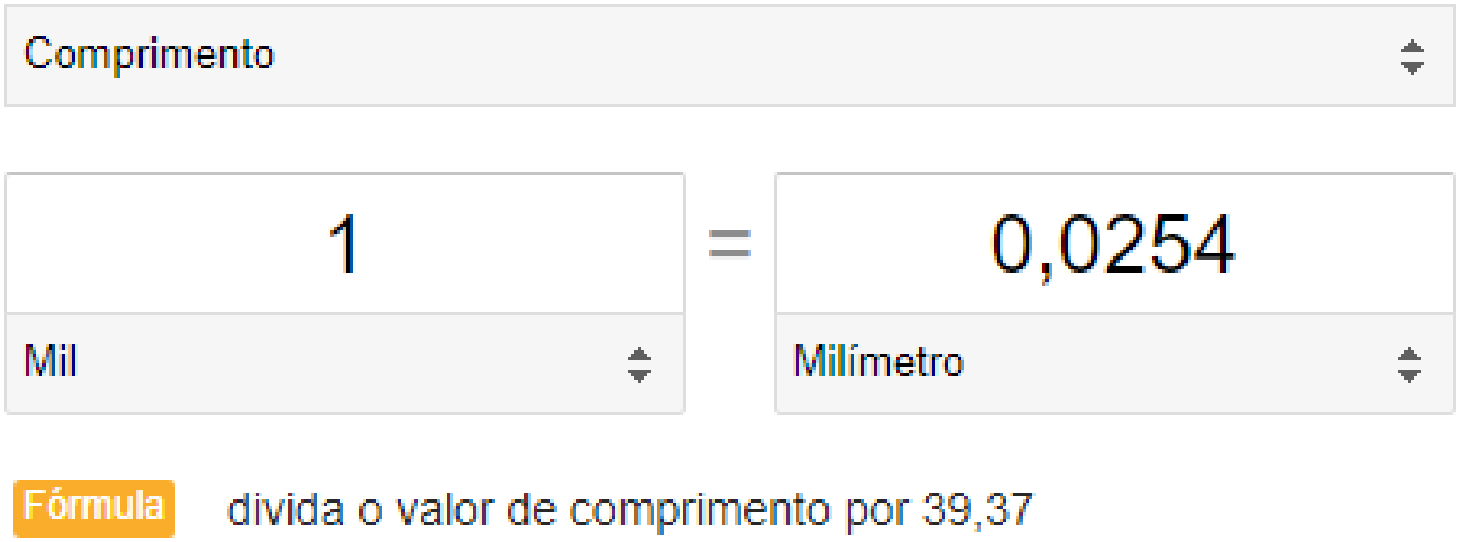
- Evite ângulos de 90 graus e cantos agudos em suas trilhas
- Tome cuidado com os tamanhos das ilhas nos terminais dos componentes
- Crie planos de terra
- Utilize planos de cobre e vias para remover calor dos componentes
- Utilize termals (Thermal relief)



A unidade de medida “Mil”

O **mil** é a mínima unidade de comprimento do sistema inglês de medidas

1 mil é equivalente a 0,001 in (polegadas)
1 mil também é equivalente a 0,0254 mm



Roteamento das trilhas

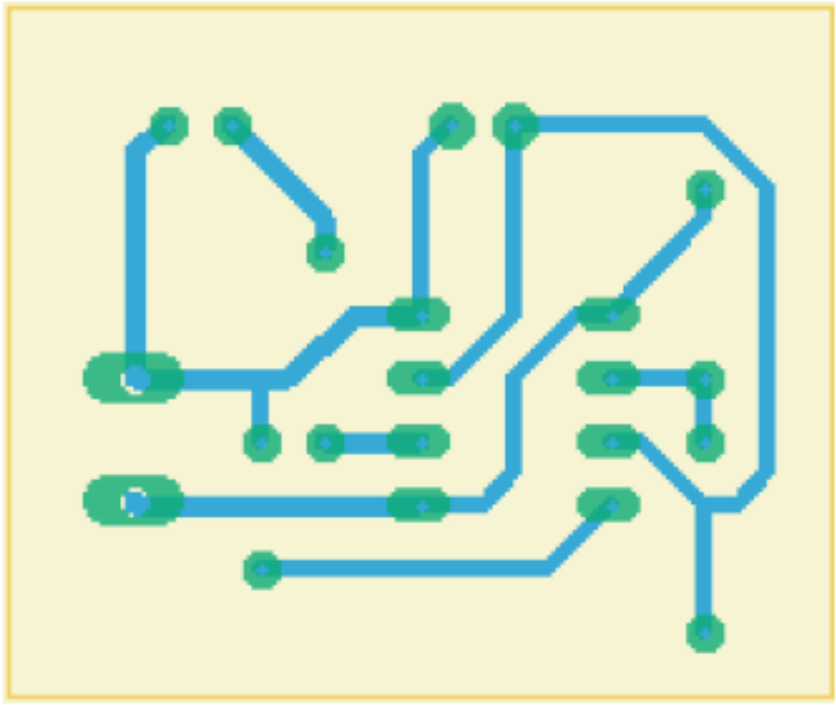
Capacidade de corrente das trilhas em amperes (A)

	Incremento na temperatura								
	10 °C			20 °C			30 °C		
mil / mm	**0,5 oz**	**1 oz**	**2 oz**	**0,5 oz**	**1 oz**	**2 oz**	**0,5 oz**	**1 oz**	**2 oz**
10 / 0,254	0,5	1	1,4	0,6	1,2	1,6	0,7	1,5	2,2
15 / 0,381	0,7	1,2	1,6	0,8	1,3	2,4	1	1,6	3
20 / 0,508	0,8	1,3	2,1	1	1,7	3	1,2	2,4	3,6
25 / 0,635	0,9	1,7	2,5	1,2	2,2	3,3	1,5	2,8	4
30 / 0,762	1,1	1,9	3	1,4	2,5	4	1,7	3,2	5
50 / 1,27	1,5	2,6	4	2	3,6	6	2,6	4,4	7,3
75 / 1,905	2	3,5	5,7	2,8	4,5	7,8	3,5	6	10
100 / 2,54	2,6	4,2	6,9	3,5	6	9,9	4,3	7,5	12,5
200 / 5,08	4,2	7	11,5	6	10	11	7,5	13	20,5
250 / 6,35	5	8,3	12,3	7,2	12,3	20	9	15	24

Produção Artesanal da placa

Existem diversas técnicas artesanais

- Desenho a mão com canetinha
- Adesivos
- Ploter CNC
- Silk Screen
- Transferência de toner
- Etc



Transferência de toner

- Escala de impressão
- Imprimir somente as trilhas, ilhas e vias
- Espelhamento do desenho
- Papel fotográfico do tipo “glossy paper”
- A impressora deve ser laser
- Não se deve tocar o desenho impresso

Transferência do desenho

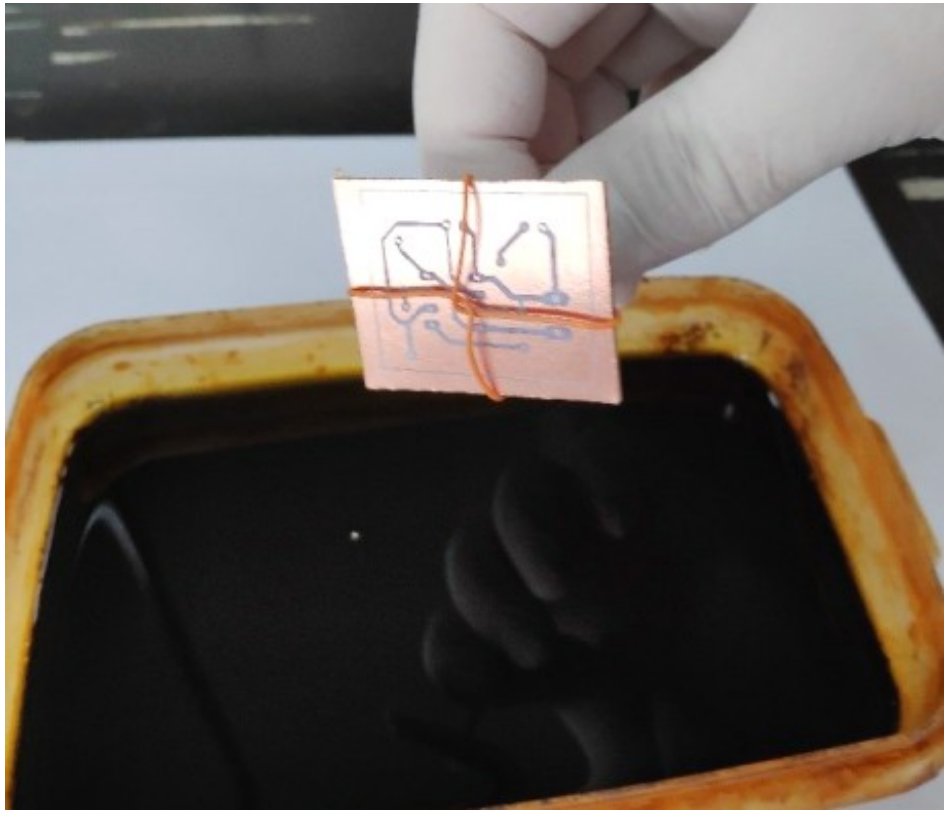
- Corte um pedaço de placa virgem do tamanho do desenho ou um pouco maior
- Limpe bem a placa com esponja de aço
- Posicione o papel cuidadosamente sobre a placa
- Pressione firmemente com o ferro de passar roupas previamente aquecido

Transferência do desenho

- Movimente o ferro para aquecer e pressionar toda a placa tomando cuidado para não mover o papel
- Mantenha a pressão e o calor por uns 5 minutos
- Remova o papel com a ajuda de água
- Remova os resíduos de papel da placa

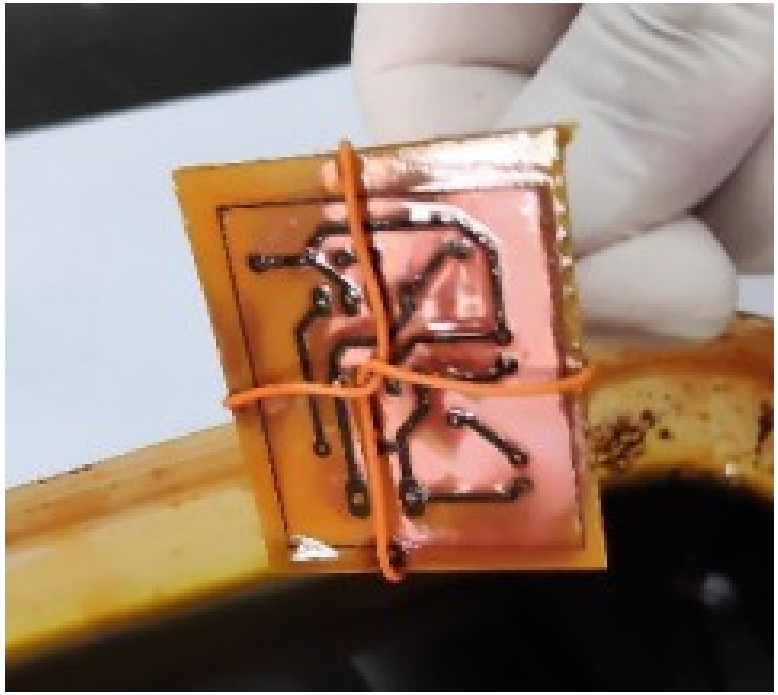
Corrosão da placa

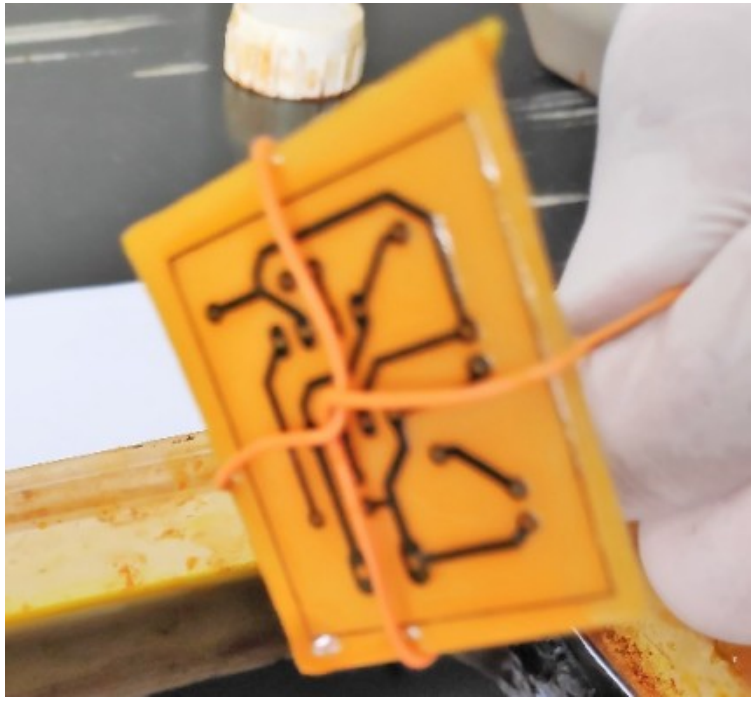
- Não esqueça de utilizar óculos e luvas de proteção
- Evite o contato da solução com a pele
- Prepare a solução de percloreto de ferro conforma a indicação do fabricante
- Se possível aqueça um pouco (não muito) a solução
- Amarre a placa com um fio não metálico
- Mergulhe a placa na solução e permaneça fazendo movimentos suaves
- O tempo para a corrosão depende da placa e da qualidade da solução



Corrosão da placa

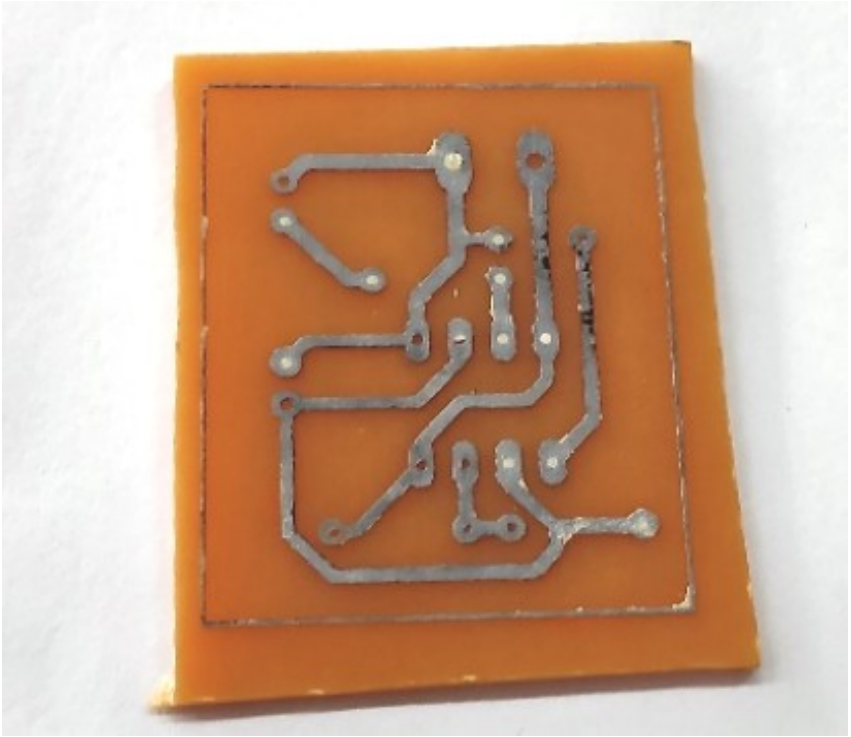
- Verifique de tempos em tempos como está a corrosão da placa
- Quando todo o cobre exposto da placa for removido a corrosão está concluída
- Lave a placa em água corrente tomando cuidado com os resíduos de percloreto de ferro

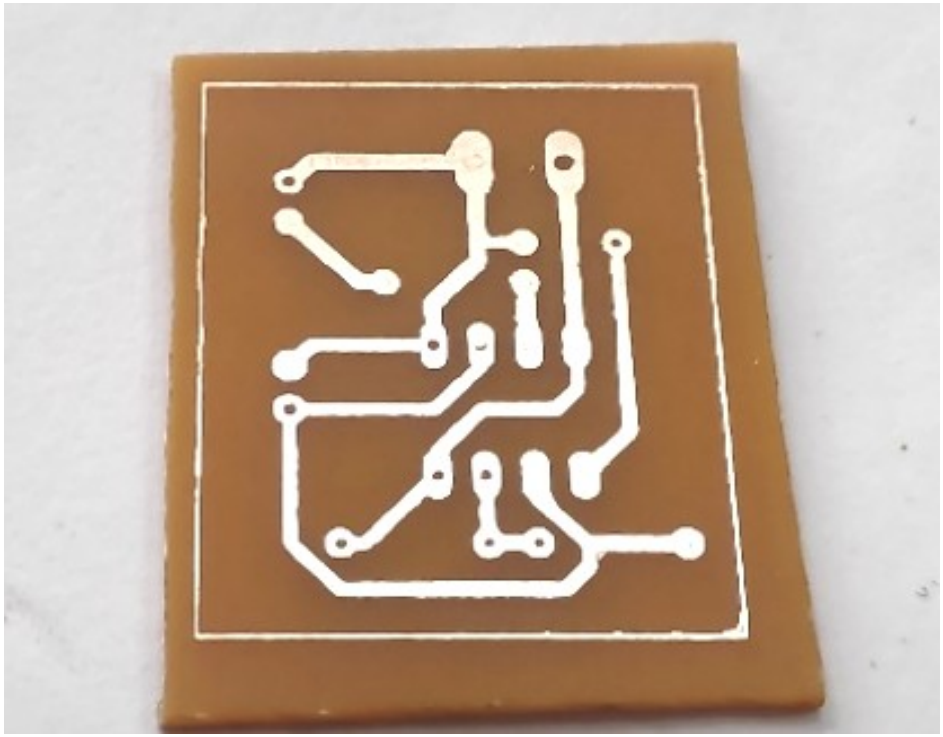




Corrosão da placa

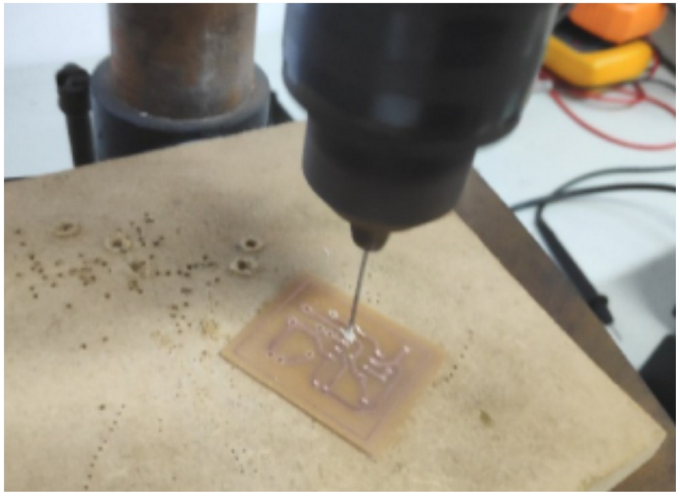
- Remova a impressão da placa usando uma esponja de aço
- Seque a placa com toalha de papel ou algo parecido
- Não esqueça de guardar a solução em um vasilhame apropriado para reaproveitá-la
- futuramente

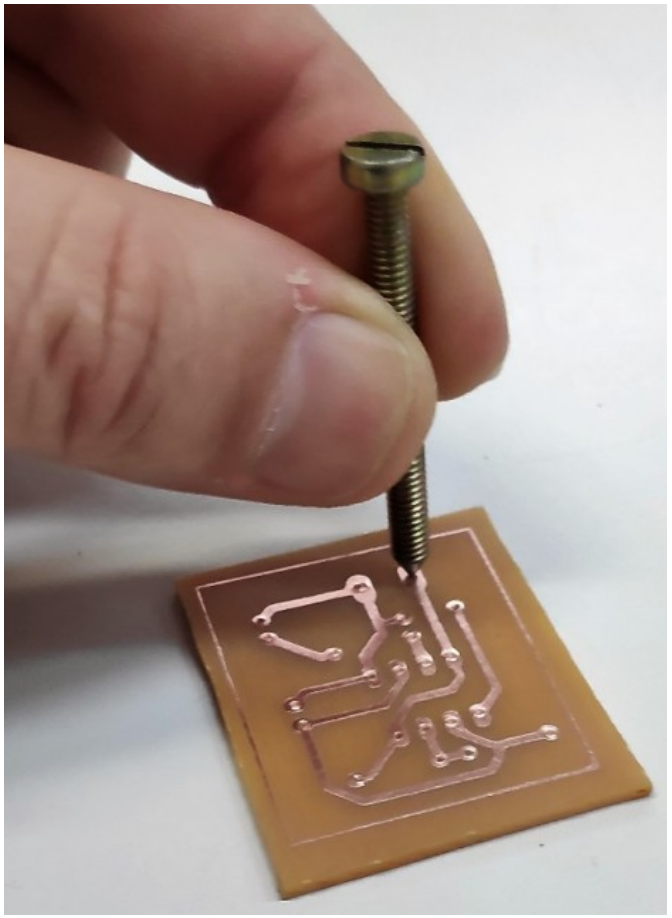




Furação da placa

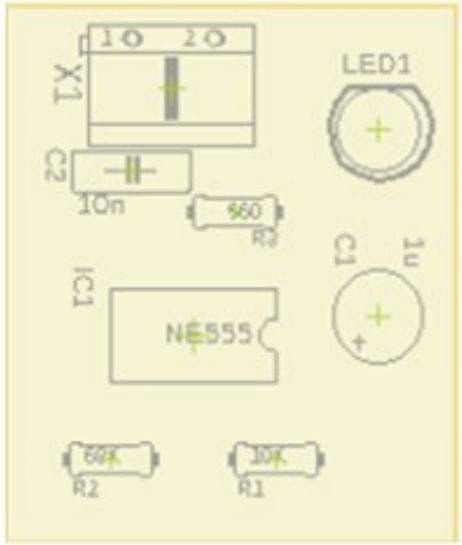
- Não esqueça os óculos de proteção
- Utilize um punção de bico ou outra ferramenta parecida para marcar os furos
- Escolha a broca apropriada ao diâmetro do termina do componente
- Apoie a placa sobre uma madeira de sacrifício
- Com uma furadeira manual, de bancada ou retífica faça os furos

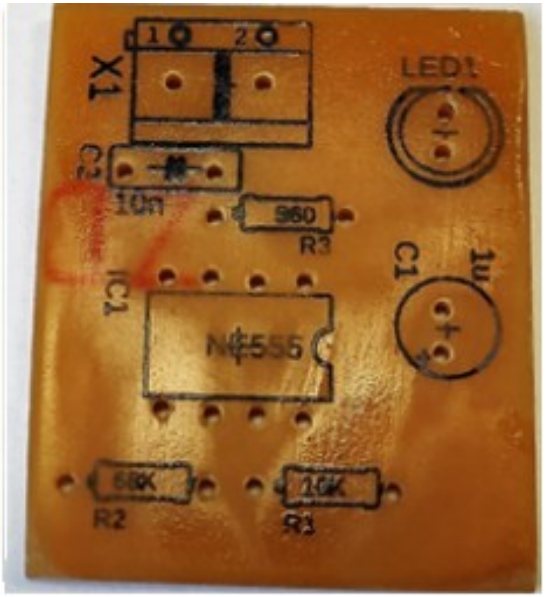




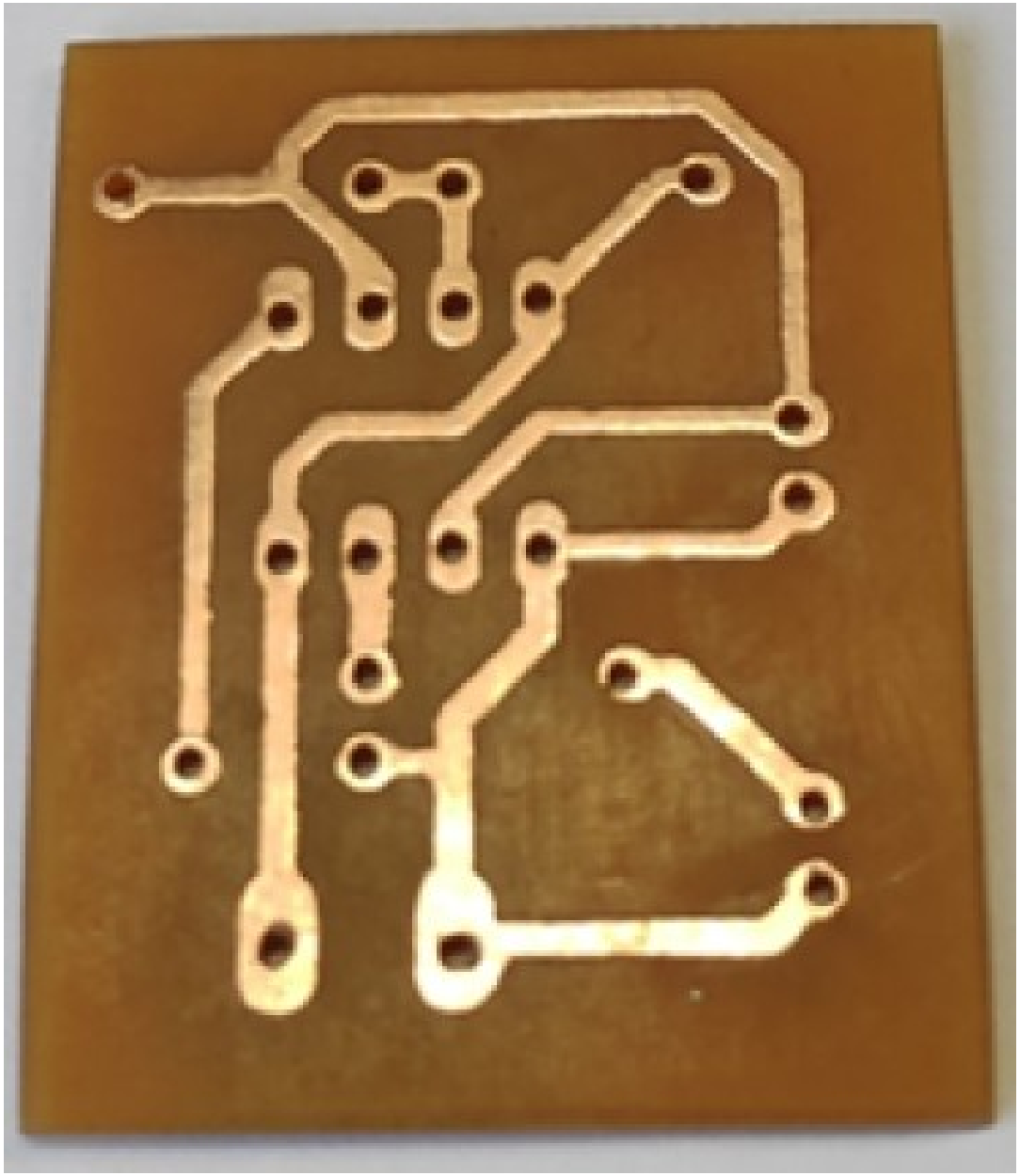
Acabamento da placa

- Após a furação é necessário fazer alguns acabamentos na placa
- Se desejado pode-se repetir o processo de transferência com as informações do lado de cima da placa



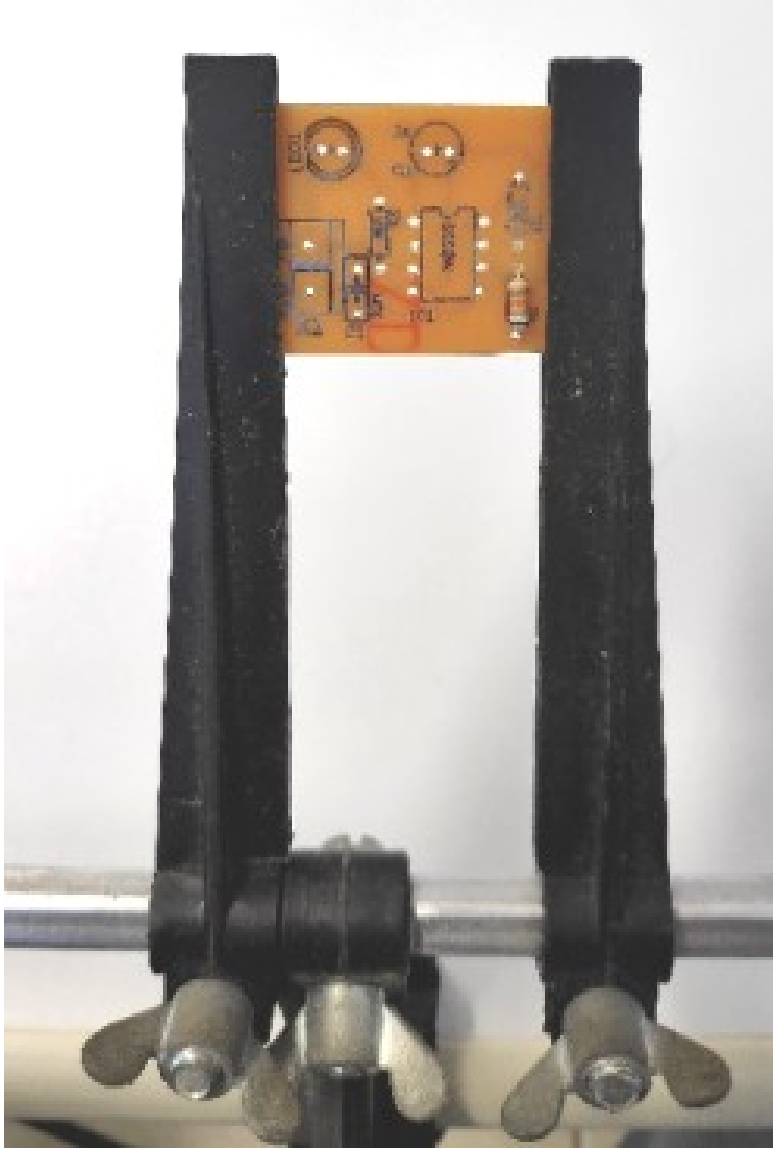


A placa finalizada



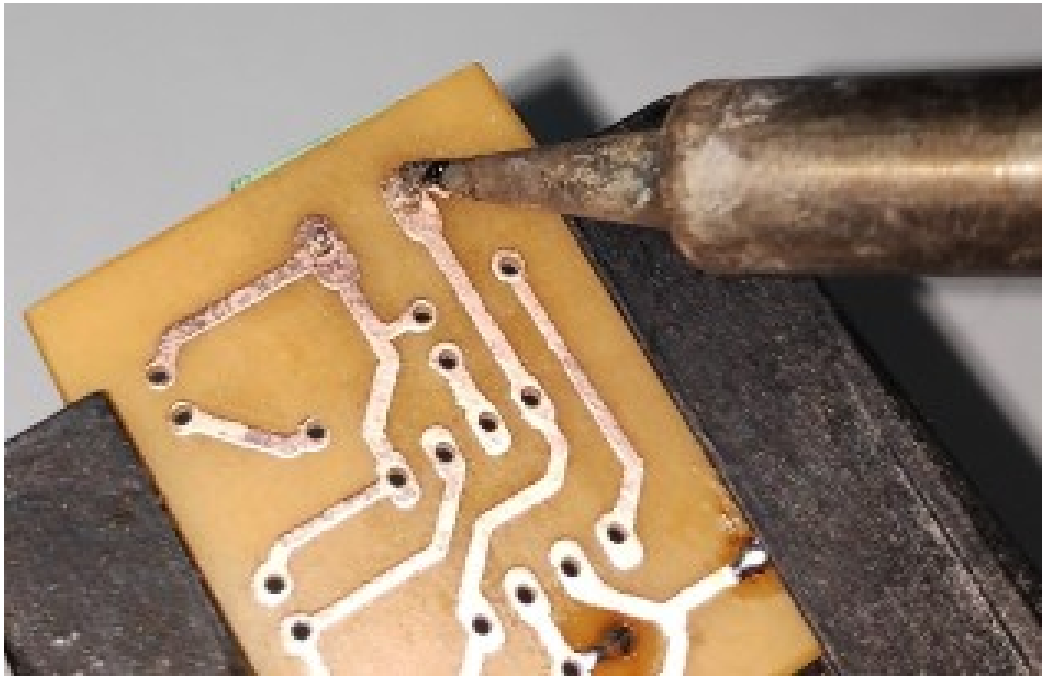
Montagem dos componentes

- Utilize óculos de proteção
- Evite tocar a trilhas da placa
- Escolher um ferro de solda com potência apropriada
- Utilize a solda apropriada, de preferência 63% estanho e 37% chumbo
- Se possível utilize algum dispositivo para fixar a placa a mesa
- Mantenha seu rosto afastado da placa, pois as fumaças são tóxicas
- Elabore uma estratégia de montagem



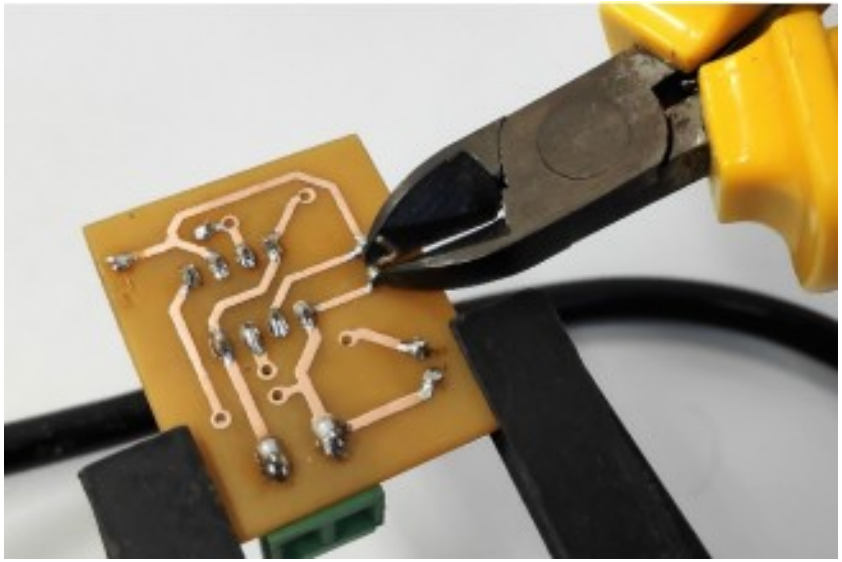
Montagem dos componentes

- Tome cuidado com a fixação mecânica dos componentes
- Posicione o componente o mais próximo possível da placa
- Aplique um pouco de solda na ponta do ferro de solda
- Com o ferro de solda toque a ilha da placa e o terminal de componente ao mesmo tempo, de forma a aquecê-los



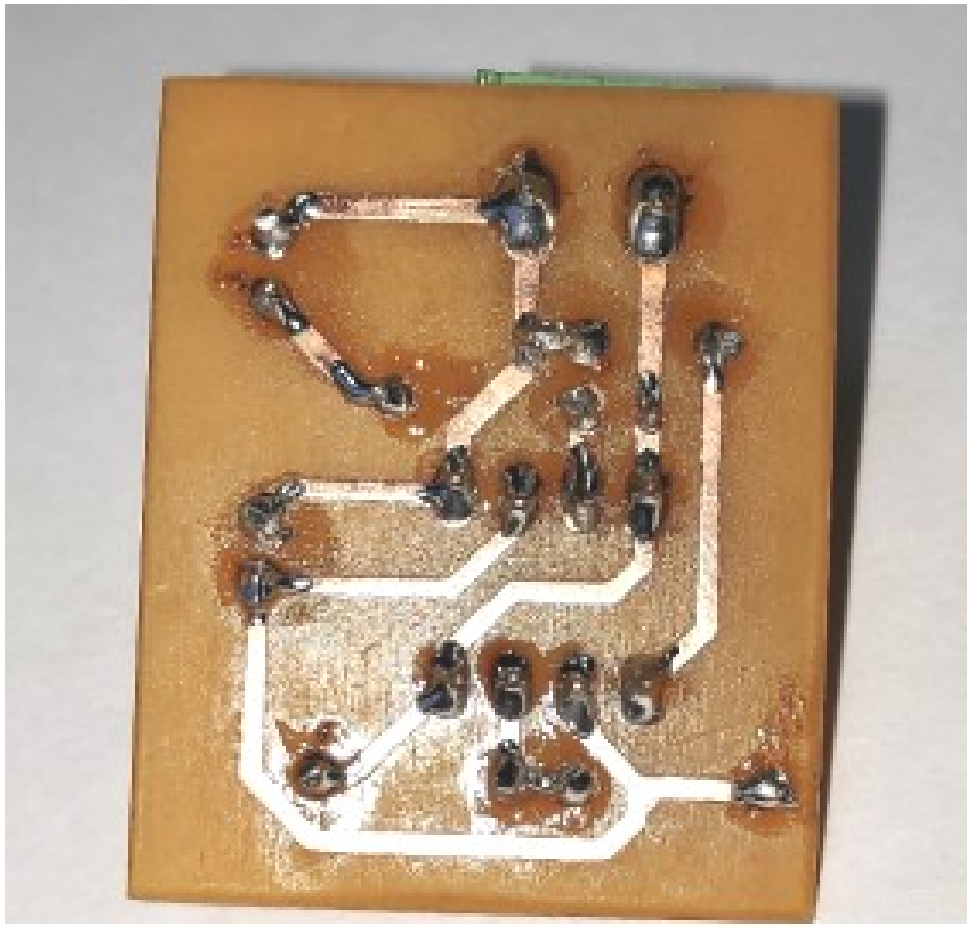
Montagem dos componentes

- Aplique um pouco de solda no ponto de junção entre o componente e a ilha
- Pare quando toda a ilha for coberta por solda, mantendo o ferro de solda por mais uns 2 segundos
- Cuidado para não aquecer muito a placa ou o componente e para não aquecer pouco a solda
- Com a solda finalizada corte o excesso dos terminais do componente



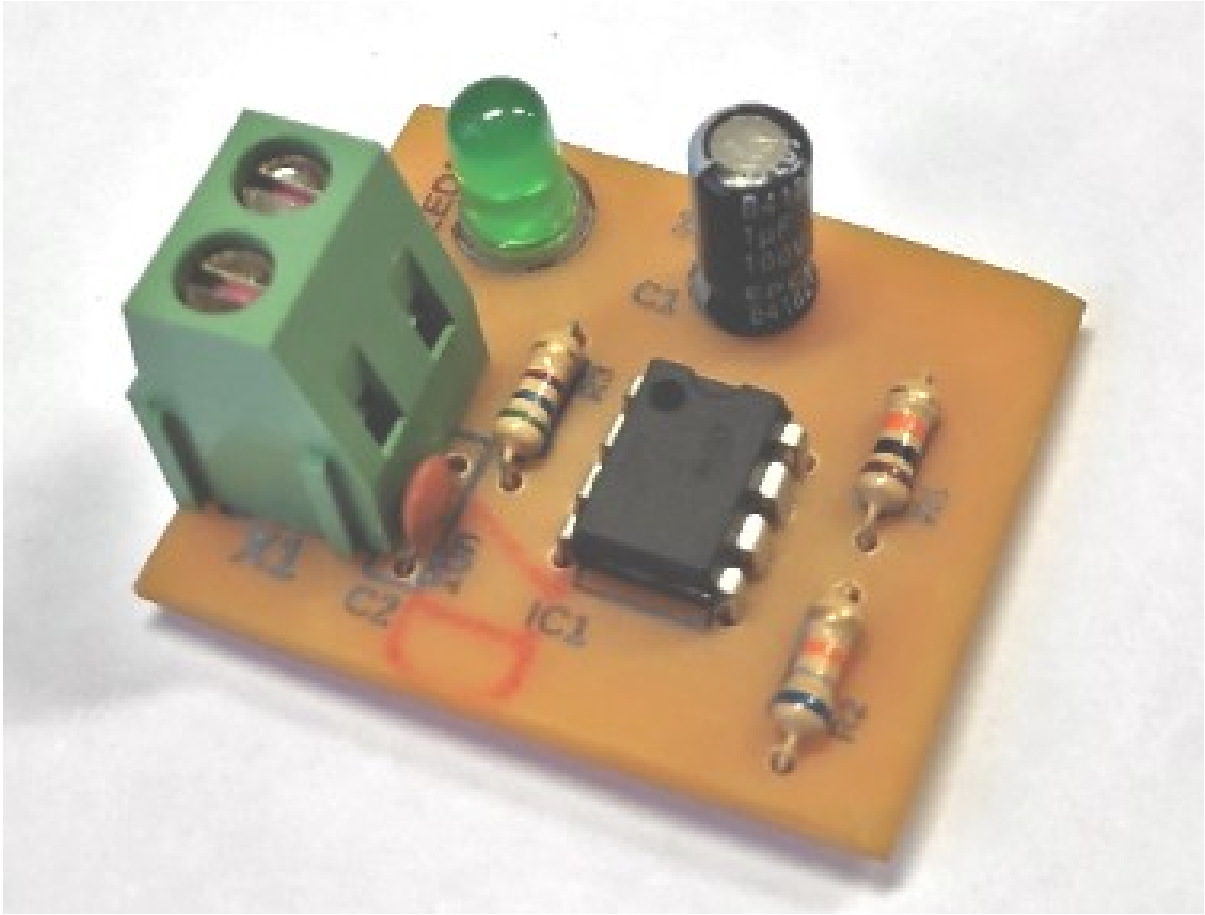
Montagem dos componentes

- Mantenha a ponta do ferro de solda limpa com a ajuda de uma esponja vegetal umedecida
- Repita o processo para todos os componentes da placa



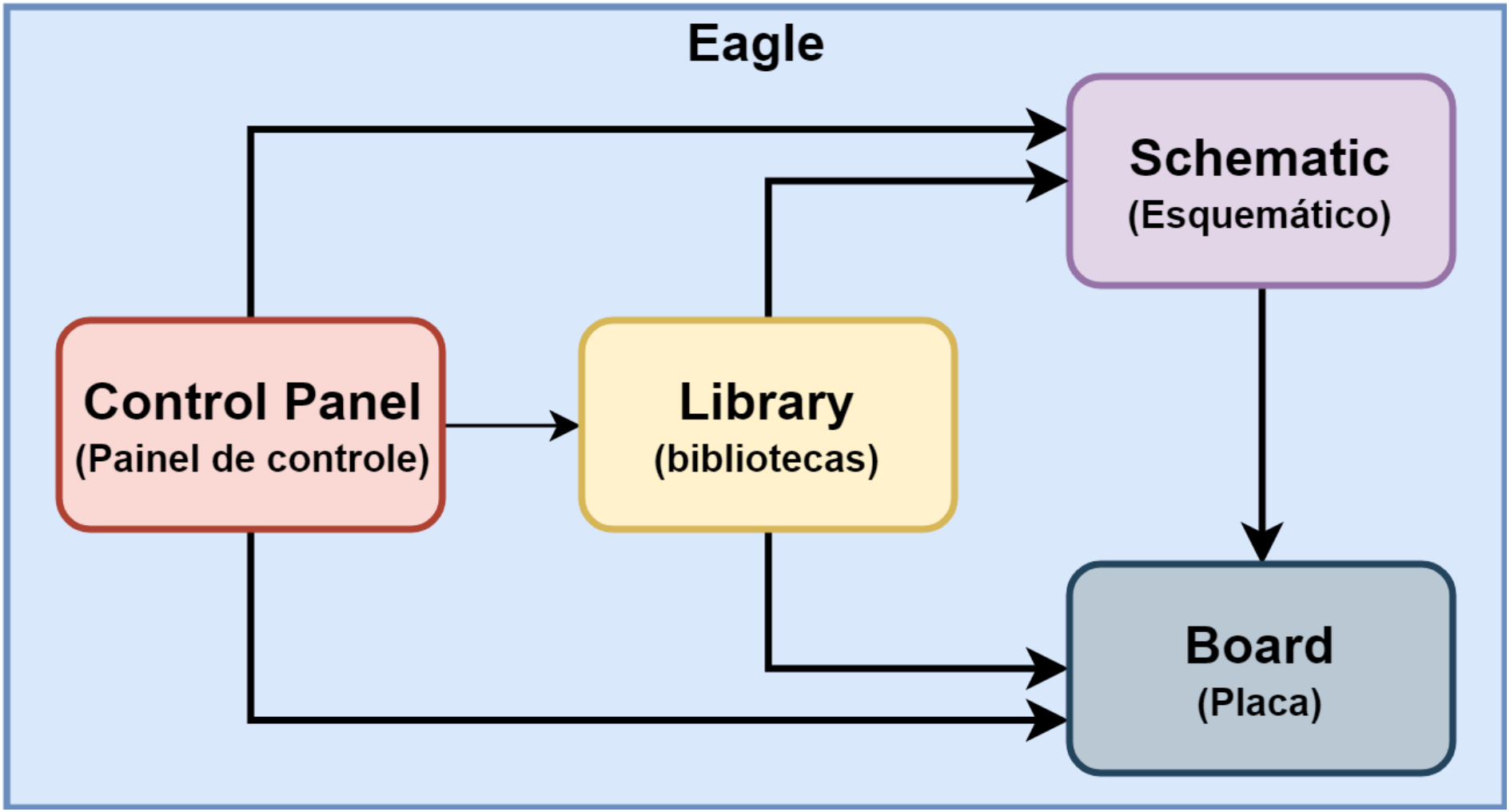
Finalização da placa

Após a limpeza é interessante passar uma camada de verniz ou algo parecido para evitar a corrosão das trilhas.



Autodesk Eagle

Eagle é uma plataforma de software para confecção de placas de circuito impresso.



Autodesk Eagle

EAGLE Free

Software limitado para projetos de placa de circuito impresso, destinado a usuários ocasionais e criadores.

Gratuito

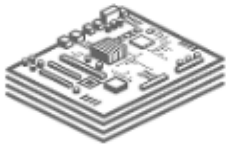
DOWNLOAD GRATUITO ›

O QUE VOCÊ GANHA

- 2 folhas esquemáticas
- 2 camadas de sinal ou de plano
- Área de placa com 80 cm^2 (12,4 pol^2)

USE PARA:

- Placas de ensaio e componentes eletrônicos de aprendizagem para usuários ocasionais
- Layouts de placa de circuito impresso com camada de um só ou dois lados
- Esquemas básicos
- Acesso ao conteúdo de bibliotecas



EAGLE Standard

Versão mais popular. Recursos suficientes para suprir suas necessidades diárias de engenharia com amplo espaço de placa.

R$302,55 /ano
(Impostos inclusos)

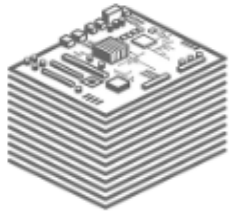
ASSINAR ›

O QUE VOCÊ GANHA

- 99 folhas esquemáticas
- 4 camadas de sinal ou de plano
- Área de placa com 160 cm^2 (24,8 pol^2)

USE PARA:

- Projetos de produtos e componentes eletrônicos básicos
- Layouts de placa de circuito impresso de múltiplas camadas
- Esquemas de múltiplas folhas
- Construir e gerenciar conteúdos de bibliotecas (individual)



EAGLE Premium

Para profissionais respeitados. Oferece área de placa máxima e a possibilidade de ir além dos limites do projeto de placa de circuito impresso.

R$1.599,19 /ano
(Impostos inclusos)

ASSINAR ›

O QUE VOCÊ GANHA

- 999 folhas esquemáticas
- 16 camadas de sinal ou de plano
- Área de placa ilimitada

USE PARA:

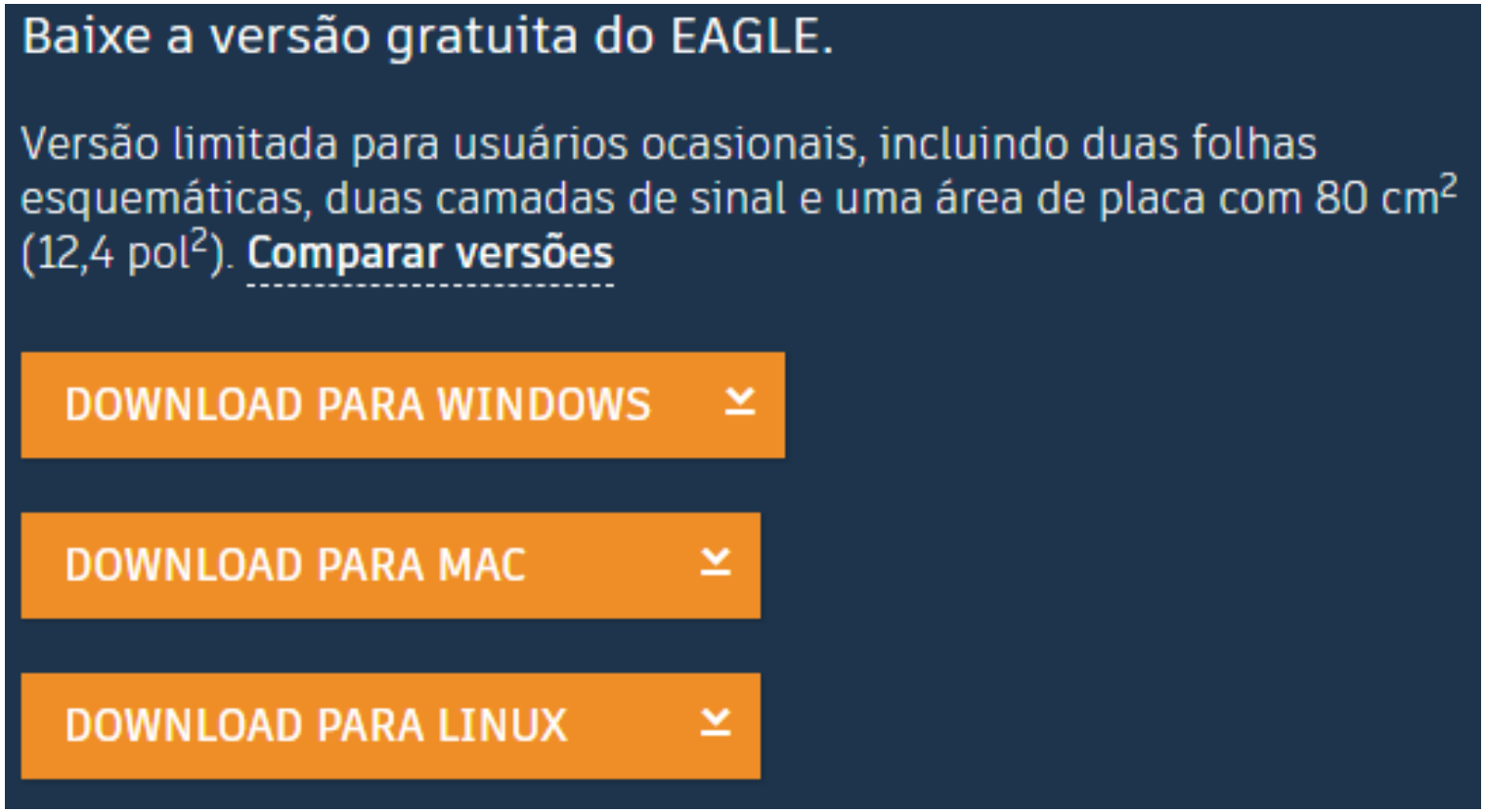
- Produtos prontos para produção e projetos avançados de placa
- Layouts complexos de placa de circuito impresso de múltiplas camadas
- Esquemas de múltiplas folhas e hierárquicos
- Construir e gerenciar conteúdos de bibliotecas (equipe)

Existe também uma versão educacional com características premium

Autodesk Eagle

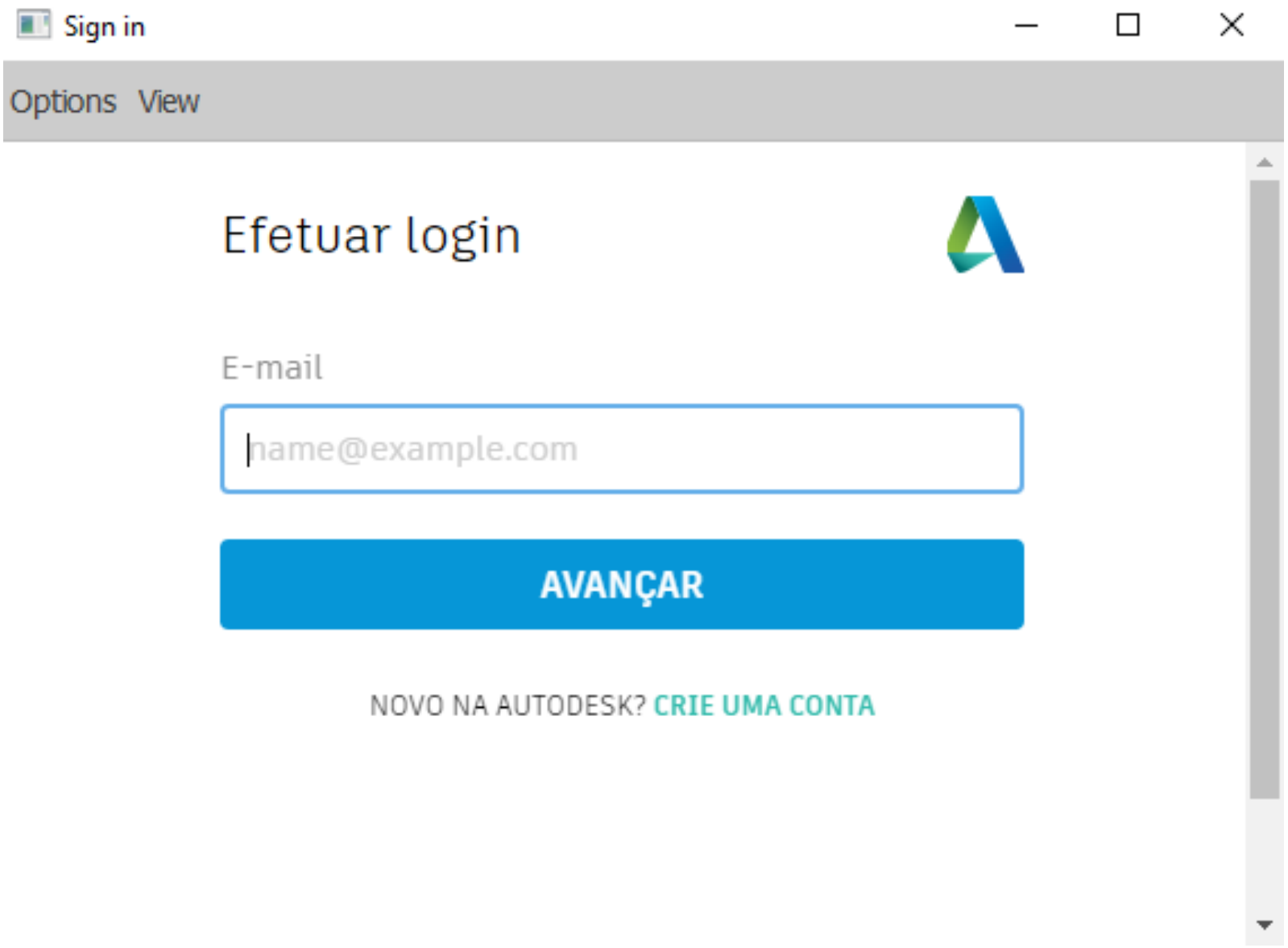
Página do Autodesk Eagle
https://www.autodesk.com.br/products/eagle/overview

Download Gratuito
https://www.autodesk.com.br/products/eagle/free-download

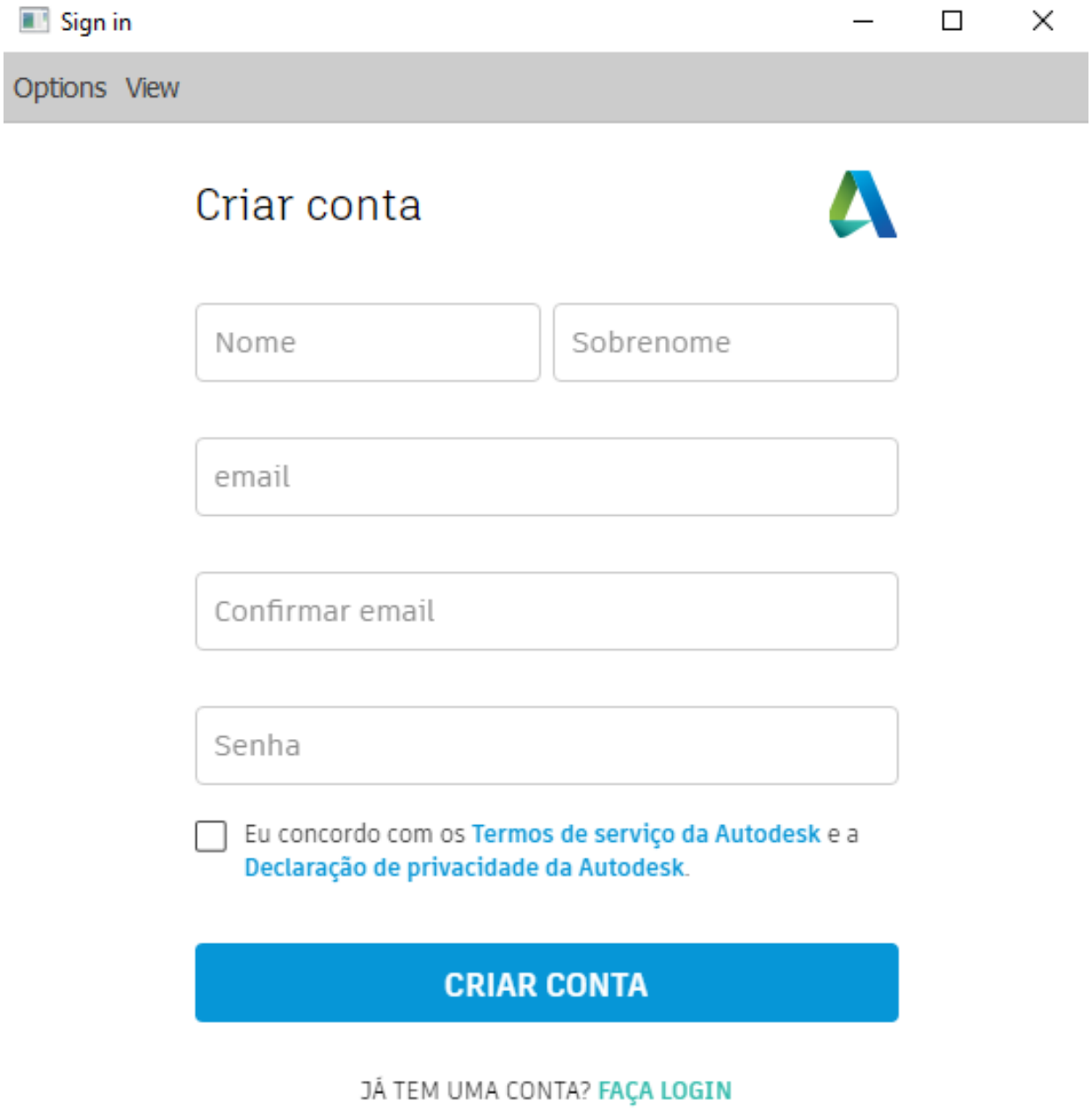


- Não há versão em português!

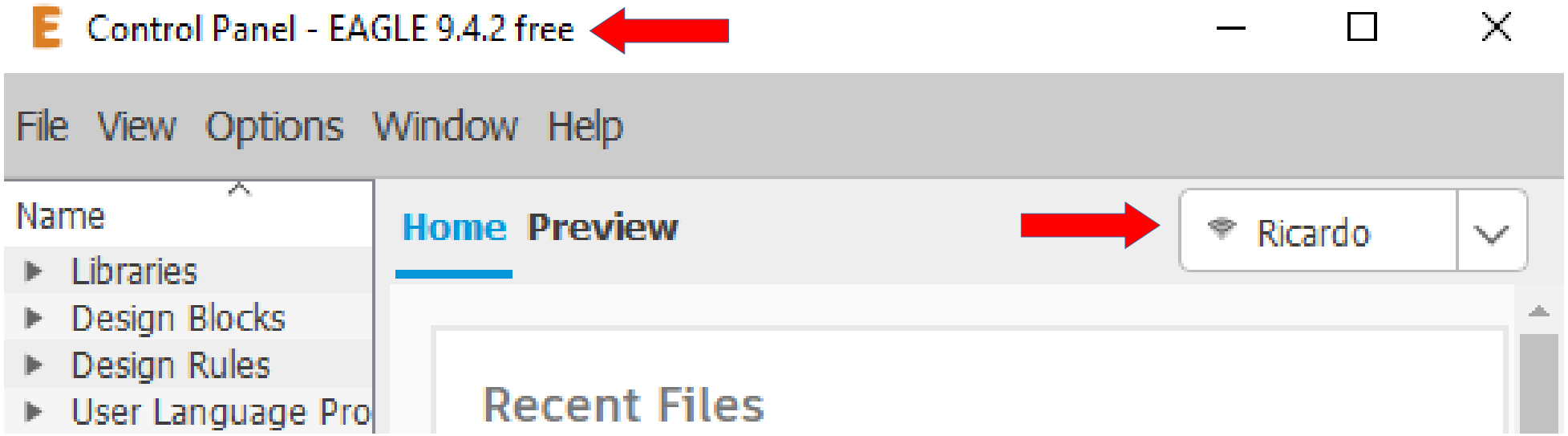
Autodesk Eagle



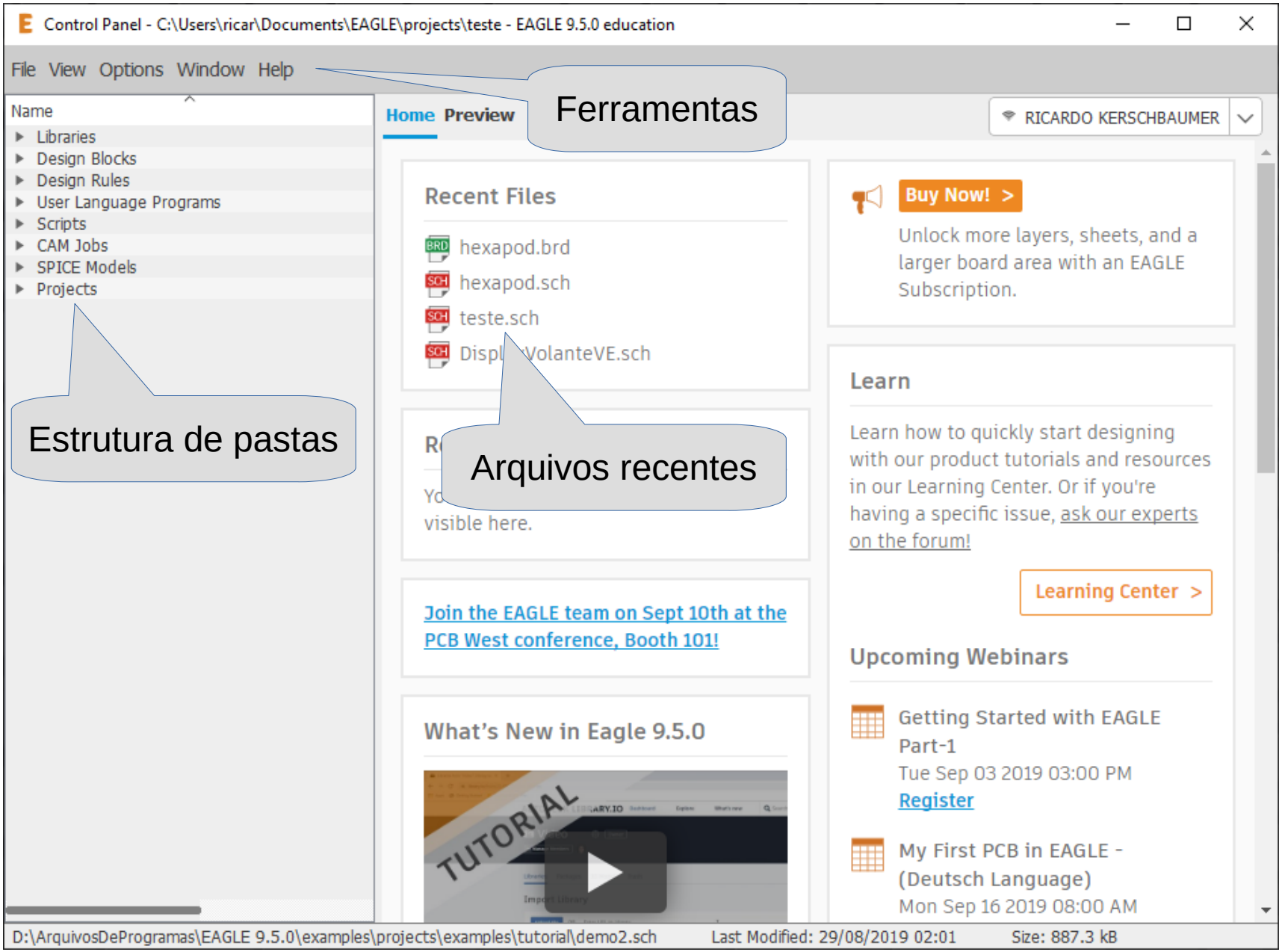
Autodesk Eagle



Ativação do Autodesk Eagle

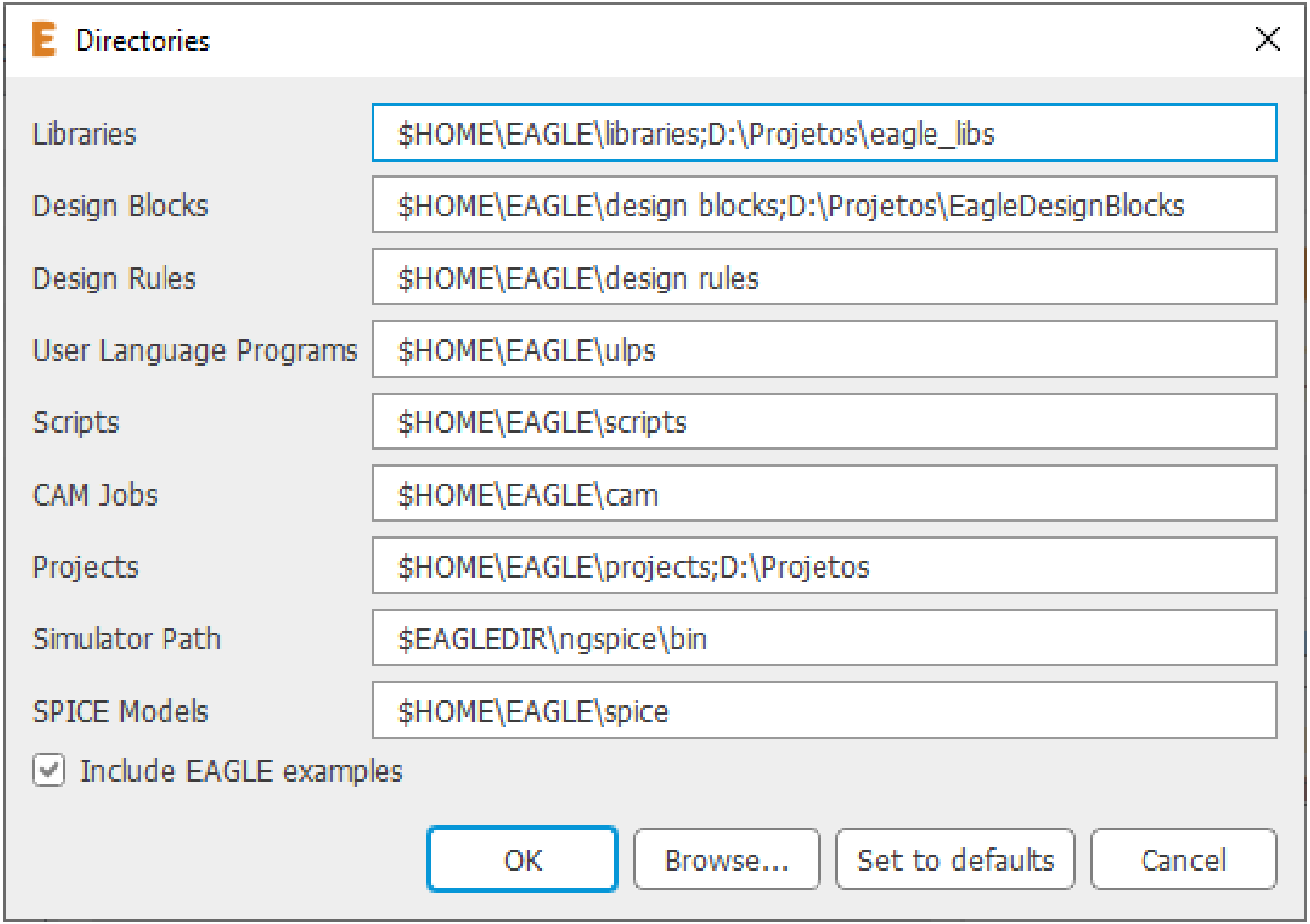


Painel de controle Eagle



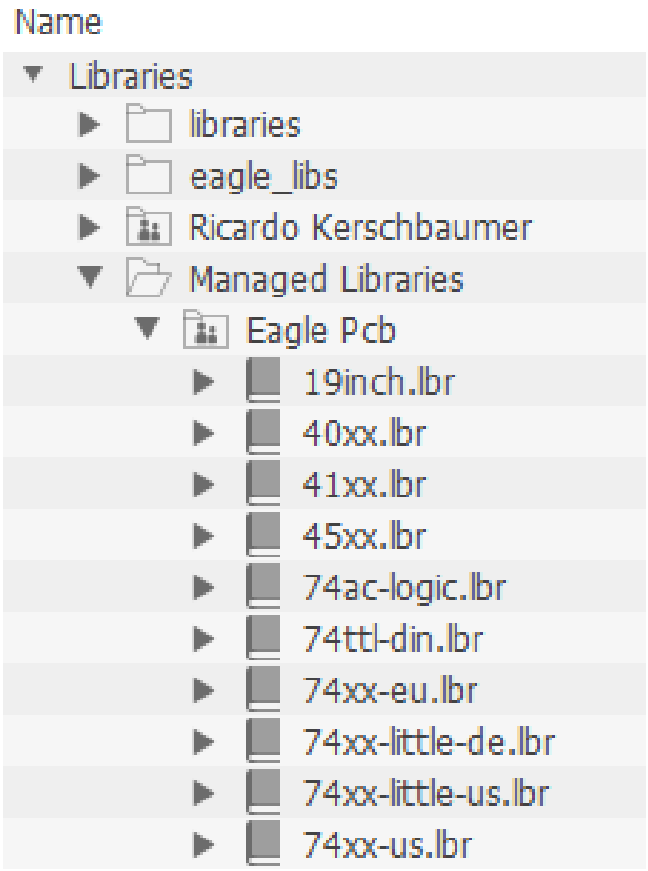
Painel de controle Eagle

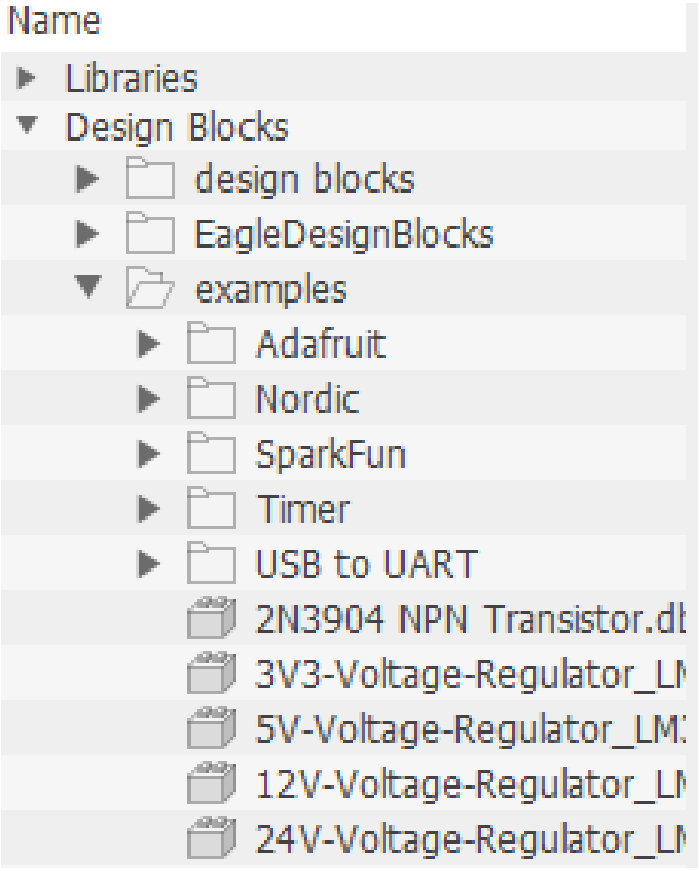
Configuração das pastas do Eagle

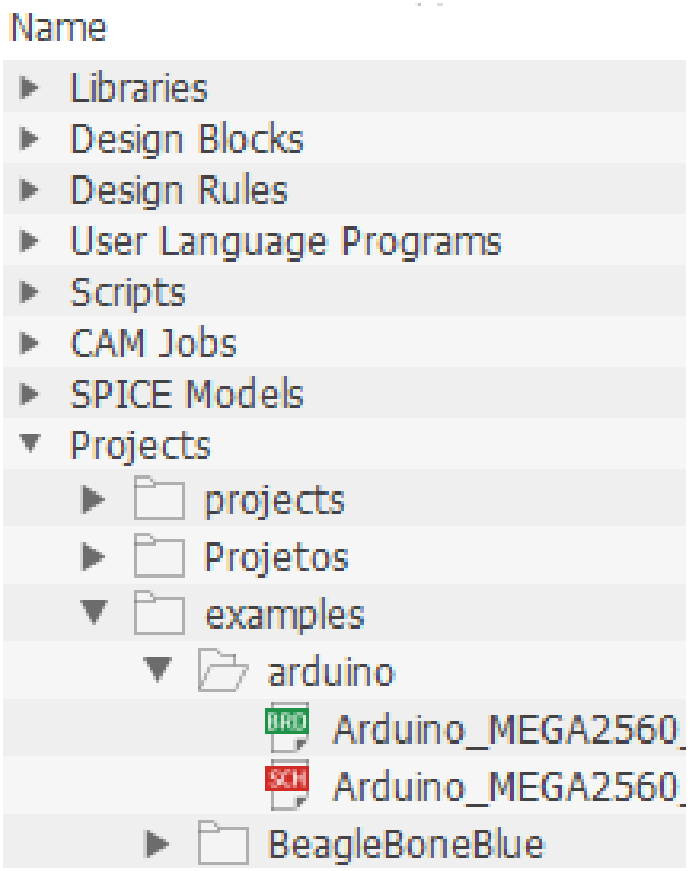


Painel de controle Eagle

Estrutura de pastas

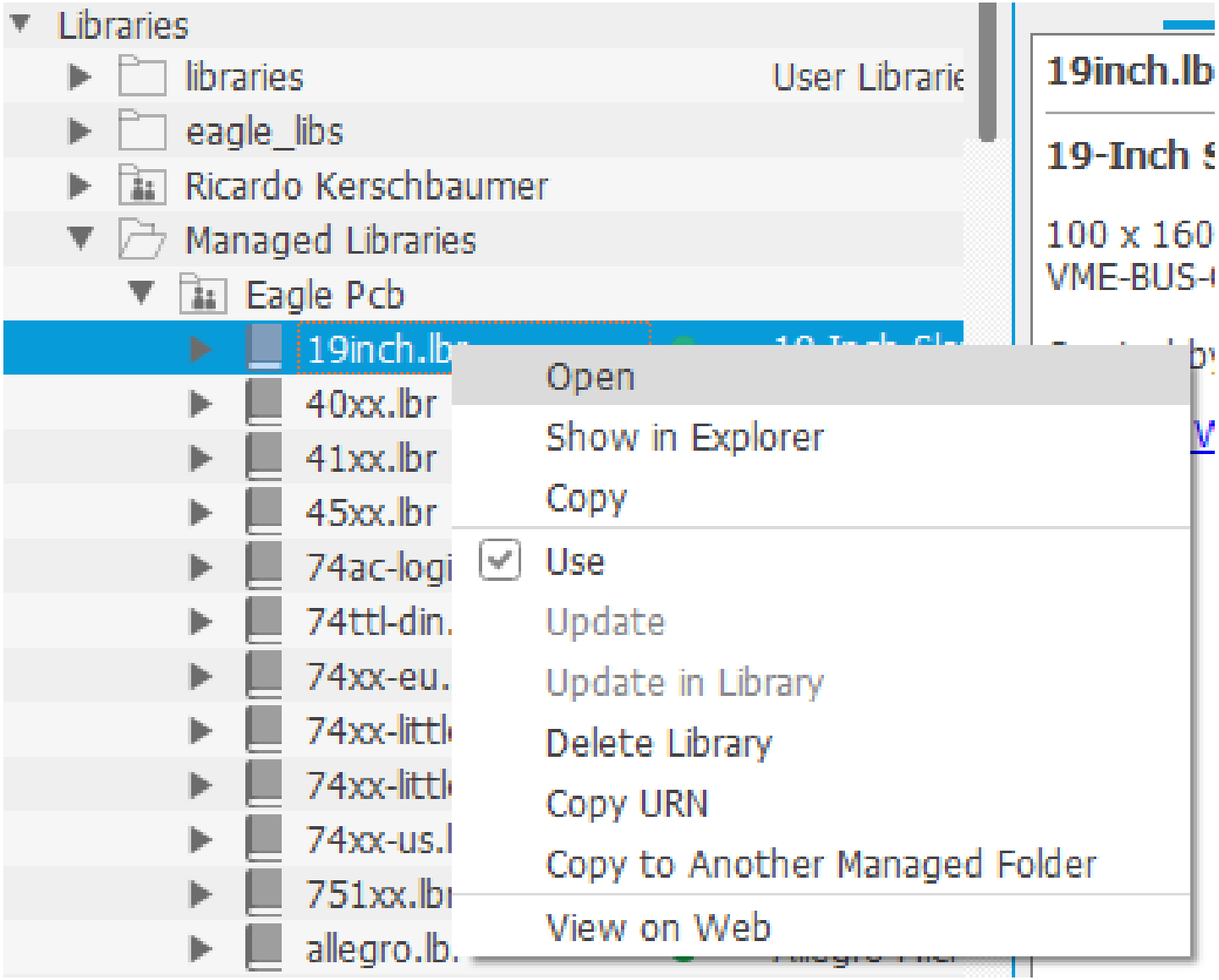




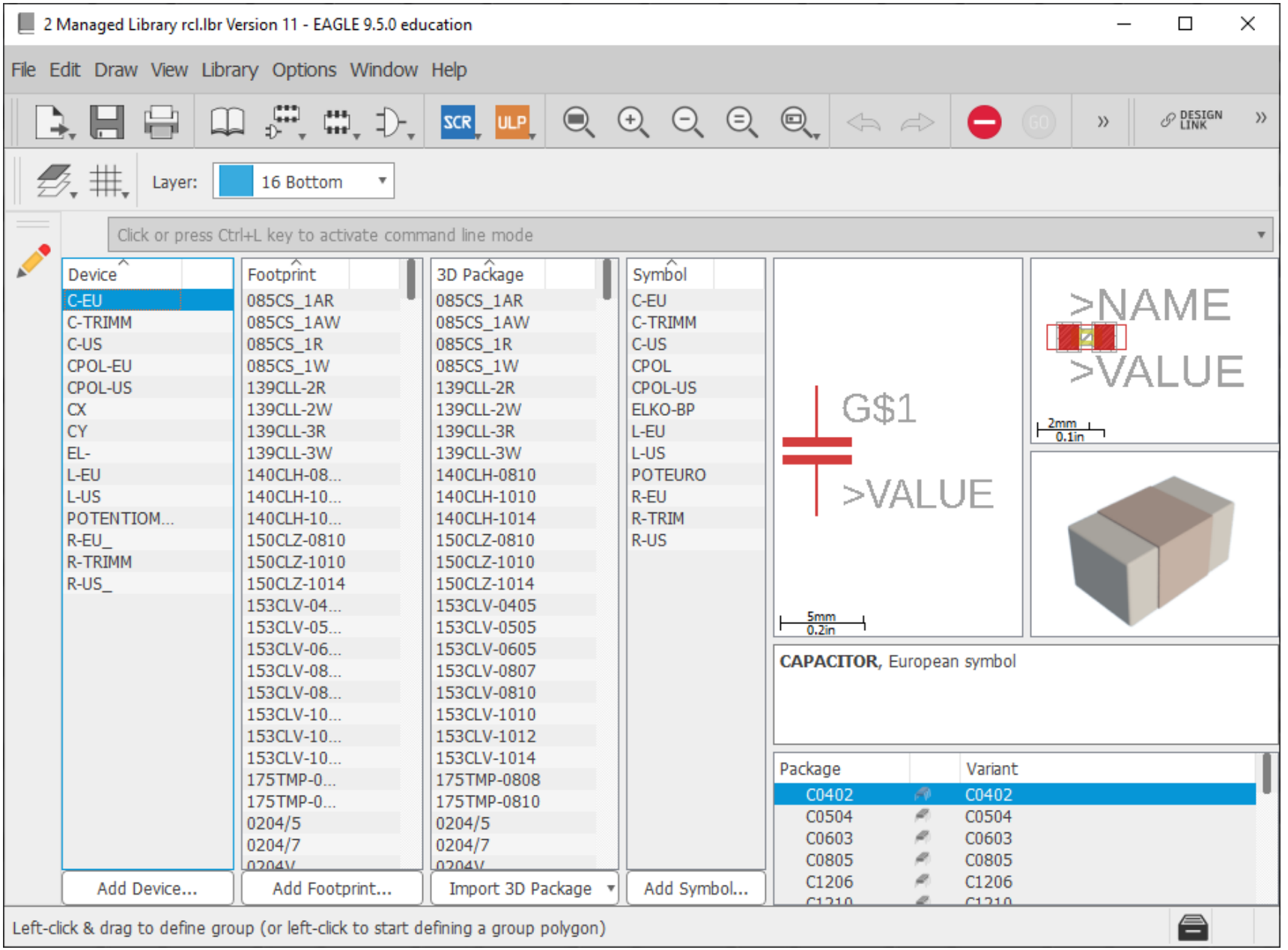


Painel de controle Eagle

Editando bibliotecas

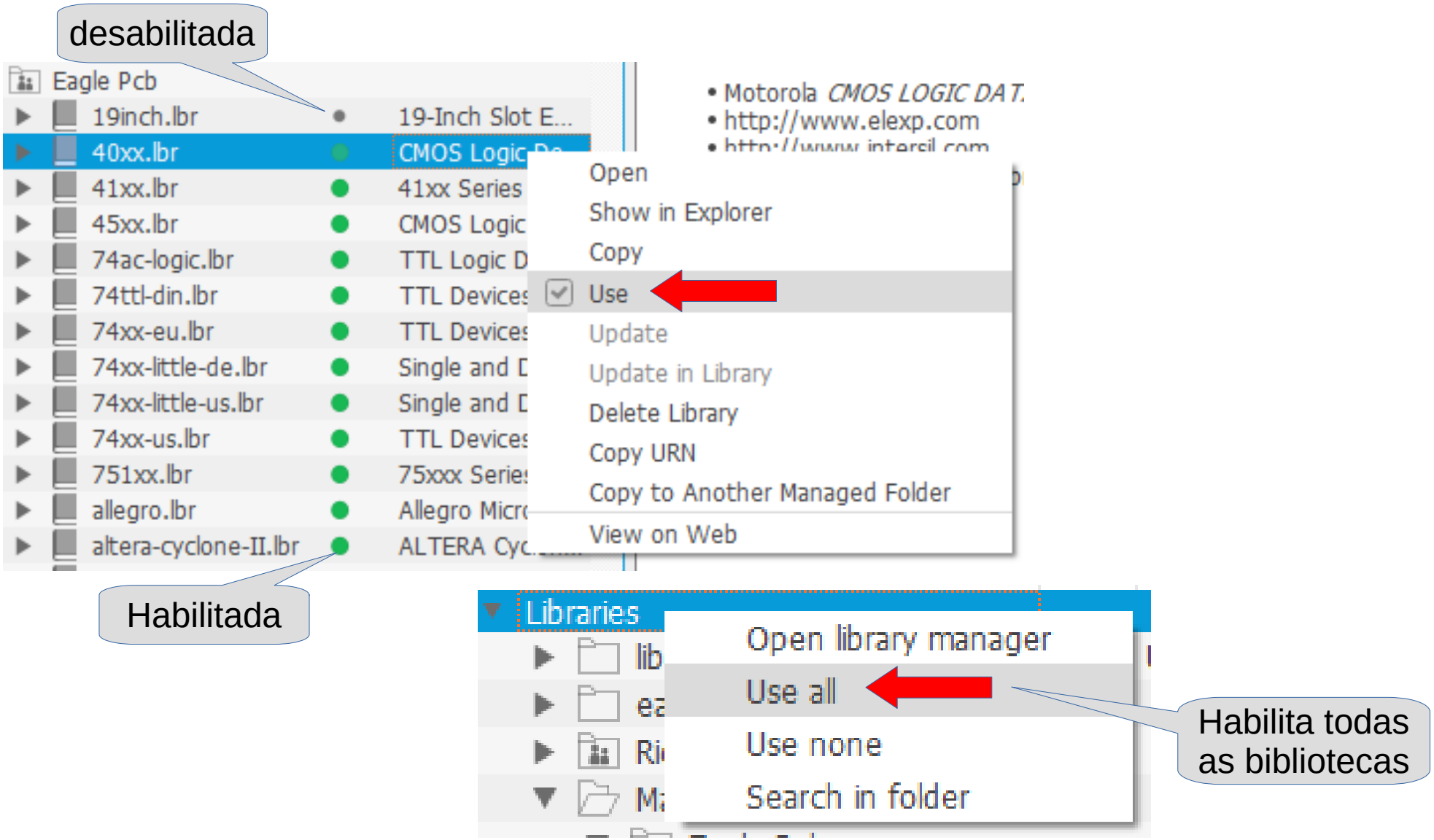


Bibliotecas Eagle



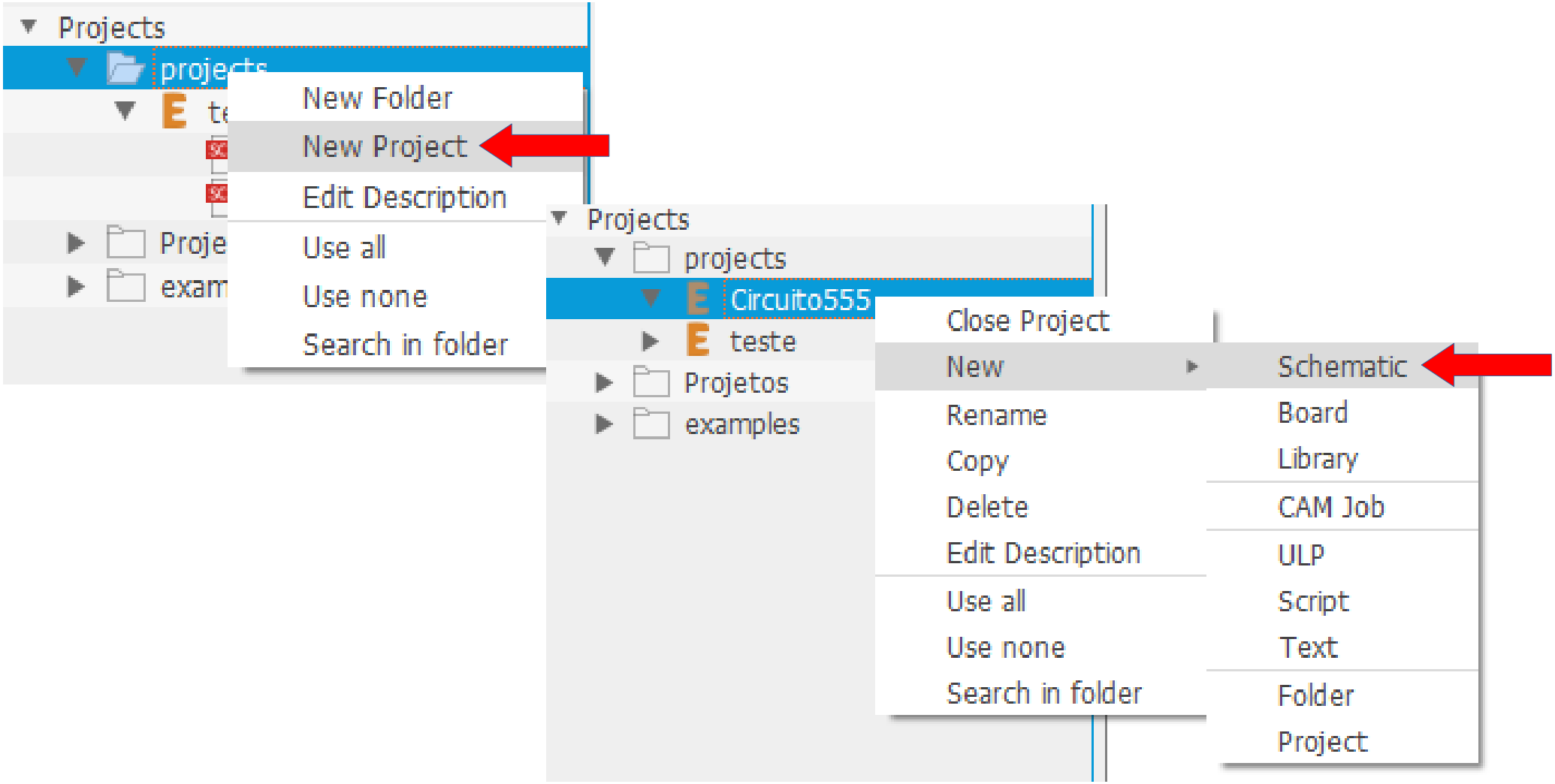
Painel de controle Eagle

Habilitando e desabilitando bibliotecas



Painel de controle Eagle

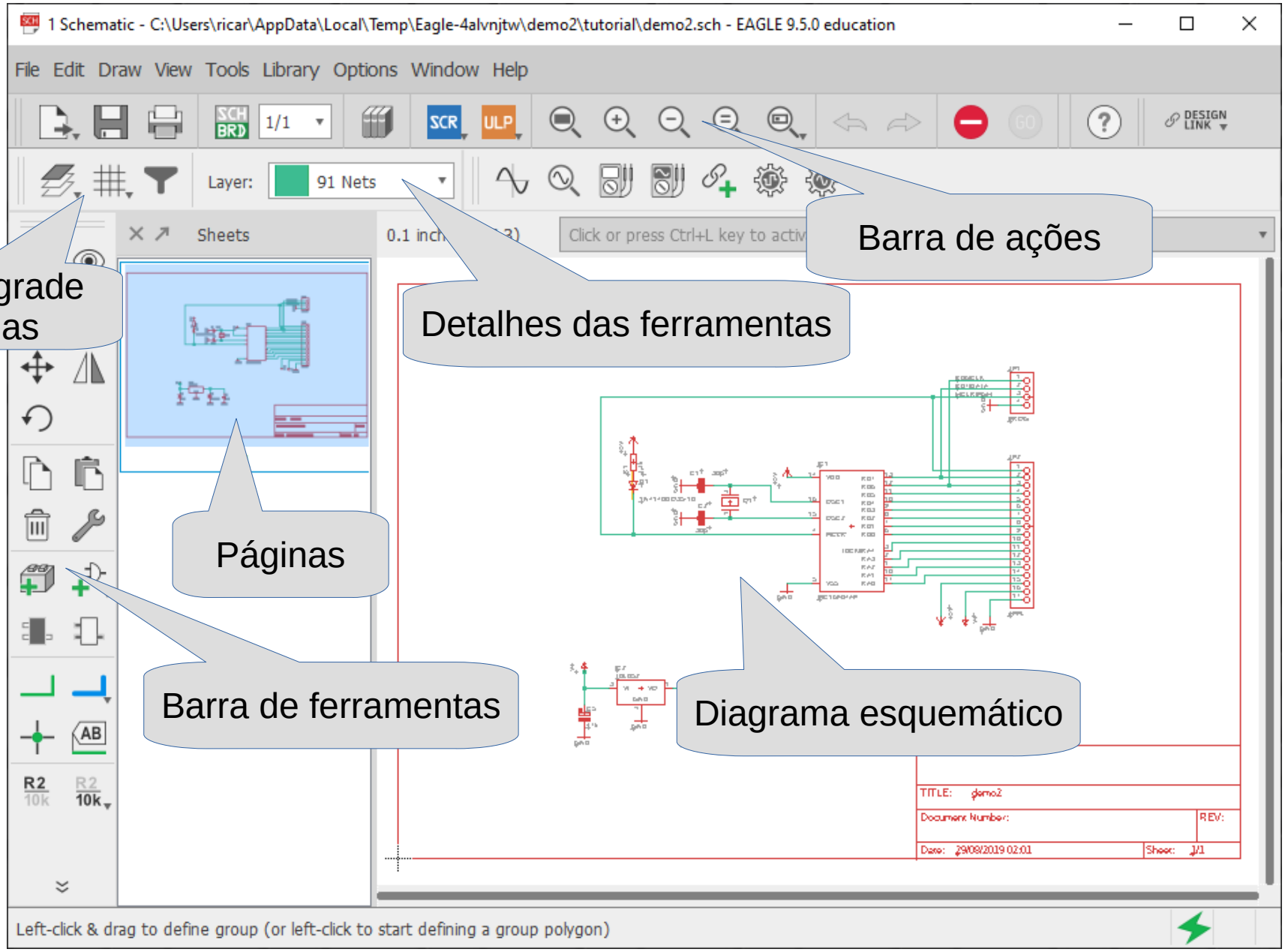
Criando um novo projeto



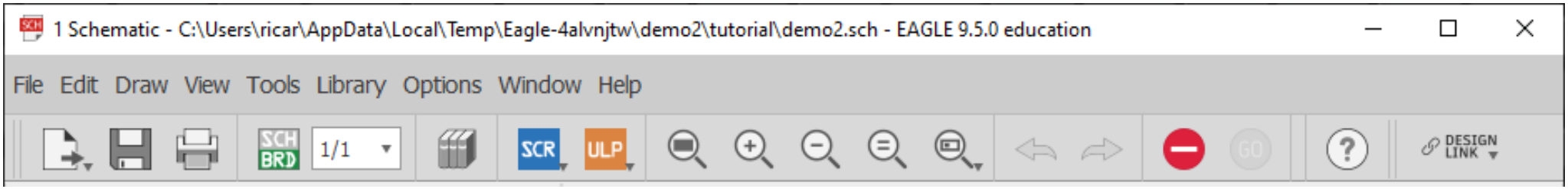
Antes de começas algumas dicas importantes

- Sempre mantenha seu editor esquemático e de layout abertos juntos
- Atenha-se às configurações de grade padrão
- Use apenas a ferramenta de linha "Line" para fins artísticos
- Pesquise com precisão ou use caracteres curingas
- Escolha as ações primeiro e depois os objetos
- Saiba onde você está salvando seu trabalho
- Sempre termine suas conexões na extremidade exata de um pino
- Redesenhe suas redes "nets" em vez de movê-las
- Aproveite as bibliotecas gratuitas de componentes

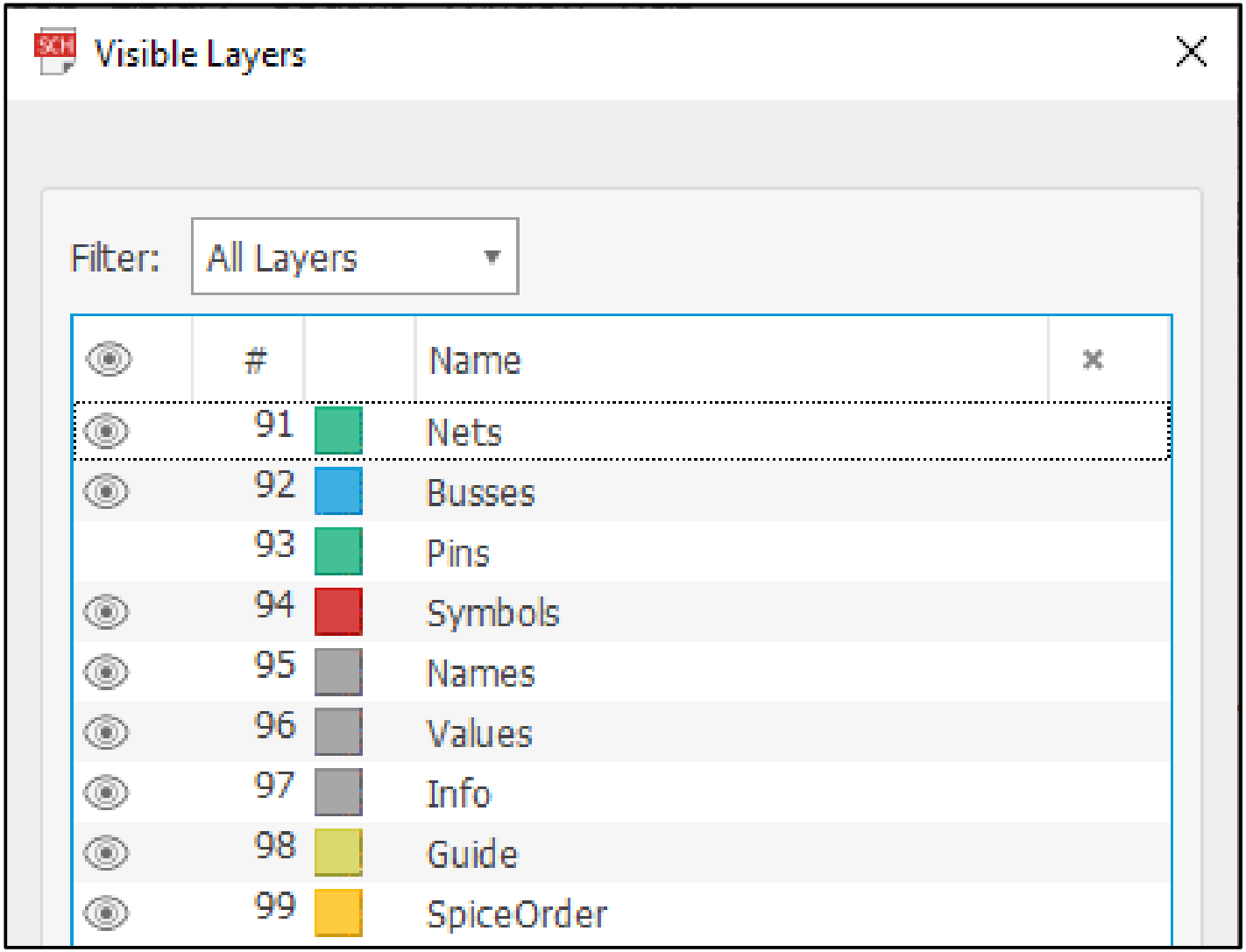
Esquemático Eagle



Barra de ações



Camadas do desenho



Esquemático Eagle

Ajustar camadas

Ajustar a grade

Informações

Realçar o objeto

Seleção em grupo

Mover

Espelhar

Rotacionar

Copiar

Colar

Apagar

Ajustar parâmetros

Adicionar bloco

Adicionar componente

Adicionar modulo

Adicionar Porta

Adicionar ligação

Adicionar Barramento

conectar

Adicionar etiqueta

Nome do componente

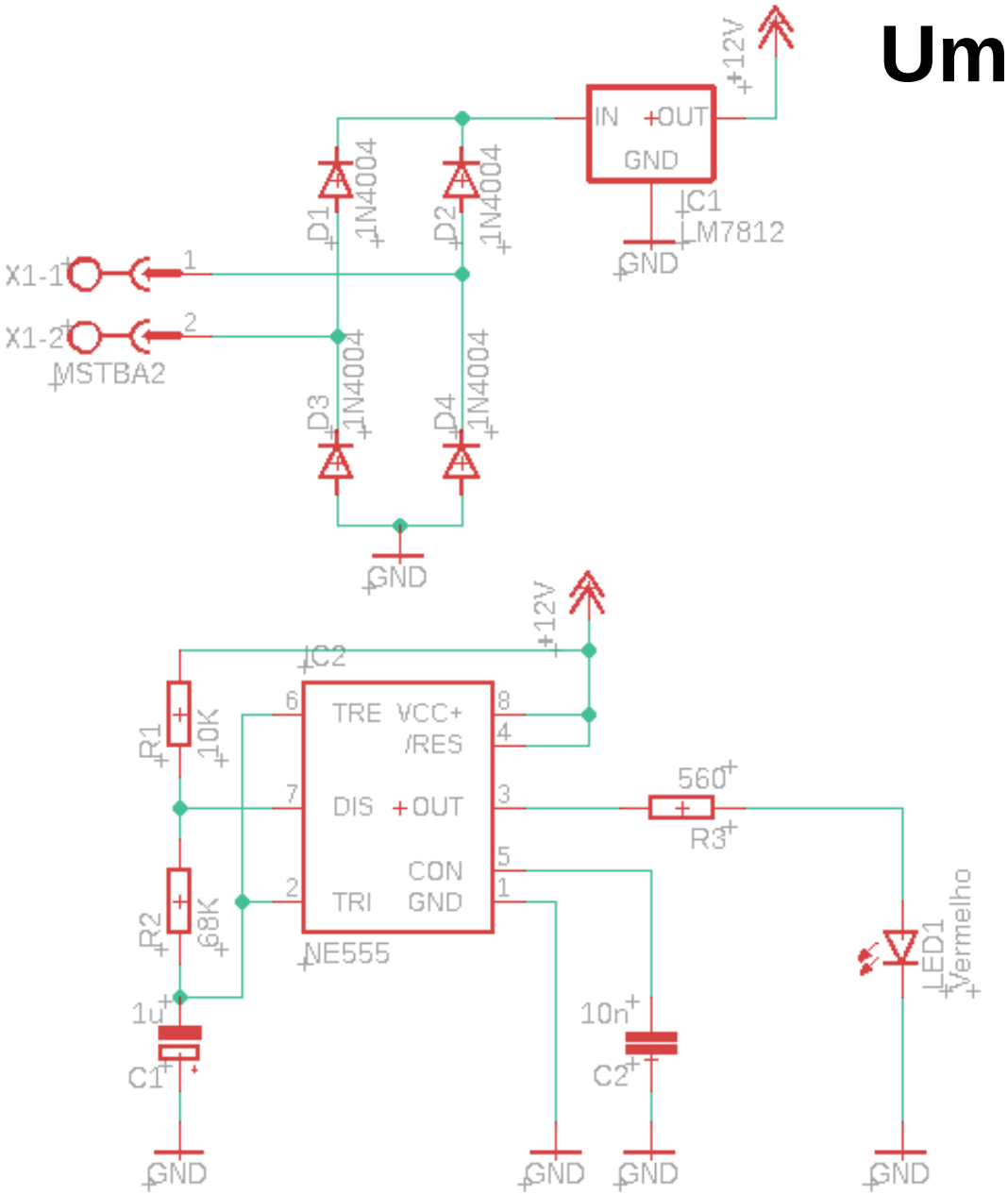
Valor do componente

Esquemático Eagle

Reposiciona Atrib.
Editar em 3D
Dividir
Cortar
Rolo de pintura
Inversão de pinos
Otimizar
Desenhar linha
Desenhar arco
Desenhar círculo
Marcar referência
Verificar erros

Substitui componente
Adicionar atributo
Esquadrinhar
Distribuir
Inversão de portas
Invocar portas
Adicionar texto
Desenhar polígono
Desenhar retângulo
Cotar
Mostrar erros

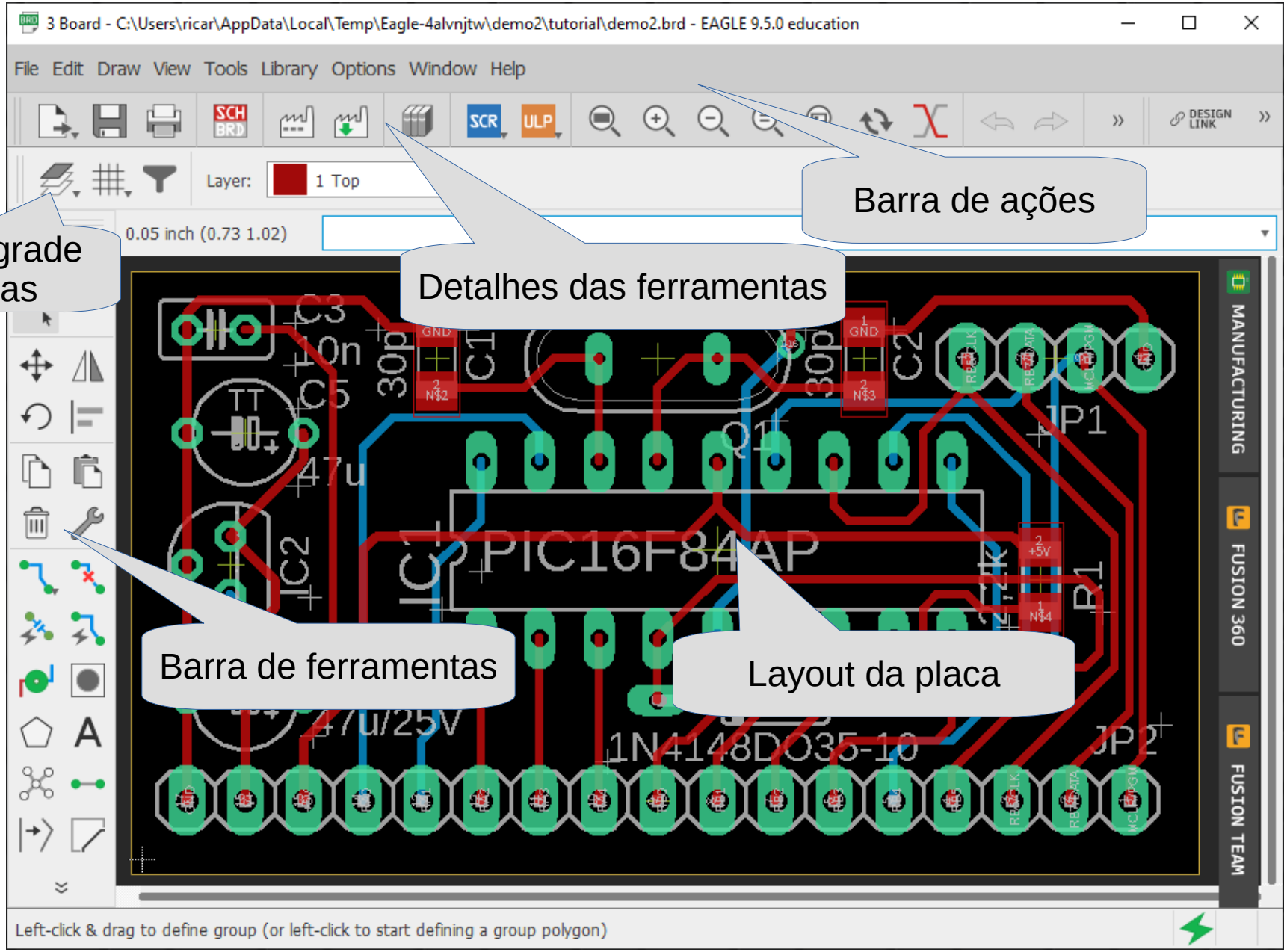
Esquemático Eagle



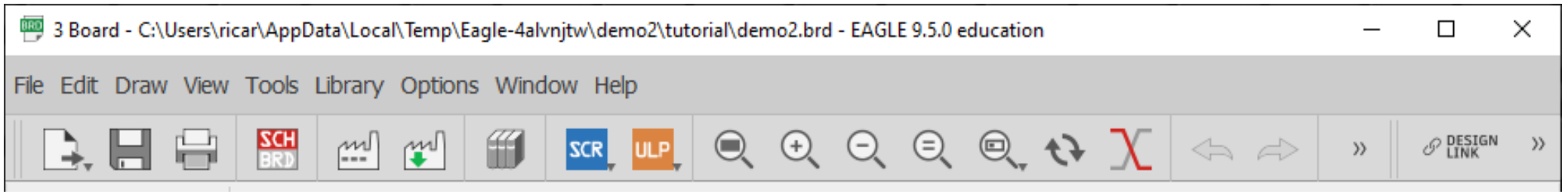
Um pequeno exemplo

Nome	Valor	Componente
C1	1u	CPOL-EUE3.5-8
C2	10n	C-EU025-025X050
D1	1N4004	1N4004
D2	1N4004	1N4004
D3	1N4004	1N4004
D4	1N4004	1N4004
IC1	LM7812	78XXS
IC2	NE555	NE555
LED1	Vermelho	LED5MM
R1	10K	R-EU_0207/10
R2	68K	R-EU_0207/10
R3	560	R-EU_0207/10
X1	MSTBA2	MSTBA2

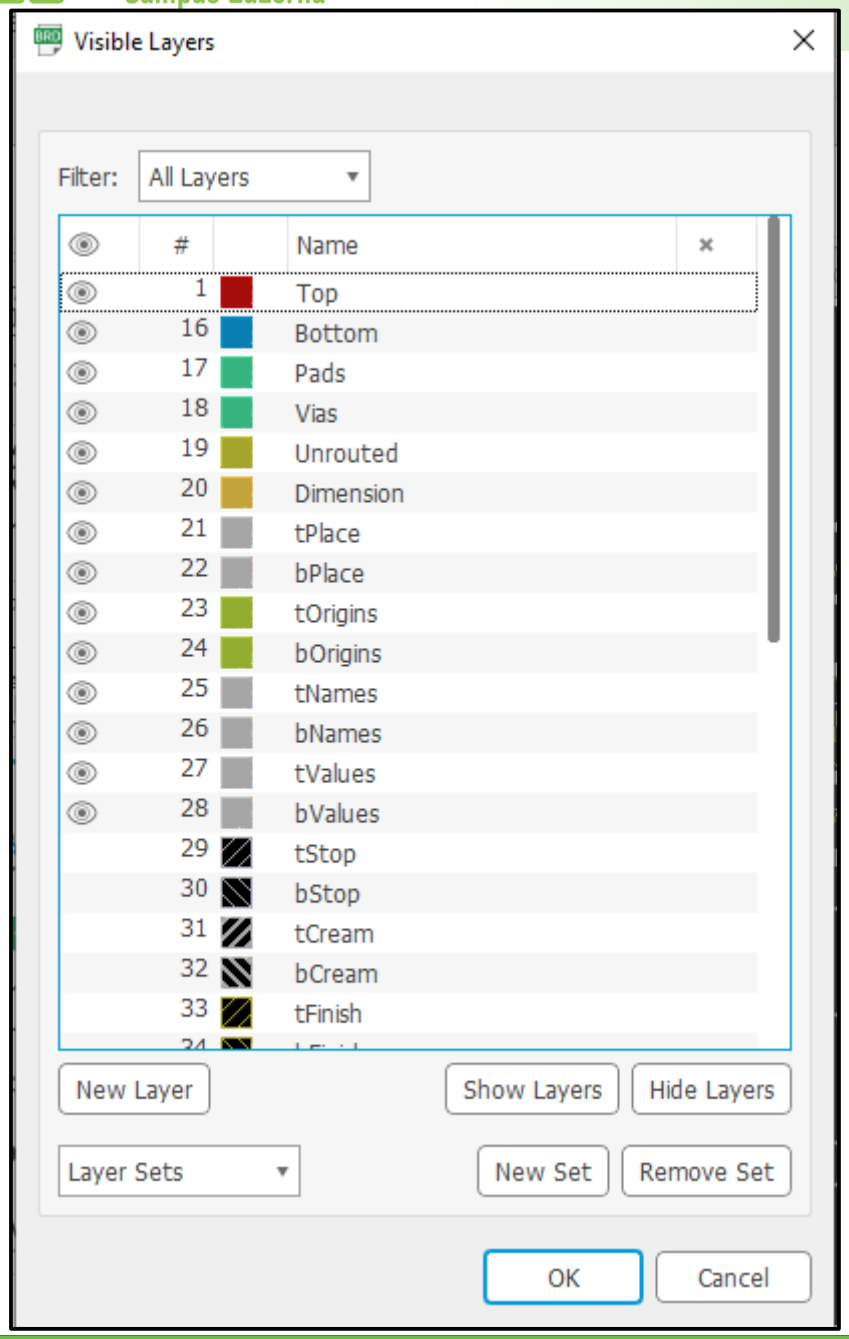
Layout da placa Eagle



Barra de ações



Layout da placa Eagle

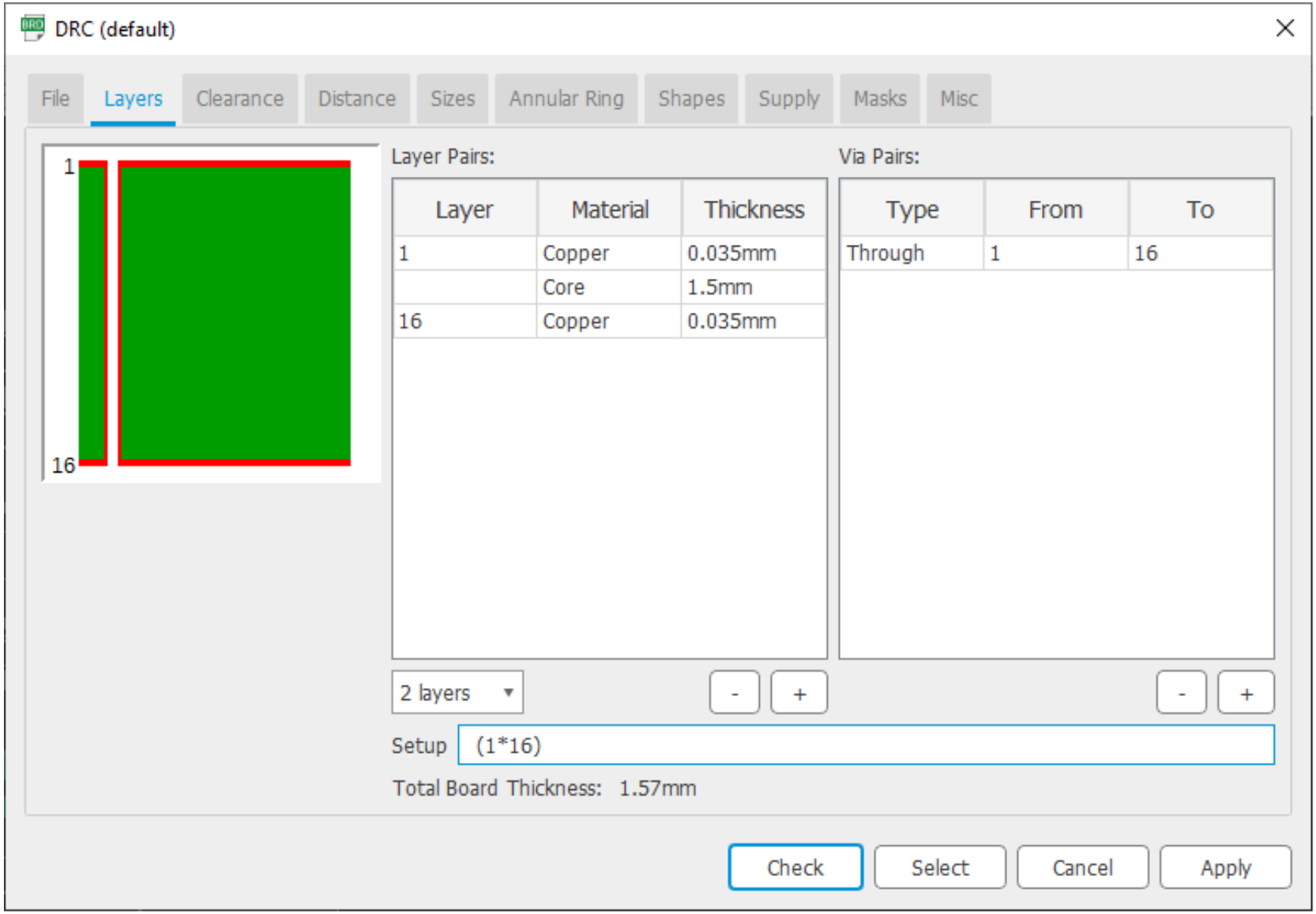


Camadas do desenho

1	Top	Trilhas superior
16	Bottom	Trilhas inferior
17	Pads	Ilhas
18	Vias	Vias de passagem
19	Unrouted	Ligações
20	Dimension	Limites da placa
21	tPlace	Comp. superior
22	bPlace	Comp. inferior
23	tOrigins	Origem Superior
24	bOrigins	Origem Inferior

Layout da placa Eagle

Regras de design (DRC)



Layout da placa Eagle

Ajustar camadas

Informações

Seleção em grupo

Mover

Rotacionar

Copiar

Apagar

Fazer trilha

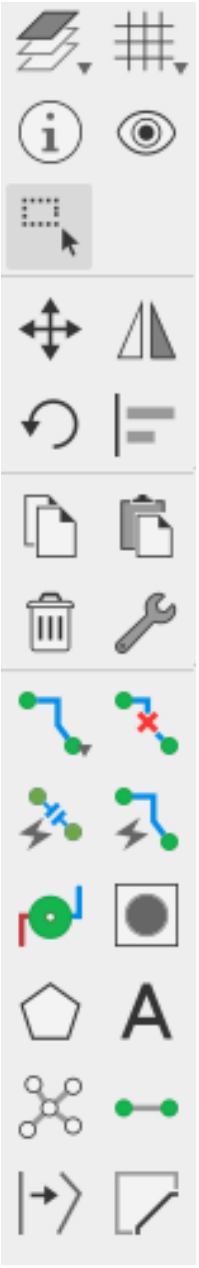
Fanout

Inserir via

Inserir polígono

Organizar ligação

Dividir



Ajustar a grade

Realçar o objeto

Espelhar

Alinhar os objetos

Colar

Ajustar parâmetros

Remover trilha

Auto roteamento

Inserir furo

Inserir texto

Fazer ligação

Esquadrinhar

Layout da placa Eagle

Cortar

Balancear trilhas

Adicionar bloco

Adicionar componente

Nome do componente

Valor do componente

Reposiciona Atrib.

Substituir componente

Editar em 3D

Adicionar atributo

Rolo de pintura

Distribuir

Travar

Inversão de pinos

Otimizar

Desenhar linha

Desenhar arco

Desenhar círculo

Desenhar retângulo

Marcar referência

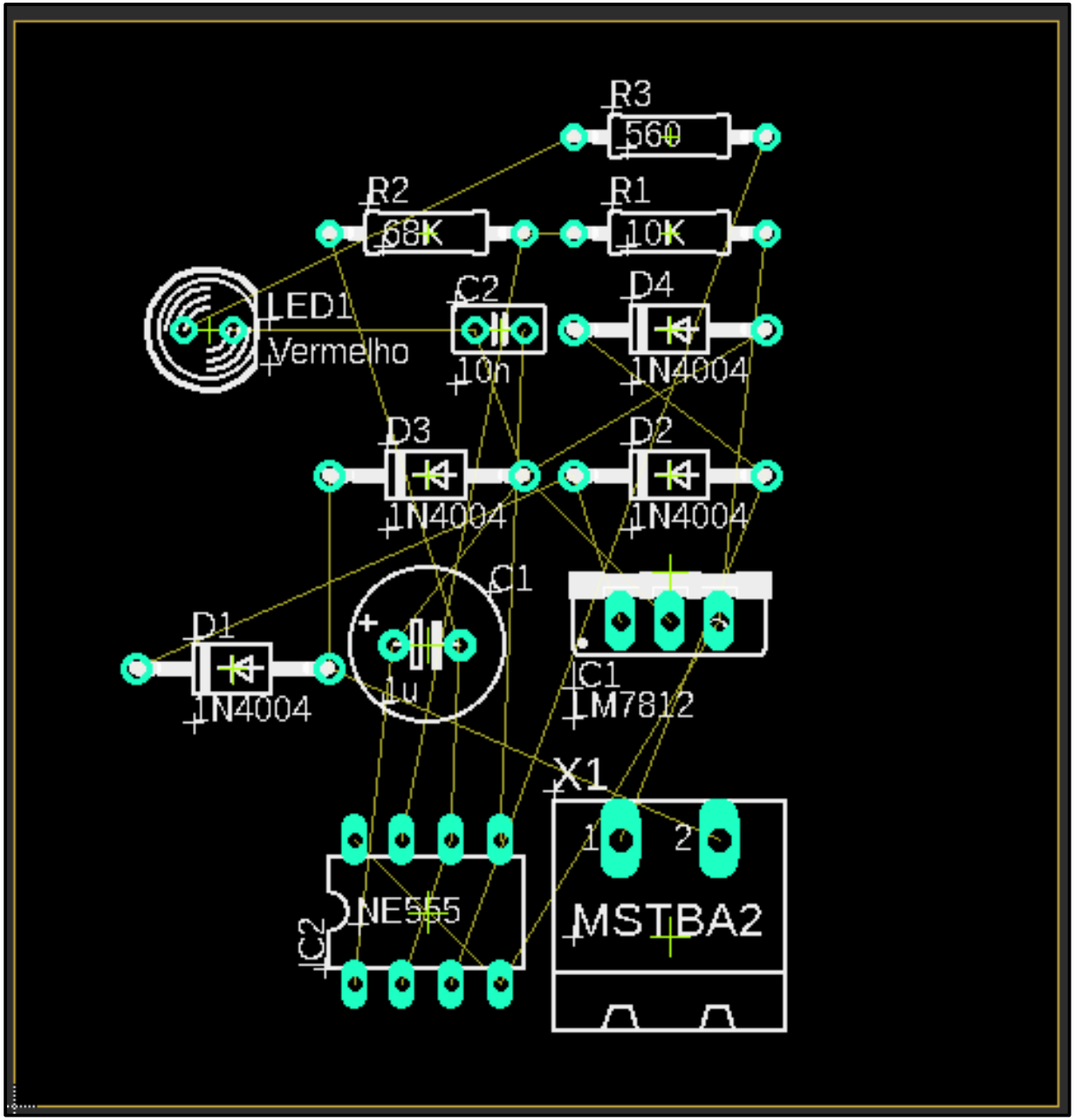
Cotar

Verificar erros

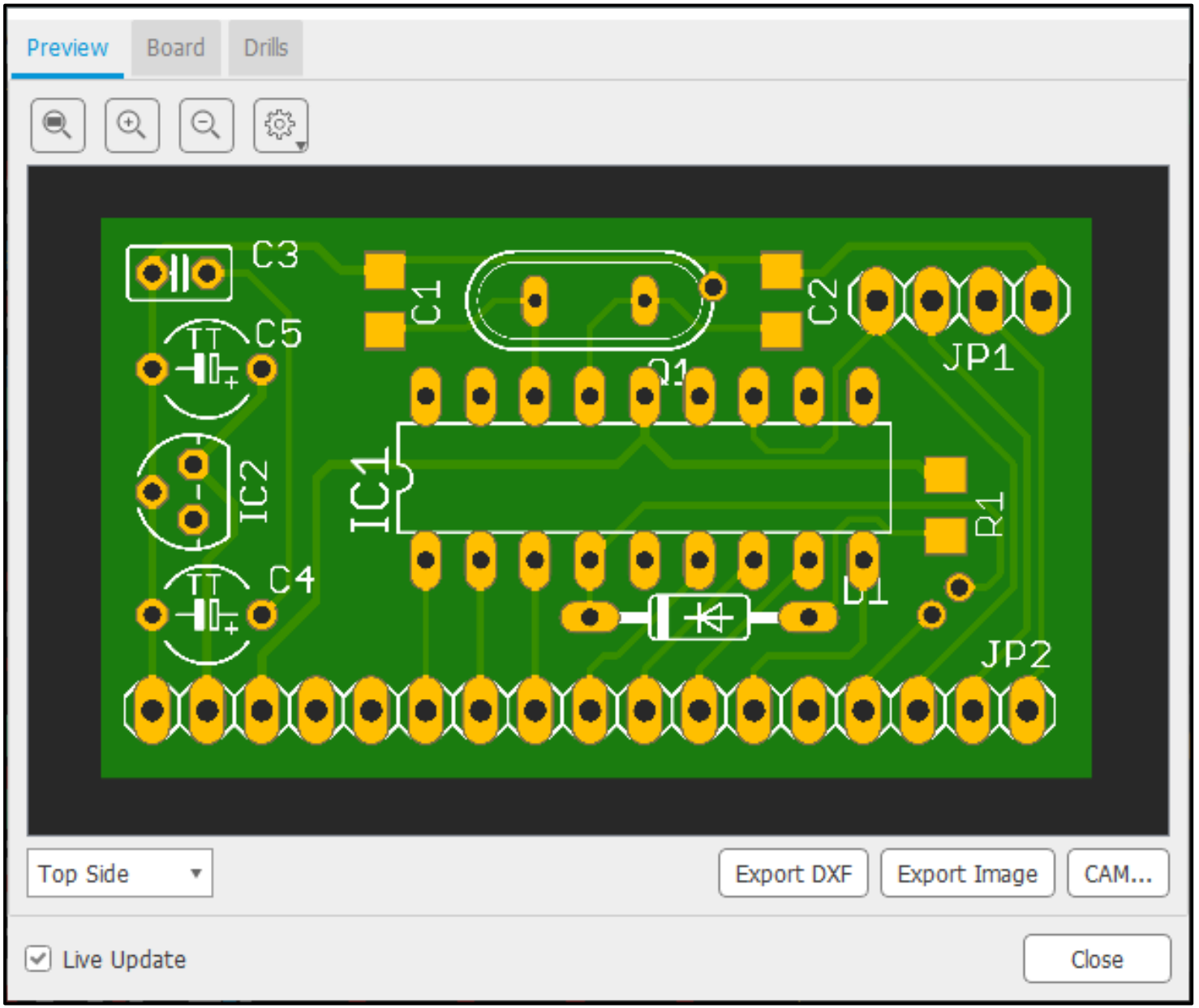
Regras de design

Mostrar erros

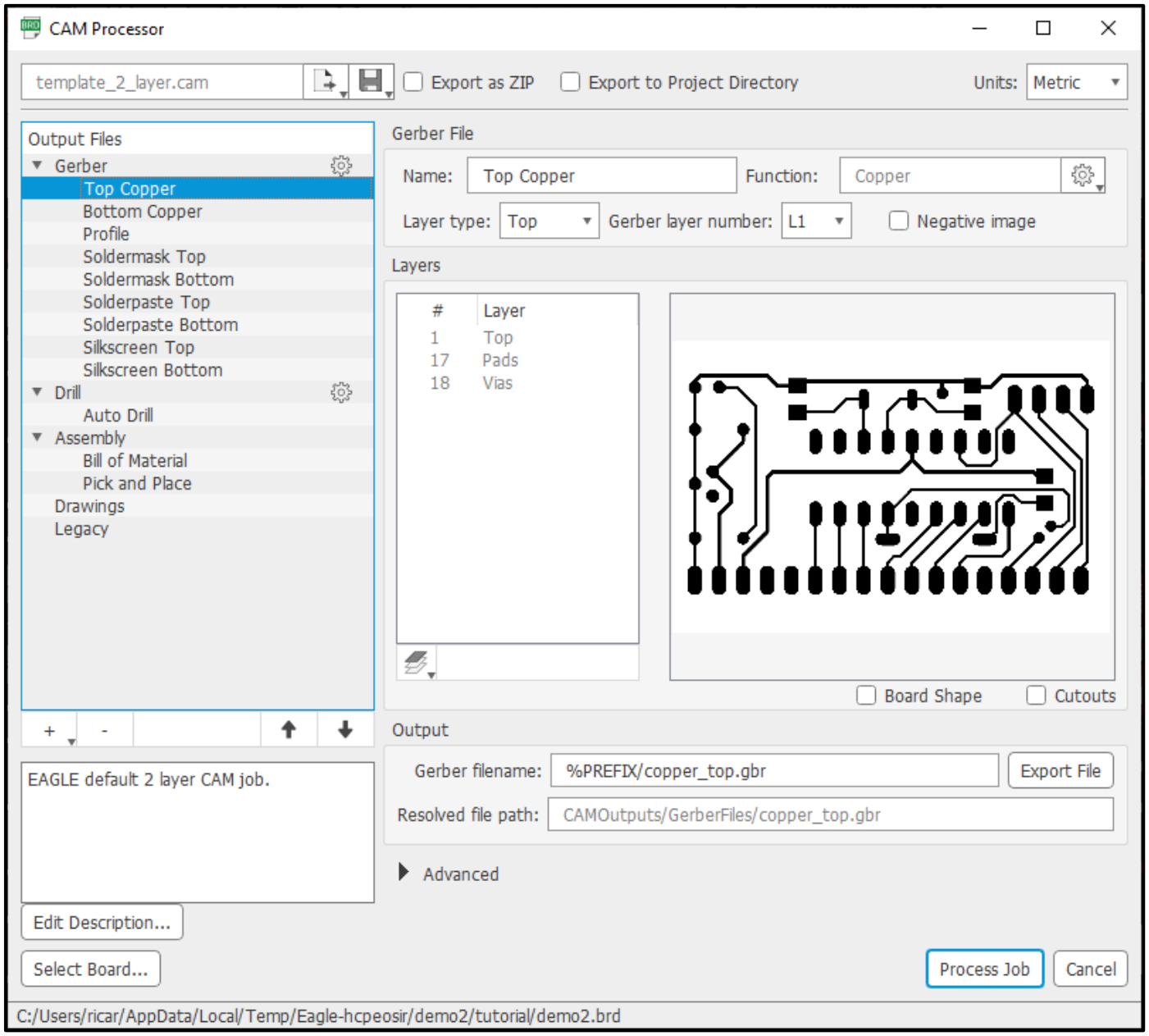
Layout da placa Exemplo



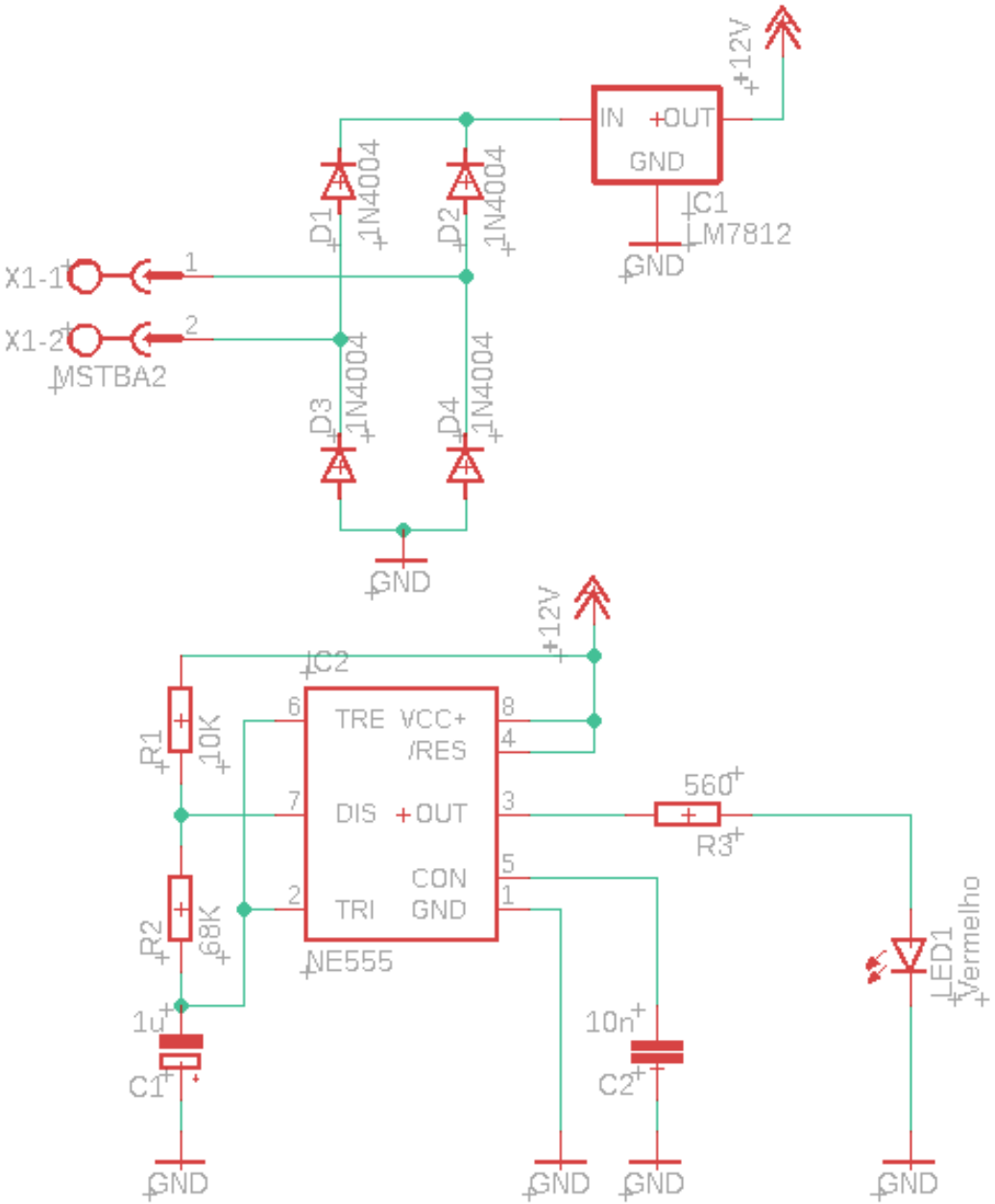
Layout da placa Manufacturing



Layout da placa CAM



Exercício



Nome	Valor	Componente
C1	1u	CPOL-EUE3.5-8
C2	10n	C-EU025-025X050
D1	1N4004	1N4004
D2	1N4004	1N4004
D3	1N4004	1N4004
D4	1N4004	1N4004
IC1	LM7812	78XXS
IC2	NE555	NE555
LED1	Vermelho	LED5MM
R1	10K	R-EU_0207/10
R2	68K	R-EU_0207/10
R3	560	R-EU_0207/10
X1	MSTBA2	MSTBA2