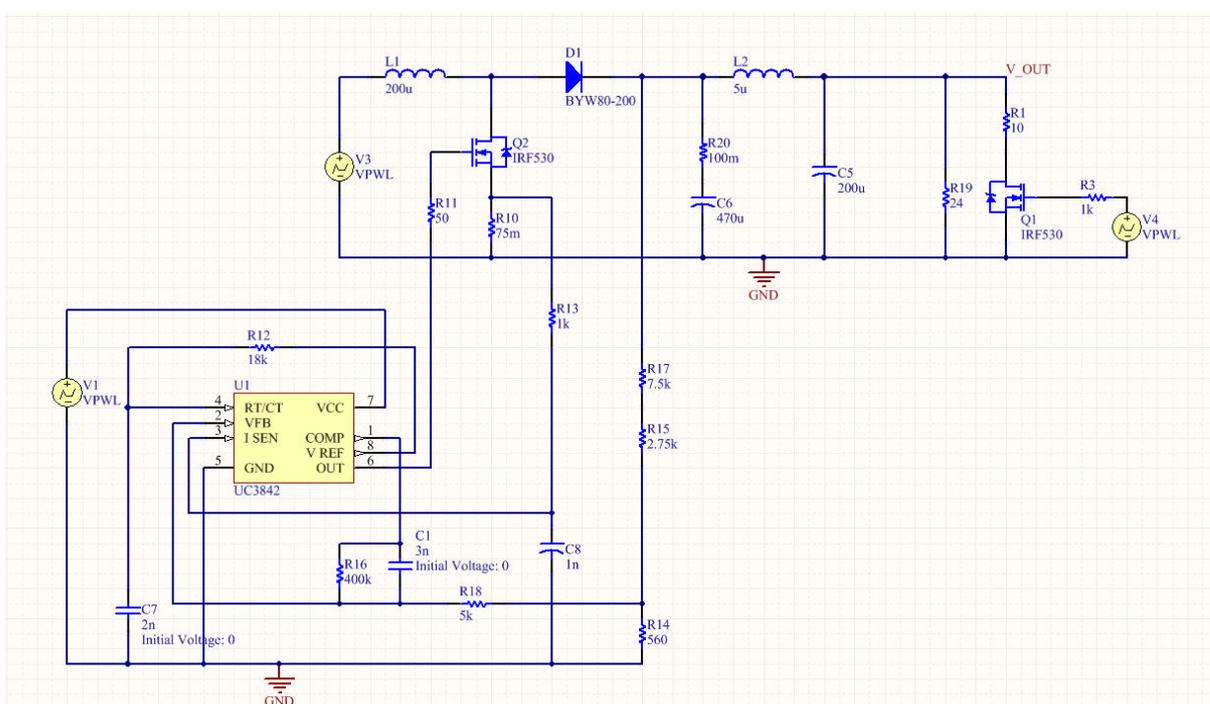




UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

TUTORIAL – ALTIUM DESIGNER SOFTWARE



Autores: Daniel da Silva Gomes
Davi Rabelo Joca, M.Sc. Eng.

Versão 1.0
Novembro de 2015

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
1.1. Iniciar um novo projeto	3
1.2. Adicionar componentes ao esquemático e conectá-los.	5
2. CRIAR COMPONENTES E ADICIONAR AO PROJETO	12
2.1. Adicionar Biblioteca Integrada	12
2.2. Criar o esquemático do componente	14
2.3. Criar <i>footprint</i> e adicionar ao componente.....	24
3. ADICIONAR MODELO 3D DE UM COMPONENTE	48
3.1. Desenhando o modelo 3D do componente	48
3.2. Adicionar modelo 3D com arquivo formato STEP	50
4. POSICIONAMENTO DOS COMPONENTES E ROTEAMENTO DA PLACA	56
4.1. Posicionar os componentes.....	56
4.2. Roteamento da placa	62
4.3. Regras.....	66
4.4. Malhas de potencial	72
5. IMPRESSÃO	76
6. GERBER FILES / NC DRILL FILES	81
6.1. Gerber Files	81
6.2. NC Drill Files	87
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
8. REFERÊNCIAS.....	93

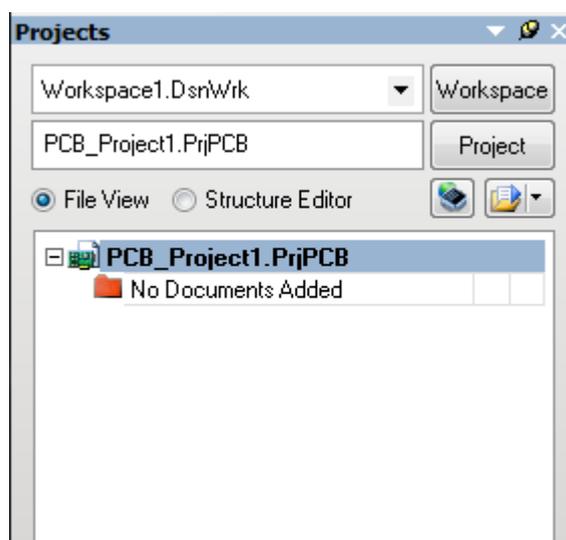
1. INTRODUÇÃO

1.1. Iniciar um novo projeto

Para iniciar um novo projeto no *Altium Designer*, deve-se ir no menu e clicar em *File >> New >> Project >> PCB Project*, criando assim um arquivo do projeto que conterà as informações sobre o mesmo, como os esquemáticos, placas e pode conter ainda bibliotecas de componentes que serão utilizados.

Aparecerá então uma aba como mostra a figura 1.1 com o arquivo criado, inicialmente sem nenhum documento adicionado.

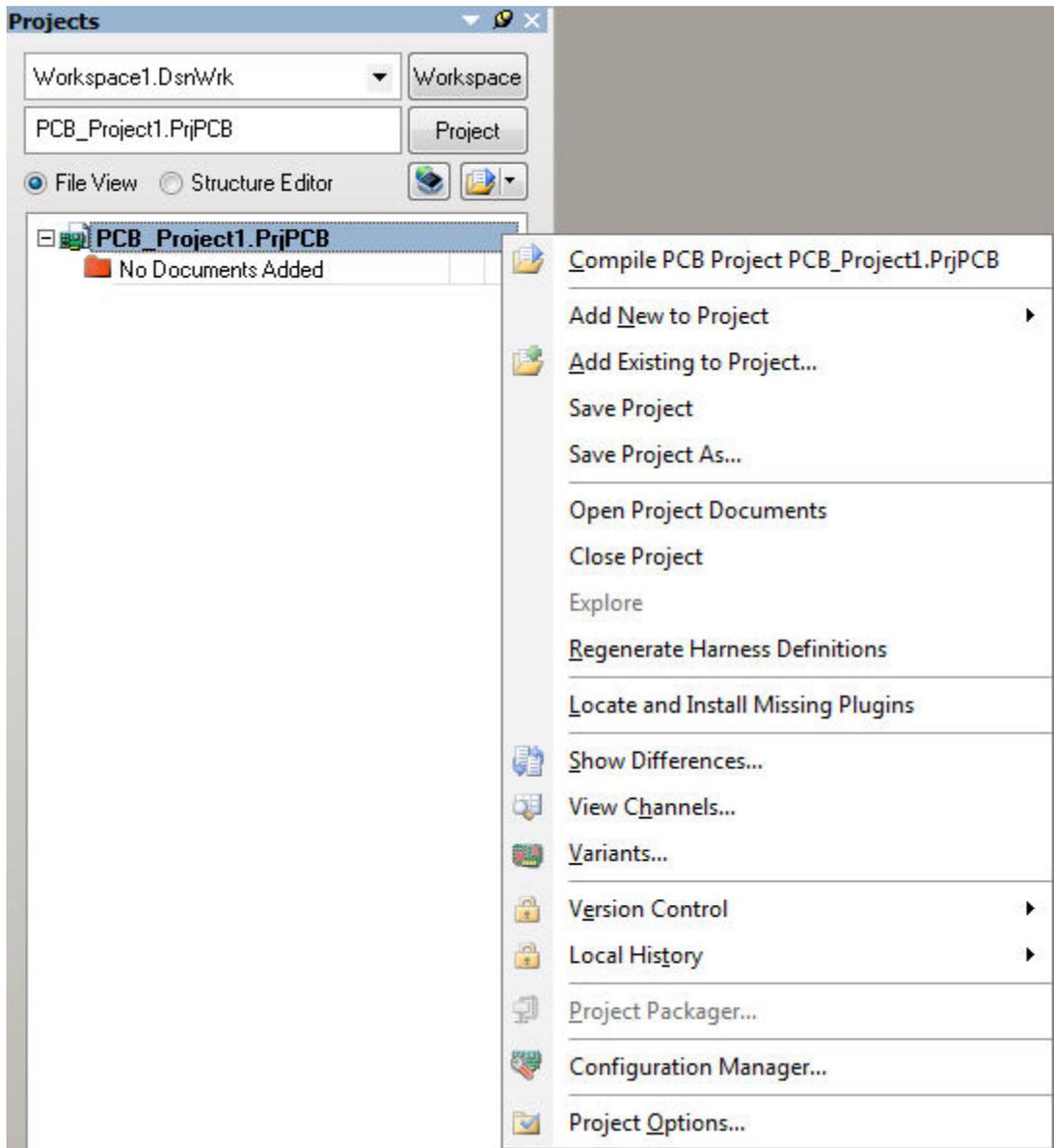
Figura 1.1. Aba *Projects* com o projeto adicionado.



Fonte: Elaborada pelo autor

Ao adicionar o projeto, com o clique no botão direito do *mouse* sobre o mesmo, aparecerá um menu como mostra a figura 1.2. É recomendável clicar inicialmente em *Save Project As..* e atribuir um nome ao projeto além de criar e selecionar uma pasta na qual serão salvos todos os arquivos referentes ao projeto.

Figura 1.2 – Menu do arquivo do projeto.

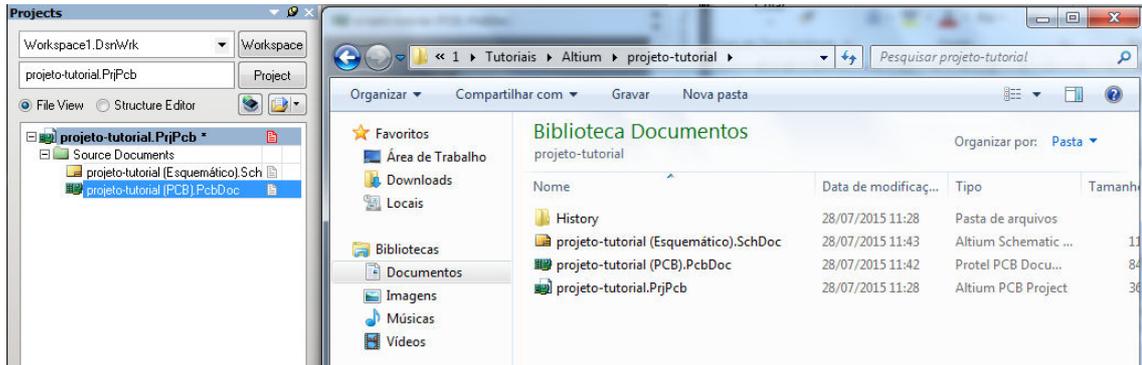


Fonte: Elaborada pelo autor

Em seguida, deve-se abrir novamente o menu mostrado na figura 1.2 e adicionar um esquemático para o projeto, indo em *Add New to Project >> Schematic*, além de um arquivo PCB indo em *Add New to Project >> PCB*. No arquivo esquemático, será feito o desenho do circuito, inserindo os componentes e então fazendo as conexões entre eles, e no arquivo PCB, será feito o posicionamento dos componentes e as trilhas do circuito para a confecção da placa.

É recomendável também, com um clique no botão direito do *mouse* sobre o arquivo do esquemático e sobre o do PCB, clicar em *Save As...* para atribuir nomes aos arquivos e salvar na pasta do projeto, como mostra a figura 1.3.

Figura 1.3. Projeto com arquivos esquemático e PCB adicionados.

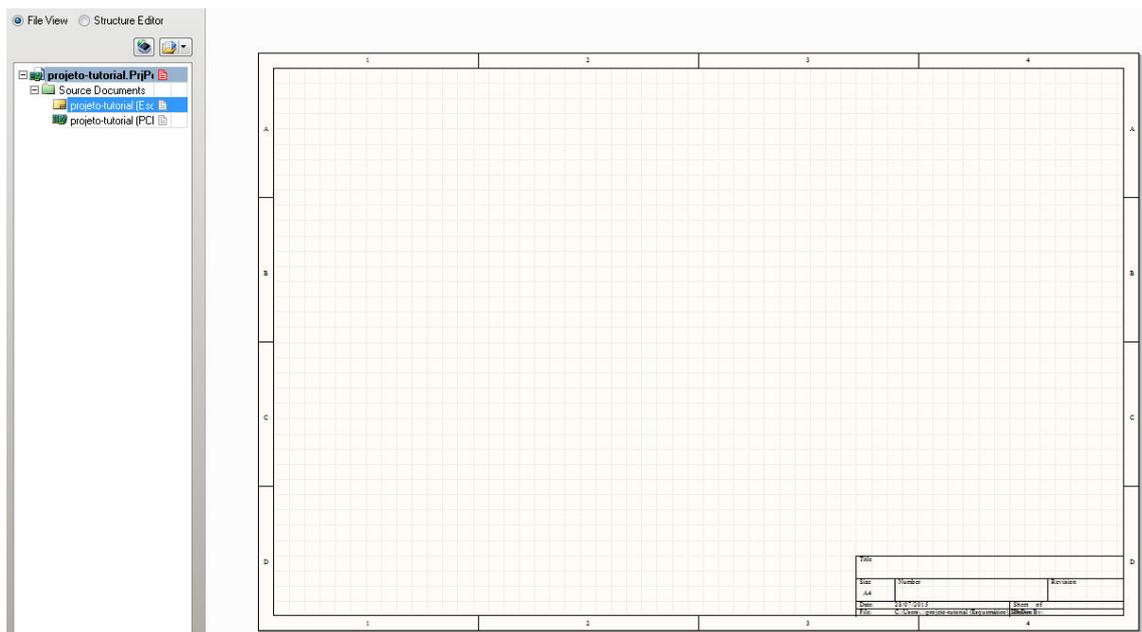


Fonte: Elaborada pelo autor

1.2. Adicionar componentes ao esquemático e conectá-los

Selecionando o arquivo esquemático, aparecerá uma área conforme mostra a figura 1.4.

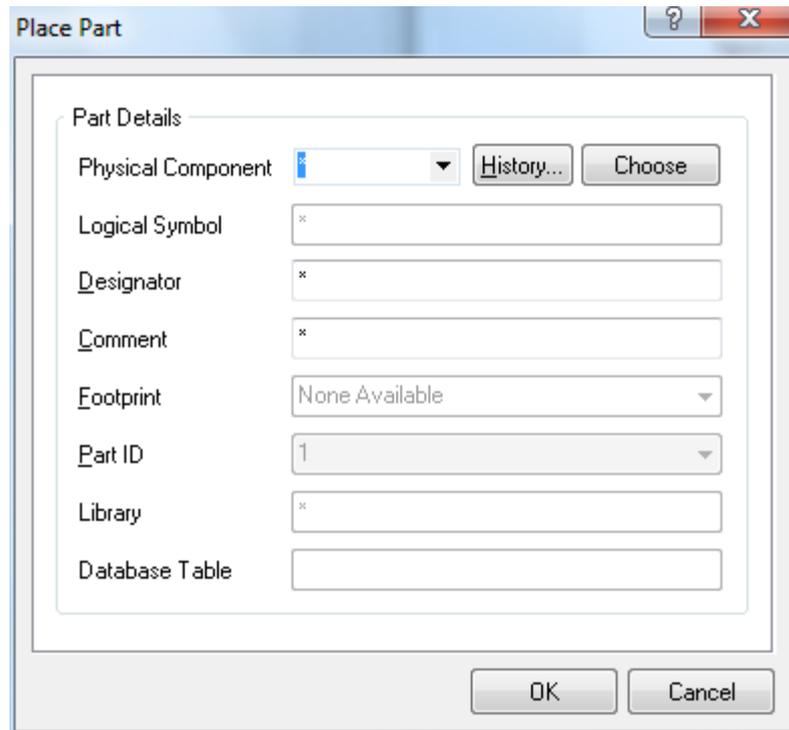
Figura 1.4 – Área do esquemático.



Fonte: Elaborada pelo autor

No menu, clicando em *Place >> Part* (ou digitando PP), aparecerá a janela mostrada na figura 1.5.

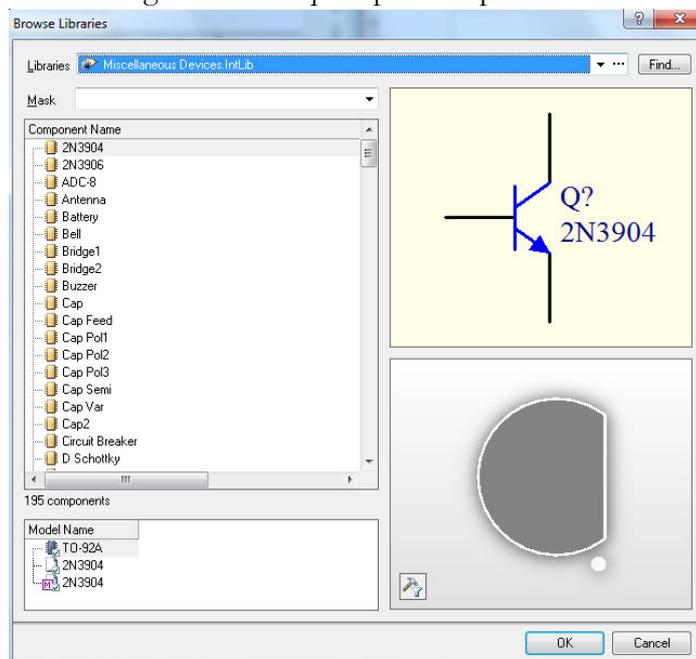
Figura 1.5 – Adicionar componente.



Fonte: Elaborada pelo autor

Em *History*, é possível ver os componentes que foram utilizados recentemente, e clicando em *Choose*, aparecerá a janela conforme mostra a figura 1.6.

Figura 1.6. Pesquisa por componentes.

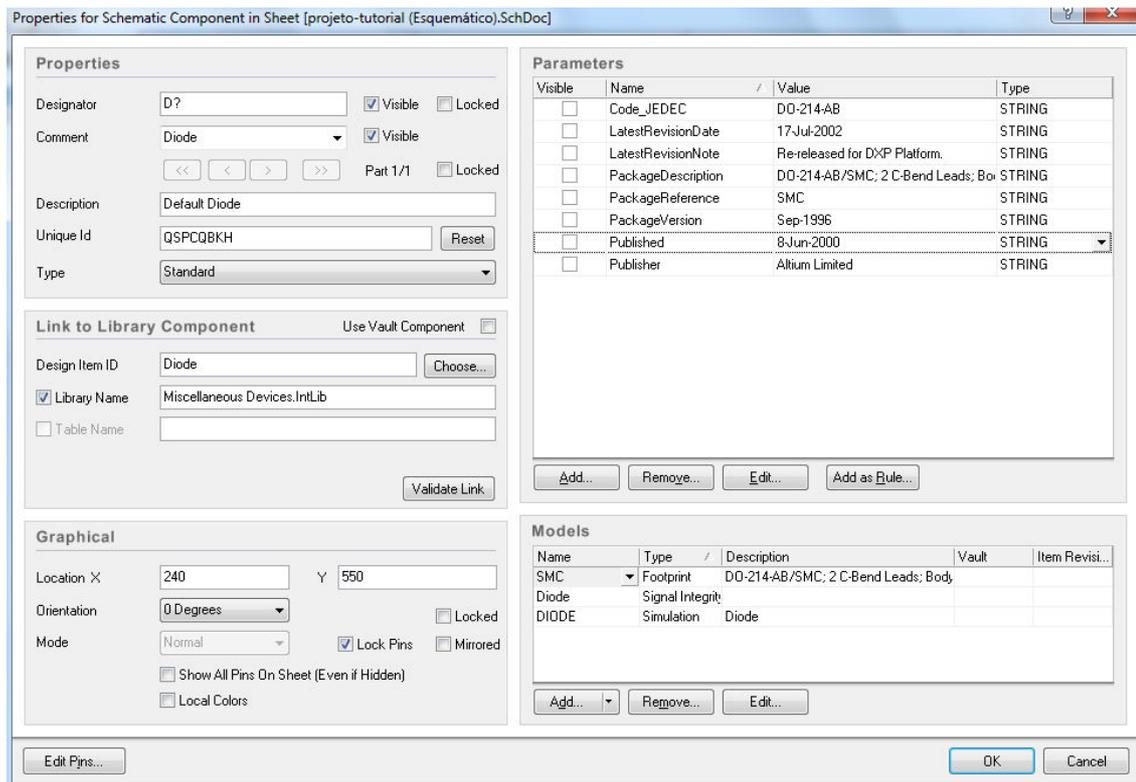


Fonte: Elaborada pelo autor

Na aba *Libraries*, é possível selecionar as bibliotecas adicionadas ao programa e ver os componentes de cada uma. Selecionando uma das bibliotecas e um dos seus componentes, clique em OK e OK novamente na janela seguinte para poder adicioná-lo à área de trabalho do *Altium*.

Ao adicionar o componente, com um clique duplo sobre o mesmo, aparecerá uma janela mostrada na figura 1.7.

Figura 1.7 – Características do componente.



Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Designator*, é possível atribuir um nome que irá designar o componente em questão, no exemplo, pode-se substituir “?” por “1”, sendo assim, esse diodo será designado por D1, e caso outros diodos sejam adicionados, pode-se pôr D2, D3... para designá-los.

Ainda é possível designá-los automaticamente, indo em *Tools >> Force Annotate All Schematics*, clicando *Yes* para confirmar as mudanças nos designadores.

Após adicionar os componentes, deve-se fazer as conexões indo em *Place >> Wire* no menu do programa (ou clicando no ícone *Place Wire* na barra de ferramentas abaixo do menu do programa, como mostra a figura 1.8).

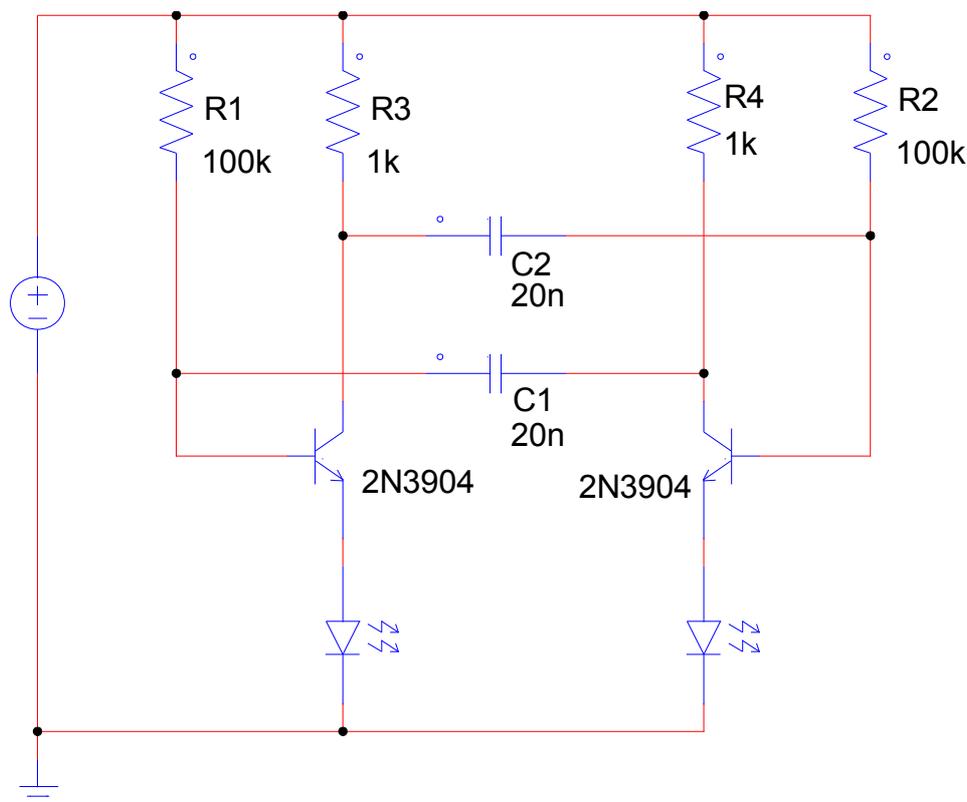
Figura 1.8. Ícone *Place Wire*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Será utilizado como exemplo o circuito mostrado na figura 1.9.

Figura 1.9. *Astable Multivibrator circuit* utilizado como exemplo.



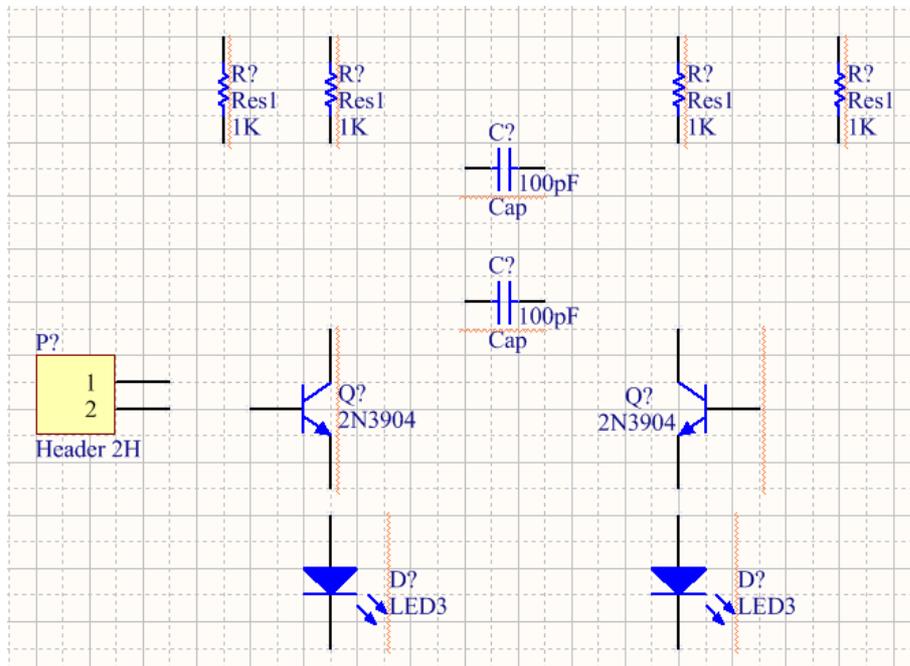
Fonte: Elaborada pelo autor

Procurando os componentes na *Library Miscellaneous Devices* e *Miscellaneous Connectors*, foram utilizados, da biblioteca *Miscellaneous Devices*, 2 transistores 2N3904, 2 LEDs LED3, 4 resistores Res1, dois capacitores Cap, além do conector *Header 2H* da biblioteca *Miscellaneous Connectors*.

Deve-se então adicioná-los na área do esquemático, posicionando e designando-os como sugere a figura 1.9, resultando no circuito mostrado na figura 1.10.

Para rotacionar algum componente, com ele selecionado, clica-se na barra de espaço do teclado. Selecionando o componente e mantendo pressionado o botão esquerdo do *mouse*, aperta-se Y ou X para espelhar vertical ou horizontalmente, respectivamente.

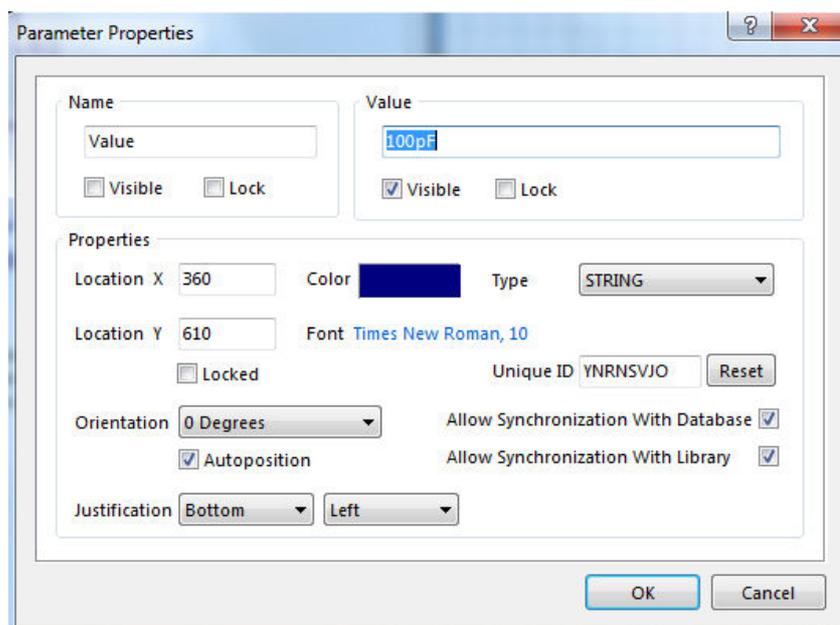
Figura 1.10. Esquemático do circuito utilizado como exemplo.



Fonte: Elaborada pelo autor

Com um clique duplo sobre os valores das resistências e capacitâncias, aparecerá a janela mostrada na figura 1.11.

Figura 1.11. Propriedades dos parâmetros.

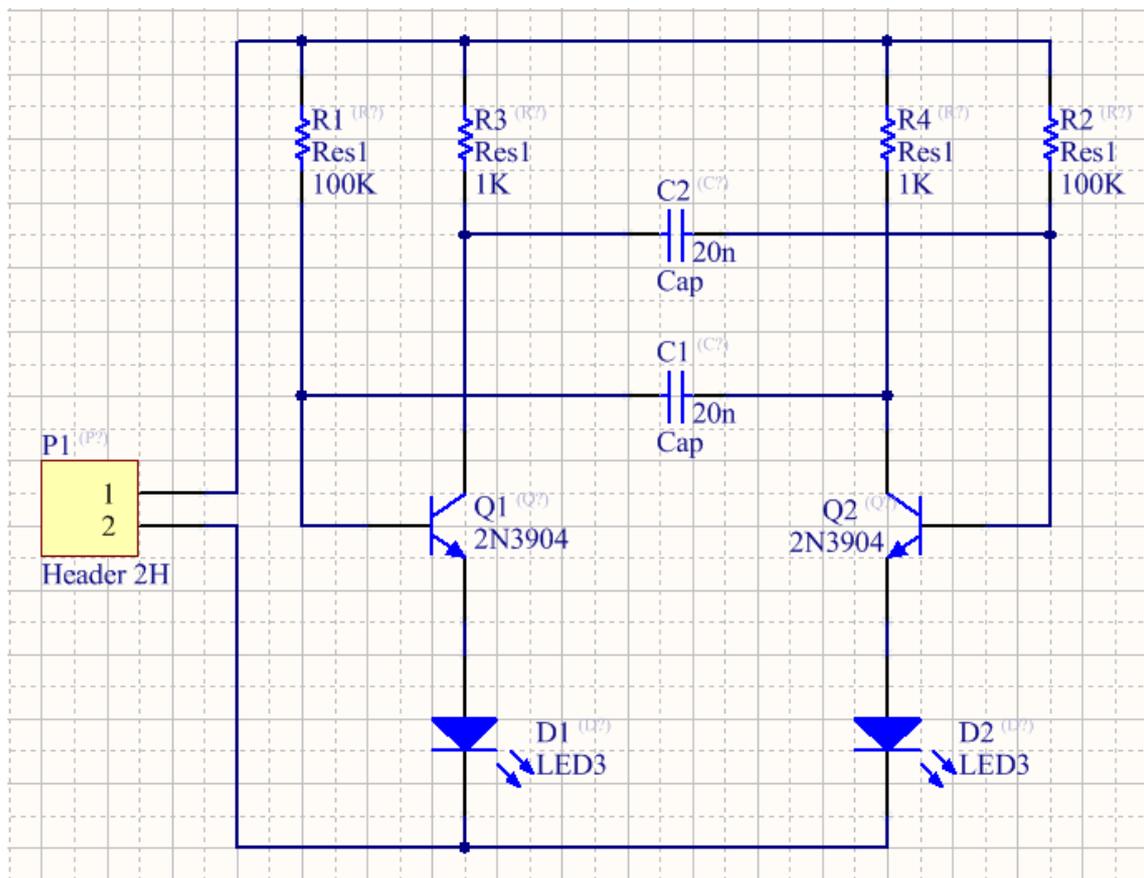


Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Value*, deve ser colocado o valor de resistência ou capacitância de acordo com o circuito apresentado de todos os componentes, e então pressionar OK. Com um clique duplo sobre os designadores dos componentes (“R?” , ”C?” e etc), aparecerá uma janela semelhante à figura 1.11, devendo então os alterar em *Value*, sendo possível também utilizar o recurso no menu *Tools* >> *Force Annotate All Schematics*, como visto anteriormente.

Clicando no ícone *Place Wire* e conectando os componentes de acordo com o circuito da figura 1.9, obtêm-se o esquemático mostrado na figura 1.12.

Figura 1.12. Esquemático do circuito.



Fonte: Elaborada pelo autor

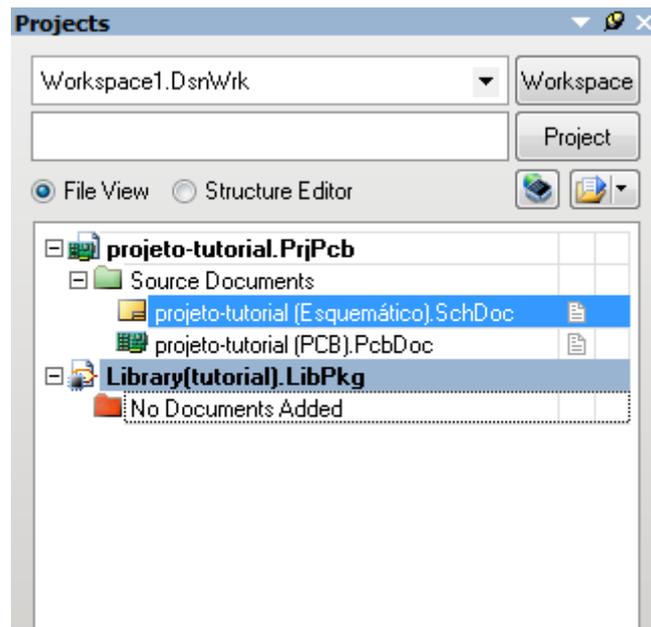
Após a finalização do esquemático do circuito, deve-se salvar em *File* >> *Save* e o exportar para o arquivo PCB a fim de posicionar os *footprints* dos componentes na placa e desenhar as trilhas do circuito, processo que será visto no item 4 desse material.

2. CRIAR COMPONENTES E ADICIONAR AO PROJETO

2.1. Adicionar Biblioteca Integrada

Para adicionar um novo componente, adiciona-se uma biblioteca integrada (que une o esquemático e o *footprint* do componente) indo no menu e então: *File >> New >> Project >> Integrated Library*. Na aba de *Projects* será adicionada um projeto chamado *Integrated_Library1*, inicialmente sem nenhum arquivo adicionado, conforme mostra a figura 2.1.

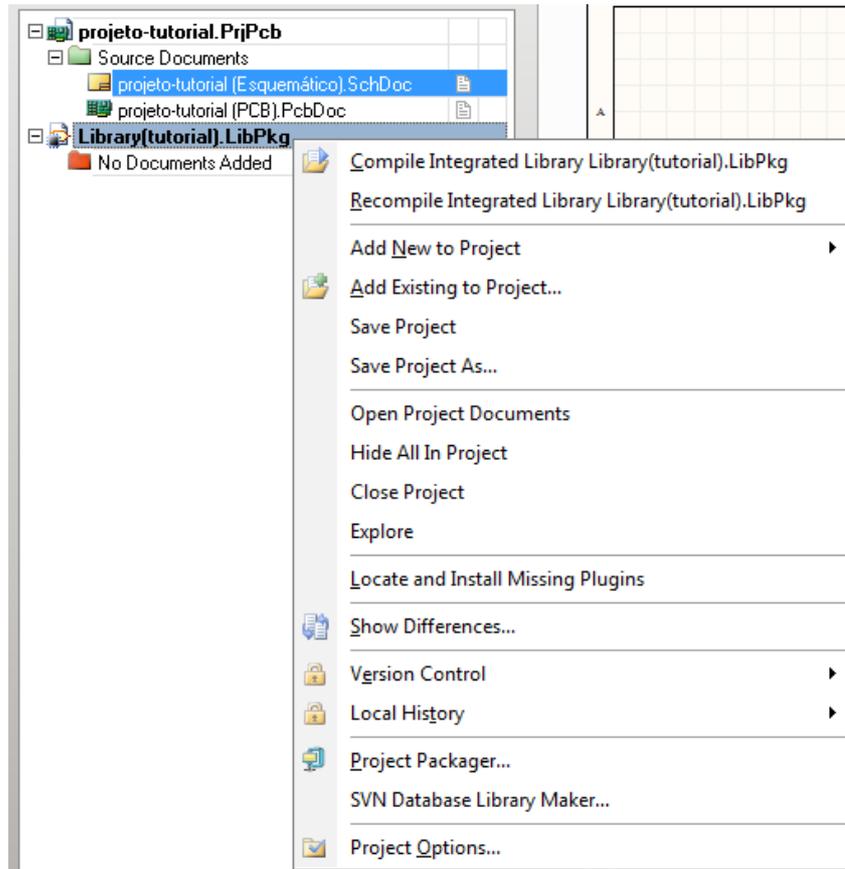
Figura 2.1. Biblioteca integrada adicionada.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando com o botão direito do *mouse* sobre o projeto, surgirá a janela mostrada na figura 2.2. Deve-se inicialmente clicar em *Save Project As...* para atribuir um nome, selecionar a pasta na qual será salvo e então salvar o projeto.

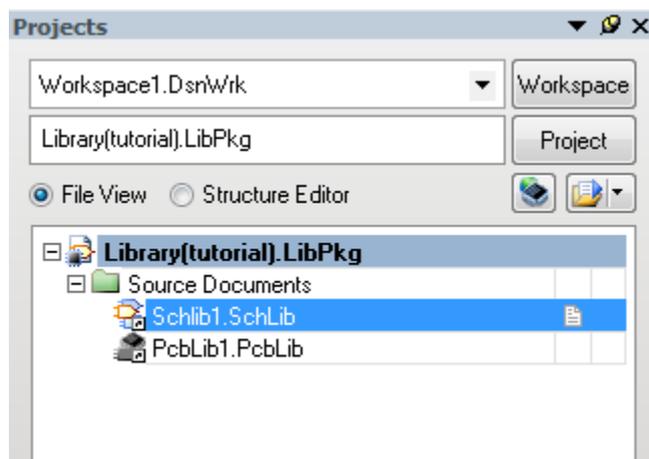
Figura 2.2. Opções da *Integrated Library*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando com o botão direito do *mouse* sobre o projeto, deve-se ir em *Add New to Project >> Schematic Library*, criando um arquivo onde será feito o esquemático do componente, e abrir novamente as opções e ir *Add New to Project >> PCB Library*, onde será feito o *footprint* do componente, e o projeto resultante é mostrado na figura 2.3.

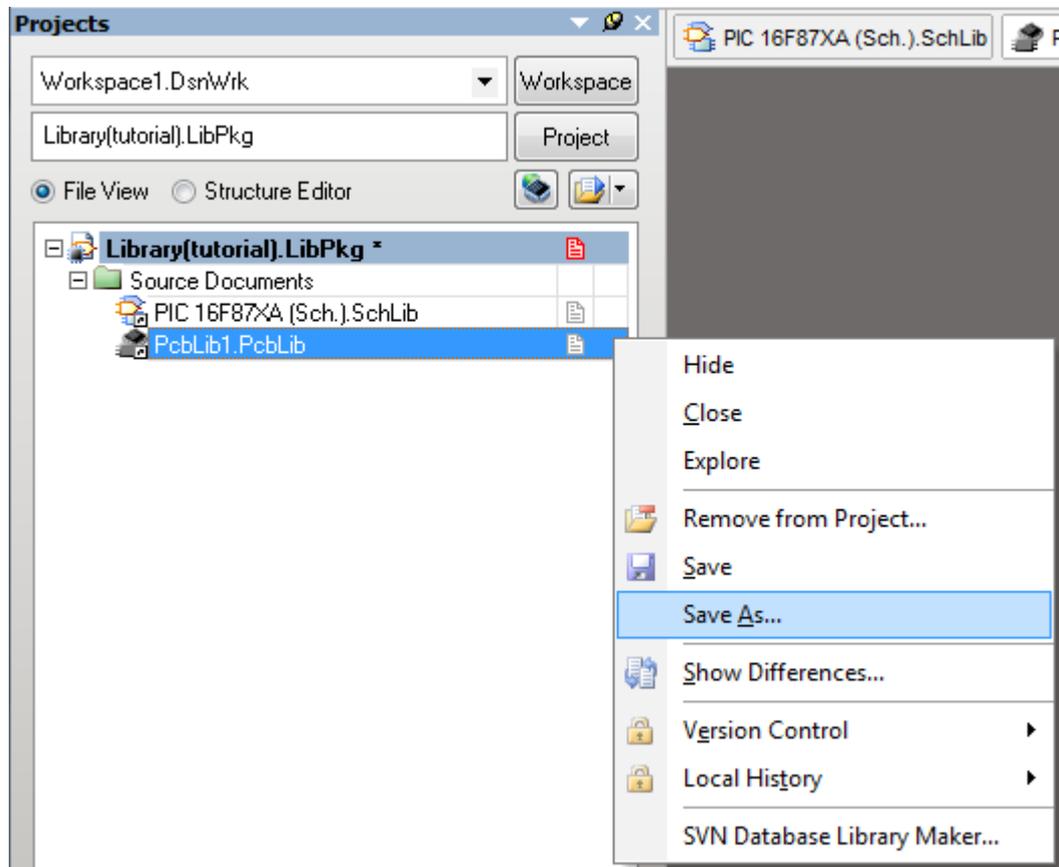
Figura 2.3. Adição das *Schematic/PCB Library*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Será utilizado como exemplo o PIC da série 16F87XA da *Microchip*, com encapsulamento DIP com 40 pinos. Clicando com o botão direito do *mouse* sobre os arquivos SchLib e PcbLib e então em *Save As...*, pode-se atribuir o nome do componente a ser criado para os arquivos, como mostra a figura 2.4.

Figura 2.4. Salvando os arquivos SchLib e PcbLib.



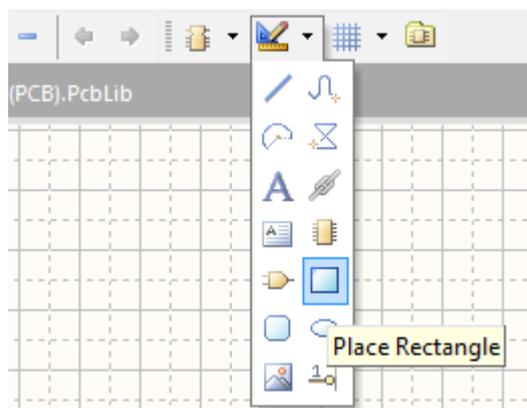
Fonte: Elaborada pelo autor

Com os arquivos devidamente salvos e nomeados, deve-se adicionar o esquemático do componente no arquivo SchLib.

2.2. Criar o esquemático do componente

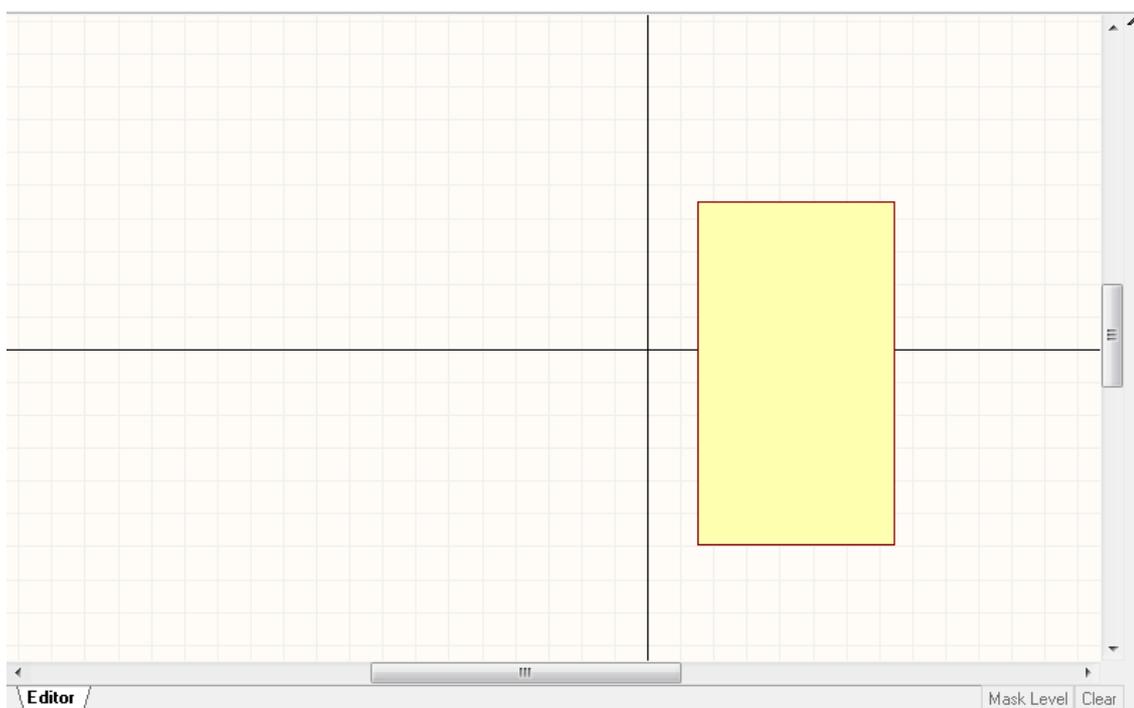
Inicialmente, deve-se clicar no ícone *Place Rectangle* na barra de ferramentas (mostrado na figura 2.5) e desenhar o retângulo na área de trabalho, não se preocupando de início com o seu tamanho, como mostra a figura 2.6. É importante deixar o esquemático próximo do centro da área de trabalho.

Figura 2.5. Ícone *Place Rectangle*.



Fonte: Elaborada pelo autor

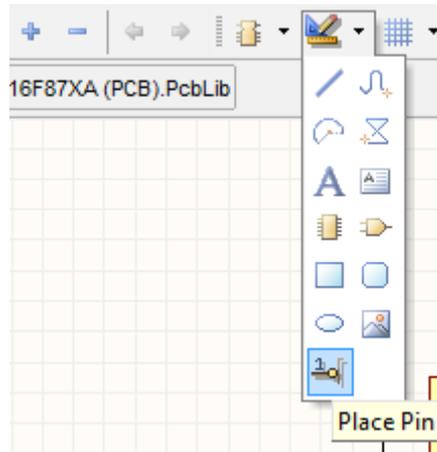
Figura 2.6. Desenho inicial do esquemático.



Fonte: Elaborada pelo autor

Em seguida, devem ser adicionados os *Pins*, representação para os pinos do componente, que podem ser adicionados indo em *Place Pin* na barra de ferramentas (figura 2.7), ou então mais facilmente digitando o atalho “PP”.

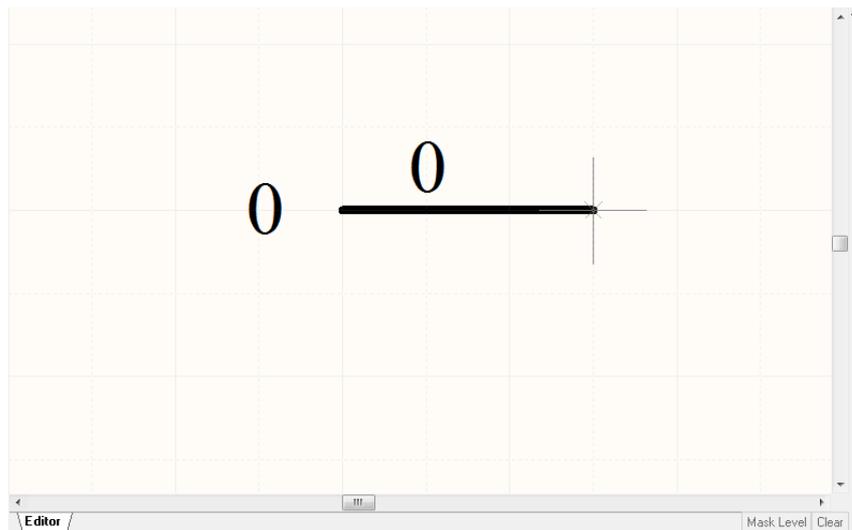
Figura 2.7. Place Pin na barra de ferramentas.



Fonte: Elaborada pelo autor

Ao clicar no ícone ou pressionar o atalho, surgirá o item mostrado na figura 2.8.

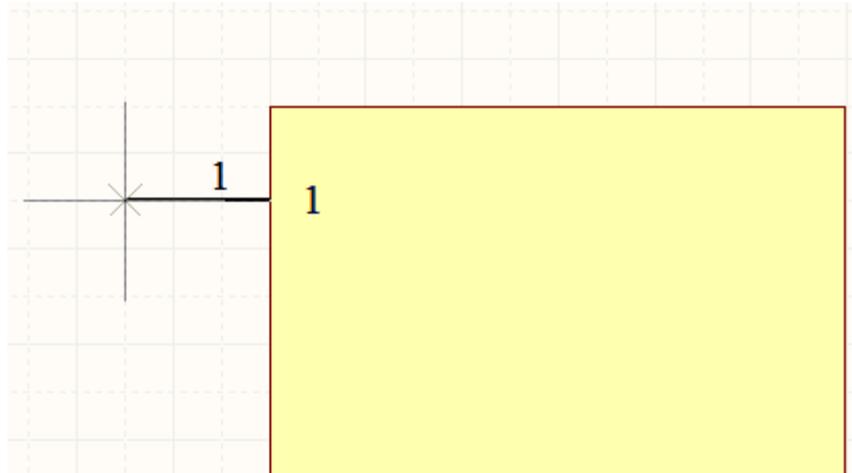
Figura 2.8. *Pin*.



Fonte: Elaborada pelo autor

A ponta do *Pin* em destaque (com a marcação em formato de cruz antes de ser adicionada à área de trabalho ou pontos brancos após ser adicionada) será utilizada para realizar as conexões no esquemático do circuito, portanto deve ficar do lado de fora do retângulo, como mostra a figura 2.9. Utilizar a tecla barra de espaço para rotacionar o *pin* facilmente.

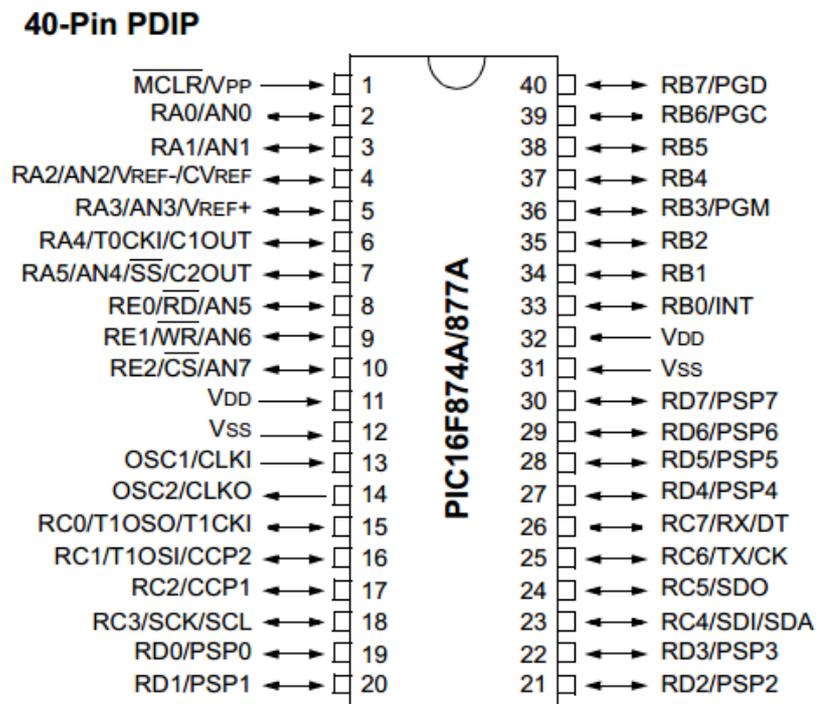
Figura 2.9. Posicionamento dos *pins*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Os *pins* podem então ser adicionados e posicionados um a um, com base na distribuição de pinos encontrada no *datasheet* do componente. A distribuição e identificação dos pinos do exemplo é mostrada na figura 2.10.

Figura 2.10. Pinos do PIC 16F87XA.



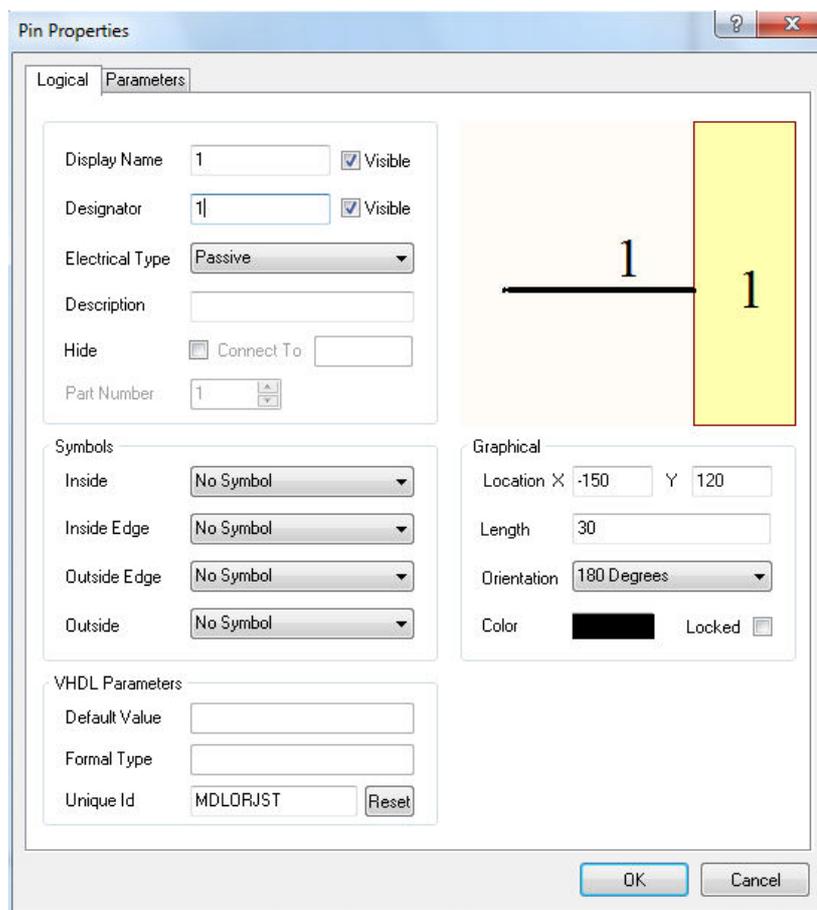
Fonte: [2]

Em casos em que se precise adicionar uma maior quantidade de *pins*, uma alternativa ao precisar adicionar manualmente cada pin é utilizar o *Paste Array*. No caso do exemplo, o PIC escolhido apresenta 40 pinos no total, com 20 pinos em cada lado.

Deve-se então adicionar um *pin* na área de trabalho (não é necessário posicioná-lo junto ao retângulo) e então certificar que o *pin* esteja com orientação correta (ponta do pino em destaque na esquerda para gerar os pinos do lado esquerdo do componente), utilizando a barra de espaço para rotacionar.

Com um clique duplo sobre o mesmo, aparecerá a janela conforme mostrada na figura 2.11.

Figura 2.11. Configurações do *Pin*.



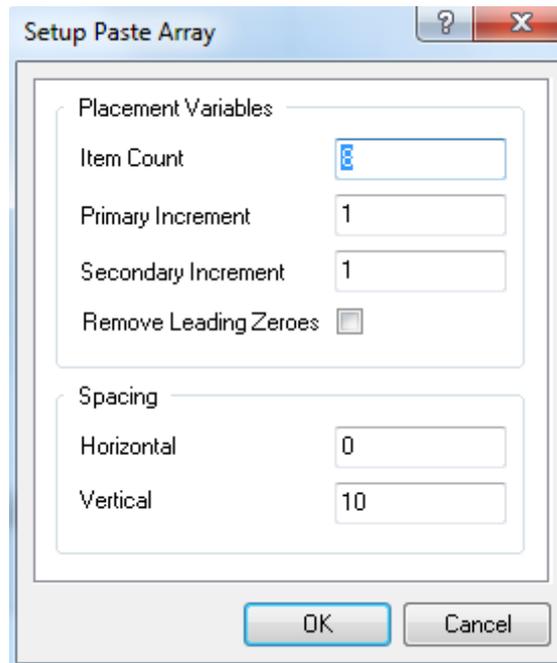
Fonte: Elaborada pelo autor

Display Name determina o texto que aparece na ponta do *pin* e que pode ser utilizado para identificar os pinos com base em informações do *datasheet*, o que será feito mais adiante, e em *Designator*, o texto que designa o *pin* selecionado.

Em *Electrical Type* é possível modificar o tipo do pino entre *Passive*, *I/O*, *Input* ou *Output*, *Power* e entre outros.

Colocando “0” nos parâmetros *Designator* e *Display Name* e clicando OK, deve-se selecionar o *pin* e aperta *Ctrl+ c* para copiar. Em seguida, ir na barra de menu e então em *Edit >> Paste Array* (ou digitar o atalho “Ey”), aparecendo uma janela como mostrada na figura 2.12.

Figura 2.12. *Paste Array*.



Fonte: Elaborada pelo autor

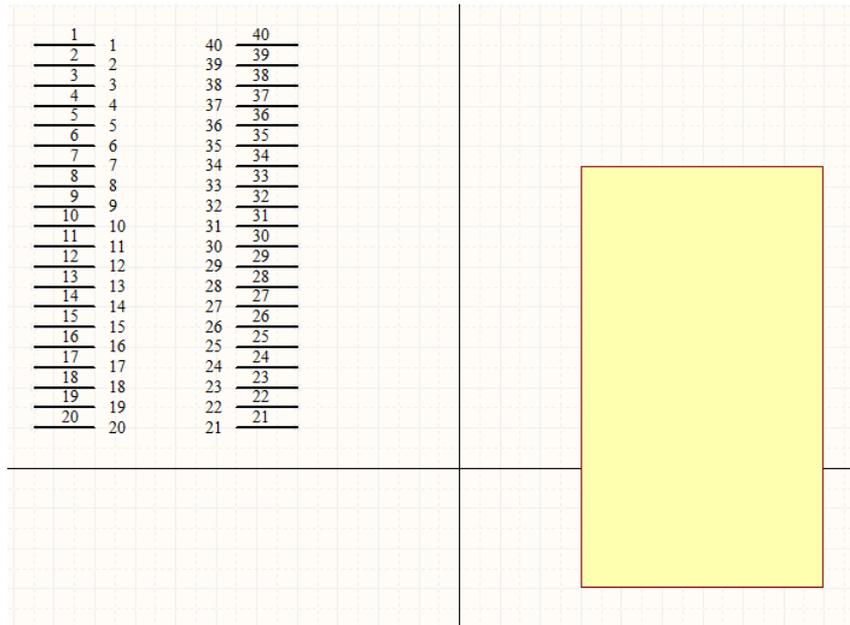
Em *Item Count*, deve ser colocado a quantidade de pinos em uma fileira do componente, no caso do exemplo, será colocado “20”. Em *Spacing*, deve-se modificar o valor para “-10” em *Vertical* para que os pinos sejam adicionados um abaixo do outro, na ordem conforme mostra a figura 2.10.

Pressionando OK e clicando na área de trabalho, aparecerão os pinos devidamente enumerados e espaçados da primeira fileira, como mostra a figura 2.13.

Selecionando então o *pin* primeiramente adicionado à área de trabalho e o rotacionando para adicionar os pinos do lado direito corretamente, com um clique duplo sobre ele, aparecerá uma janela semelhante à mostrada na figura 2.11. No caso do exemplo, no qual o componente apresenta 20 pinos em cada lado, deve mudar o texto em *Designator* e *Display Name* para “20”, e então pressionar OK.

Copiando o *pin* e indo em *Edit >> Paste Array*, aparecerá a janela conforme mostra a figura 2.12. Deve-se modificar para 10 o valor de *Vertical*, para que os pins sejam adicionados um acima do outro e então clicar OK, e seguidamente na área de trabalho para adicionar os pins, como mostra a figura 2.13. Pode-se excluir o pino primeiramente adicionado.

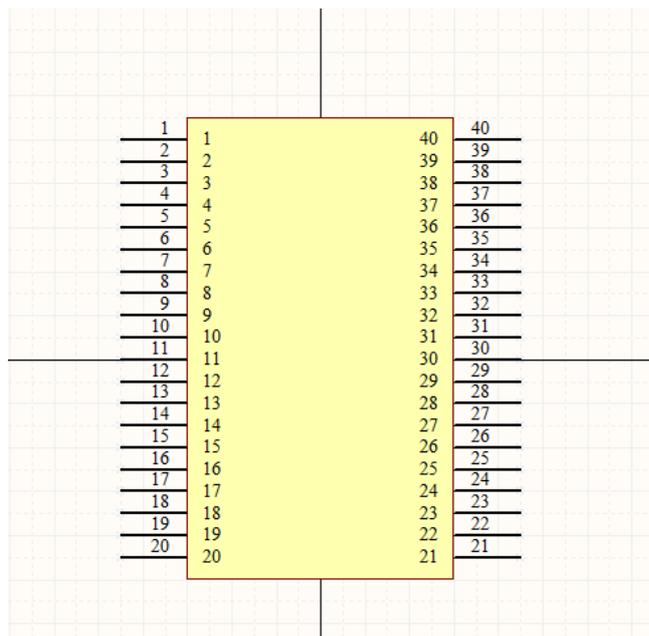
Figura 2.13. Adição dos Pins no esquemático.



Fonte: Elaborada pelo autor

Posteriormente, deve-se posicionar os pinos devidamente nos lados do retângulo, alterando seu tamanho caso seja necessário. É importante também selecionar todos os itens e os colocar próximo da origem, como mostra a figura 2.14.

Figura 2.14. Esquemático do componente.



Fonte: Elaborada pelo autor

Ainda é possível modificar os textos nos *Display Name* de cada pin, deixando-os de acordo com informações do *datasheet* (ver figura 2.10), como mostra a figura 2.15.

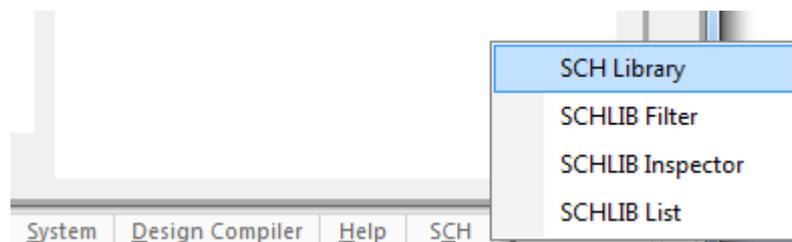
Figura 2.15. Esquemático do componente com especificações de cada pino.

1	MCLR / Vpp	RB7/PGD	40
2	RA0/AN0	RB6/PGC	39
3	RA1/AN1	RB5	38
4	RA2/AN2/Vref(-)/CVref	RB4	37
5	RA3/AN3/Vref(+)	RB3/PGM	36
6	RA4/T0CKI/C1OUT	RB2	35
7	RA5/AN4/SS/C2OUT	RB1	34
8	RE0/RD/AN5	RB0/INT	33
9	RE1/WR/AN6	Vdd	32
10	RE2/CS/AN7	Vss	31
11	Vdd	RD7/PSP7	30
12	Vss	RD6/PSP6	29
13	OSC1/CLKI	RD5/PSP5	28
14	OSC2/CLKO	RD4/PSP4	27
15	RC0/T1OSO/T1CKI	RC7/RX/DT	26
16	RC1/T1OSI/CCP2	RC6/TX/CK	25
17	RC2/CCP1	RC5/SDO	24
18	RC3/SCK/SCL	RC4/SDI/SDA	23
19	RD0/PSP0	RD2/PSP3	22
20	RD1/PSP1	RD2/PSP2	21

Fonte: Elaborada pelo autor

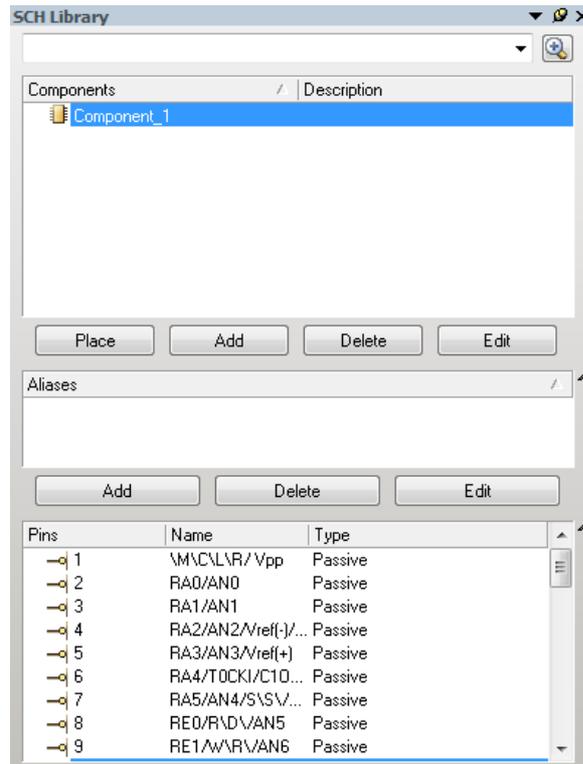
Na parte inferior da área do programa, na barra mostrada na figura 2.16, clicando em *SCH Library* aparecerá a janela mostrada na figura 2.17.

Figura 2.16. Localizar *SCH Library*.



Fonte: Elaborada pelo autor

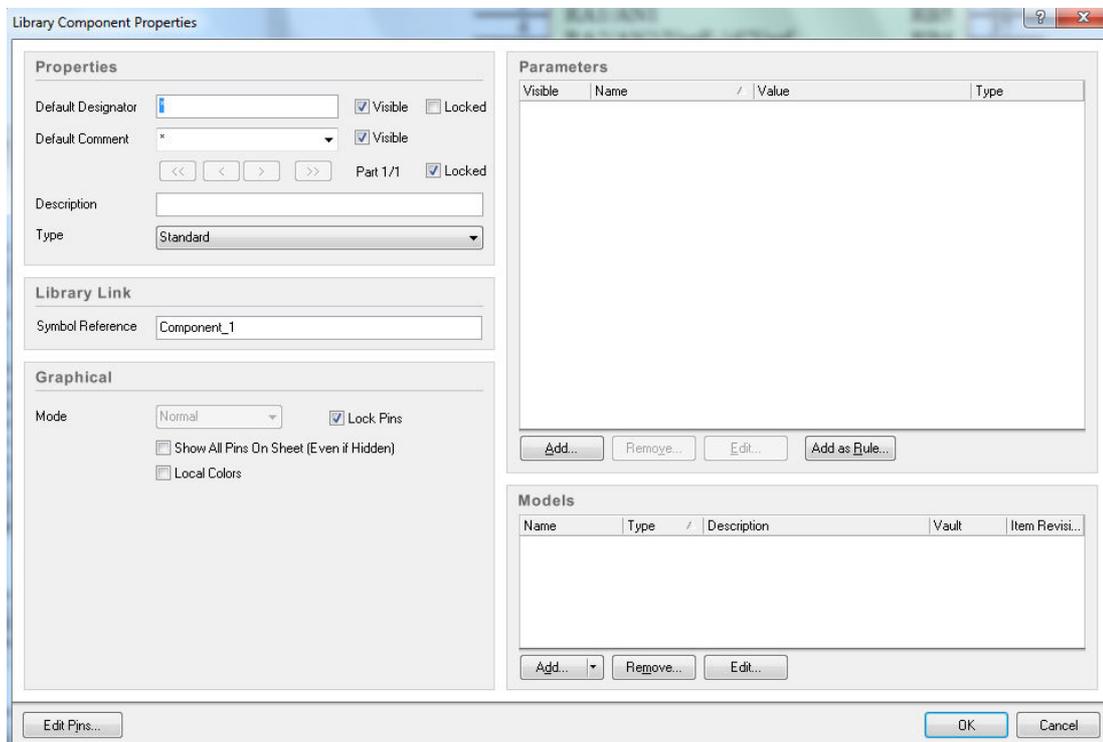
Figura 2.17. SCH Library.



Fonte: Elaborada pelo autor

Com um clique duplo sobre o nome *Component_1*, aparecerá a janela mostrada na figura 2.18.

Figura 2.18. Característica do componente.



Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Symbol Reference*, é possível modificar qual o nome do componente. No caso do exemplo, será modificar para PIC16F87XA, e então pressionado OK e indo *File >> Save* para salvar o arquivo esquemático. Após a finalização do esquemático do componente, o próximo passo é criar o *footprint* e adicioná-lo ao esquemático.

2.3. Criar *footprint* e adicionar ao componente

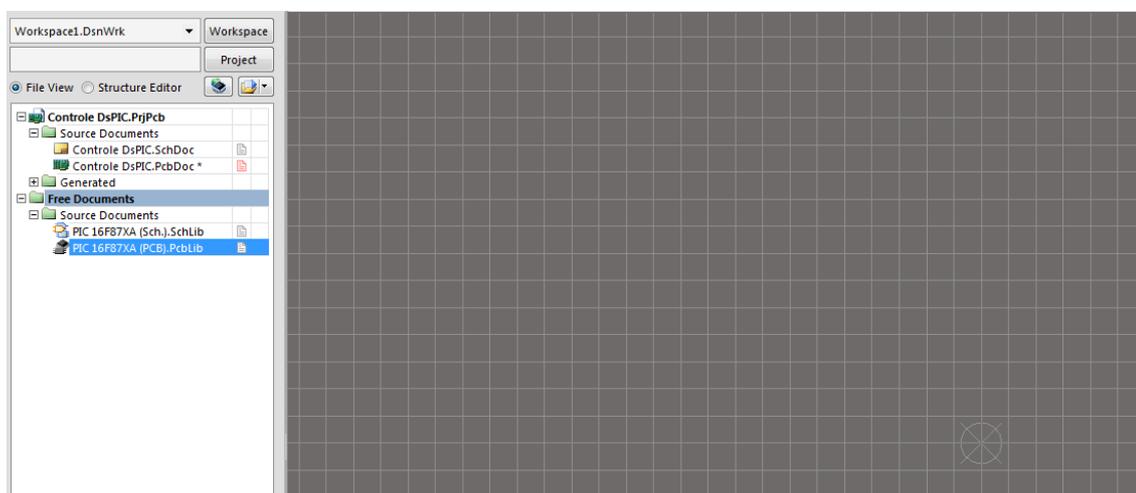
O *footprint* pode ser visto como a representação dos furos por onde passará os pinos dos componentes e as suas respectivas regiões de soldagem. Será mostrado 2 maneiras de criar o *footprint* e adicionar ao componente: a forma mais rápida é utilizando o *Component Wizard*, o qual necessita apenas dos valores das distâncias para gerar o footprint, mas não abrange todos os tipos de encapsulamentos. A outra é construindo propriamente o *footprint* utilizando itens da barra de ferramentas, podendo ser utilizado para basicamente qualquer tipo de encapsulamento.

Ainda é possível criar o *footprint* utilizando o *IPC Compliant Footprint Wizard* (na seção Tools do menu), o qual cria os footprints no padrão da *Association Connecting Electronics Industries*, abrangendo alguns encapsulamentos com *footprints* mais complexos.

2.3.1. Construir o *footprint* e adicionar ao componente

Selecionando o arquivo PcbLib. do projeto, a área de trabalho será conforme mostra a figura 2.19.

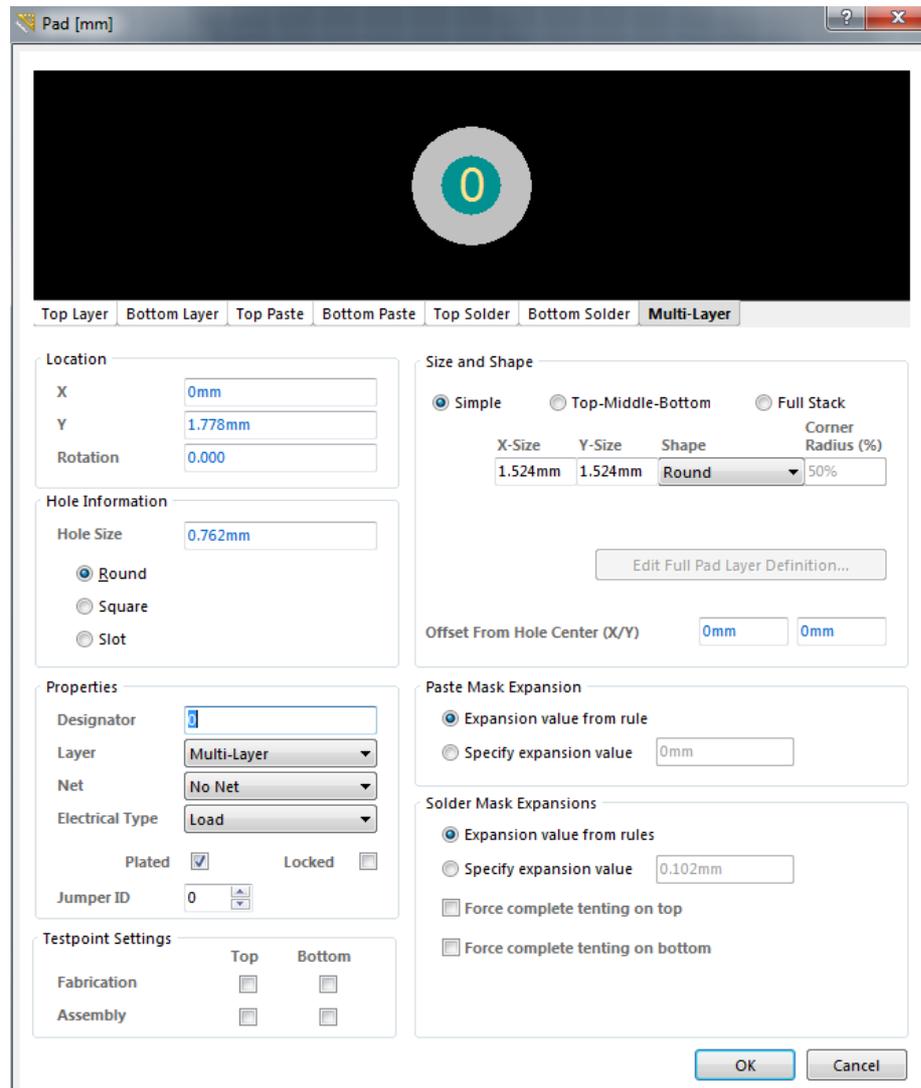
Figura 2.19. Arquivo PcbLib.



Fonte: Elaborada pelo autor

Apertando *Ctrl + End*, o centro da área de trabalho será mostrado. No exemplo considerado, cada lado do componente apresenta 20 pinos. Inicialmente, deve-se apertar o atalho “PP “ e clicar na área de trabalho para adicionar um *Pad*, de preferência próximo ao centro da área. Com um clique duplo sobre o mesmo, aparecerá a janela mostrada na figura 2.20.

Figura 2.20. Configurações do Pad.

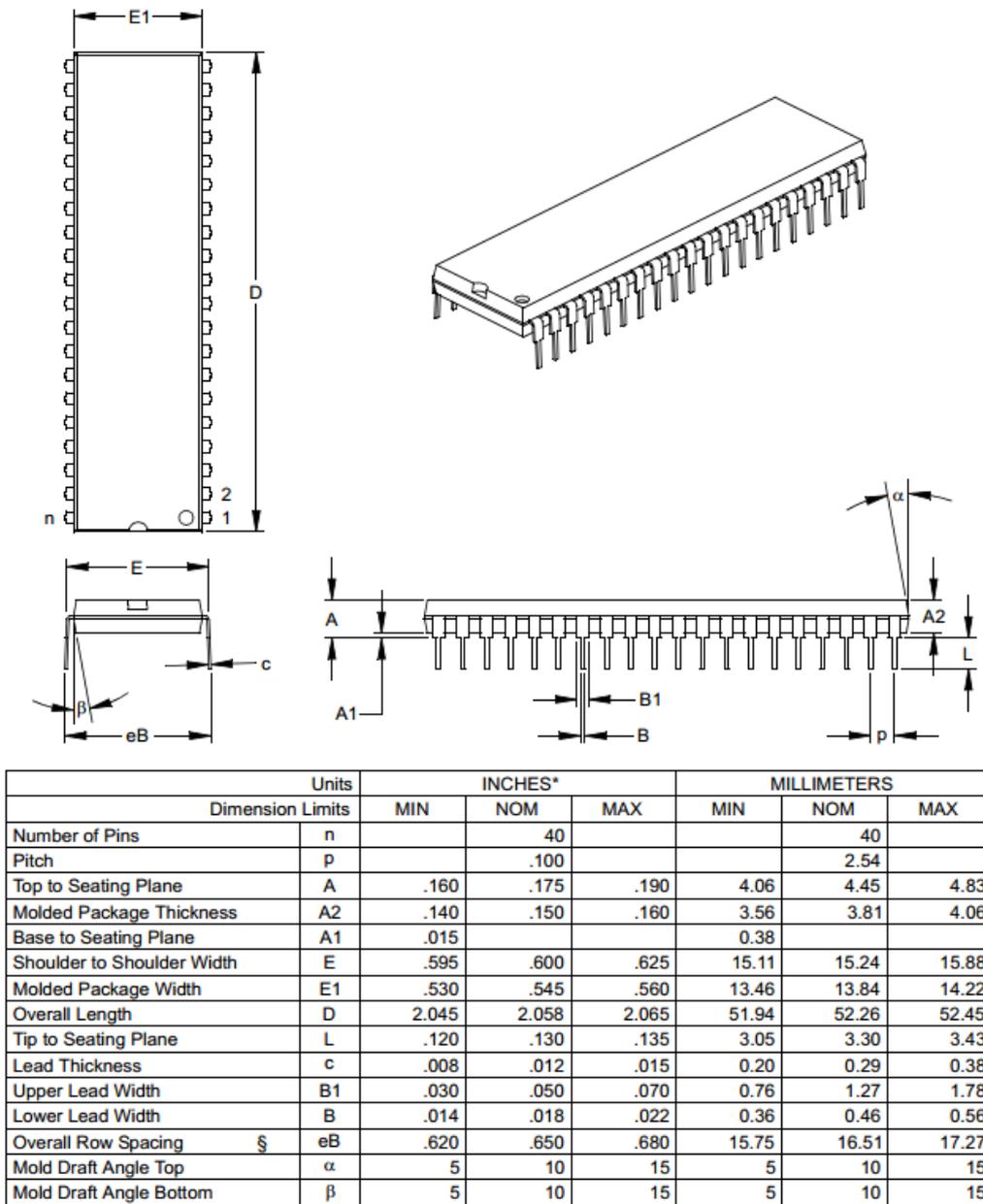


Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Designator*, deve ser adicionado o texto que irá designar o *pad*. Em *Hole Size*, o formato do furo e o seu tamanho, o qual será utilizado 1mm (caso a unidade de medida esteja em Mil, pode-se voltar à área do arquivo PcbLib e aperta “Q”). Em *X-Size* e *Y-Size*, é possível alterar o tamanho da região de solda, além do seu formato em *Shape*, e para esses parâmetros serão atribuídos valores de 2mm, que também pode ser valores maiores para facilitar a soldagem, e o *Designator* será mudado para o valor “1”. Clicar em OK para finalizar.

Para a adição dos pads restantes, deve-se atentar aos distanciamentos entre os pinos do componente, informações contidas no *datasheet* e mostradas na figura 2.21.

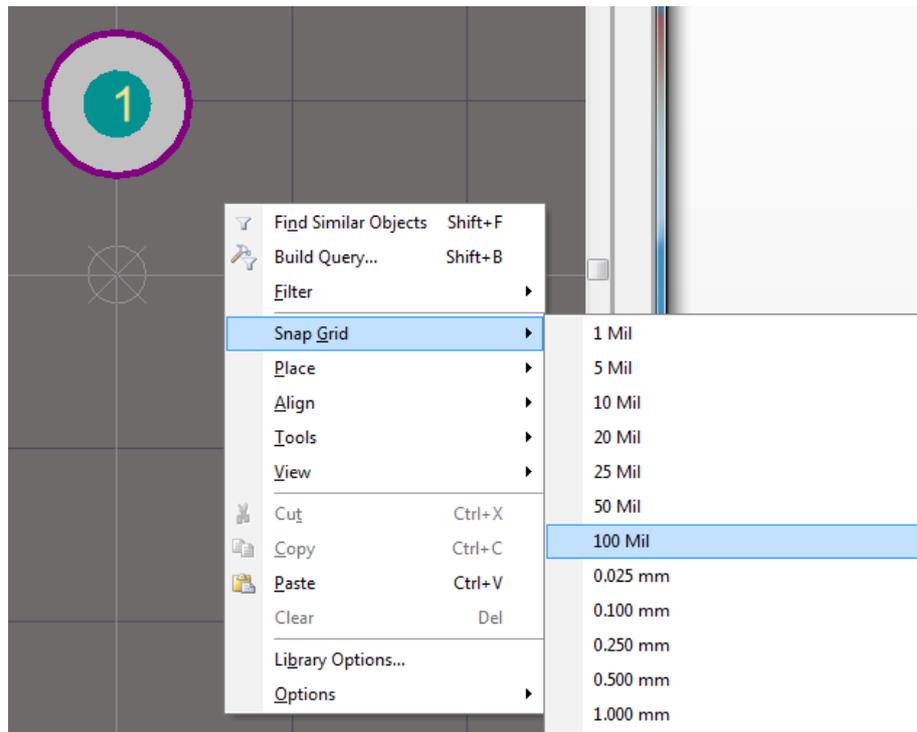
Figura 2.21. Informações do *datasheet* do PIC16F87XA.



Fonte: [2]

A distância padrão entre pinos (parâmetro *Pitch*) pertencentes a mesma fileira é de 2,54mm ou 100 Mil, e com base nisso, para adicionar os demais *pads*, pode-se clicar com o botão direito na área de trabalho, e ir *Snap Grid >> 100 Mil*, como mostra a figura 2.22.

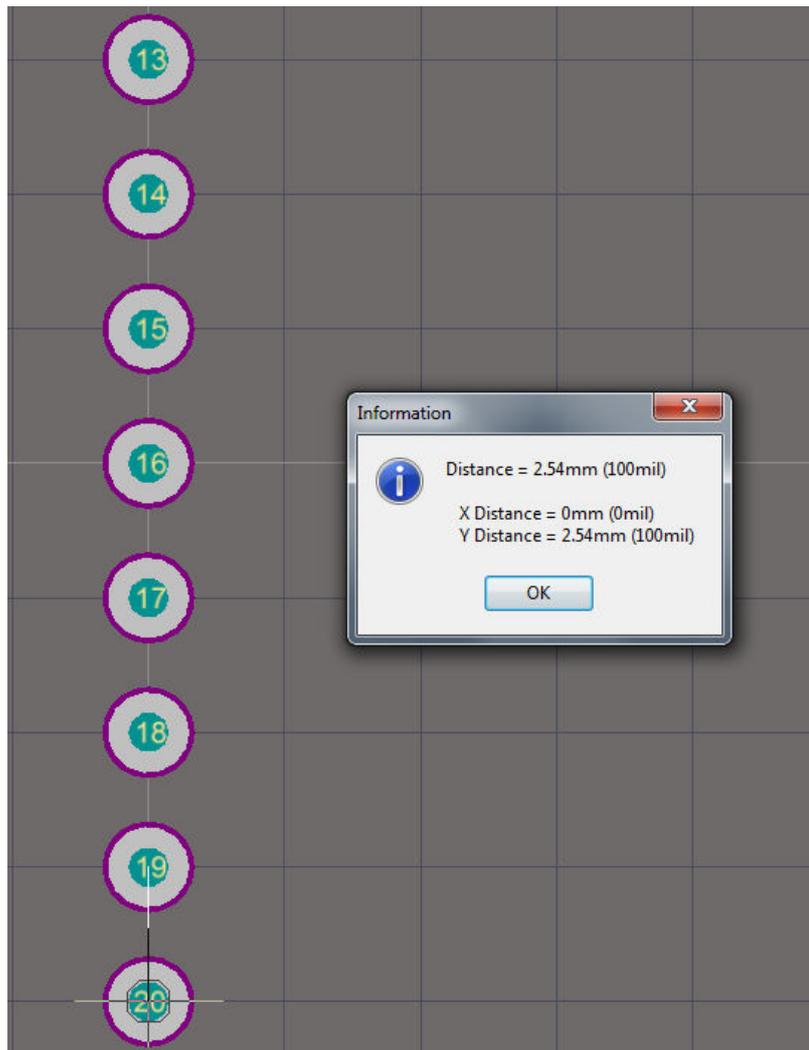
Figura 2.22. Adicionando *pads* (1).



Fonte: Elaborada pelo autor

Portanto, como cada quadrado do *Grid* será equivalente a uma distância de 2,54mm, os *pads* de uma mesma fileira devem ser adicionados em ordem conforme o *datasheet* e com distância de um quadrado do *grid* entre eles. Na figura 2.23, é mostrado a adição dos *pads* referentes a primeira fileira de pino do exemplo considerado, utilizando ainda o recurso *Measure Distance* (atalho “RM”) para certificar a distância entre os pinos.

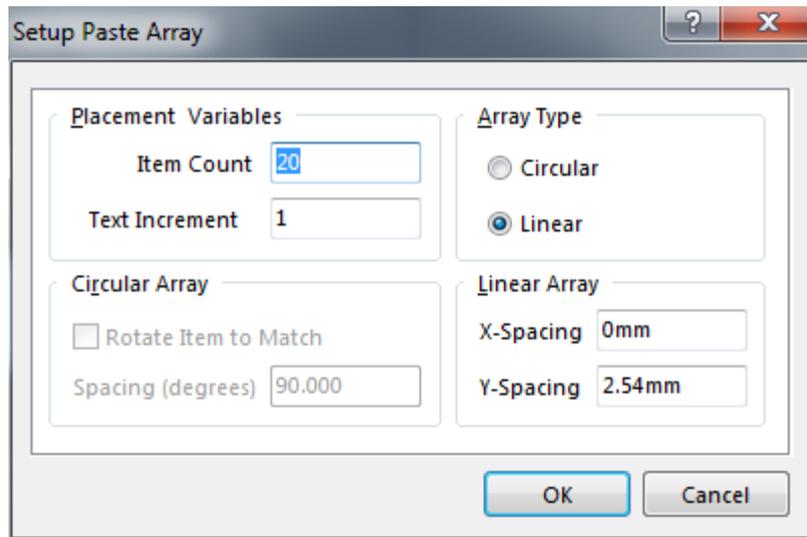
Figura 2.23. Adicionando *pads* (2).



Fonte: Elaborada pelo autor

Uma alternativa a esse método é utilizar o recurso *Paste Array*, de forma semelhante na adição dos *Pins* no esquemático do componente: Deve-se adicionar um *pad*, com um clique duplo sobre o mesmo mudar o *Designator* para “1” (ver figura 2.11) e então clicar OK. Ao selecioná-lo, apertar *Ctrl + C* para copiar e colocar a referência clicando no centro do *pad*. Em seguida ir *Edit >> Paste Special >> Paste Array*, surgindo uma janela como mostra a figura 2.24.

Figura 2.24. Utilizando Paste Array.



Fonte: Elaborada pelo autor

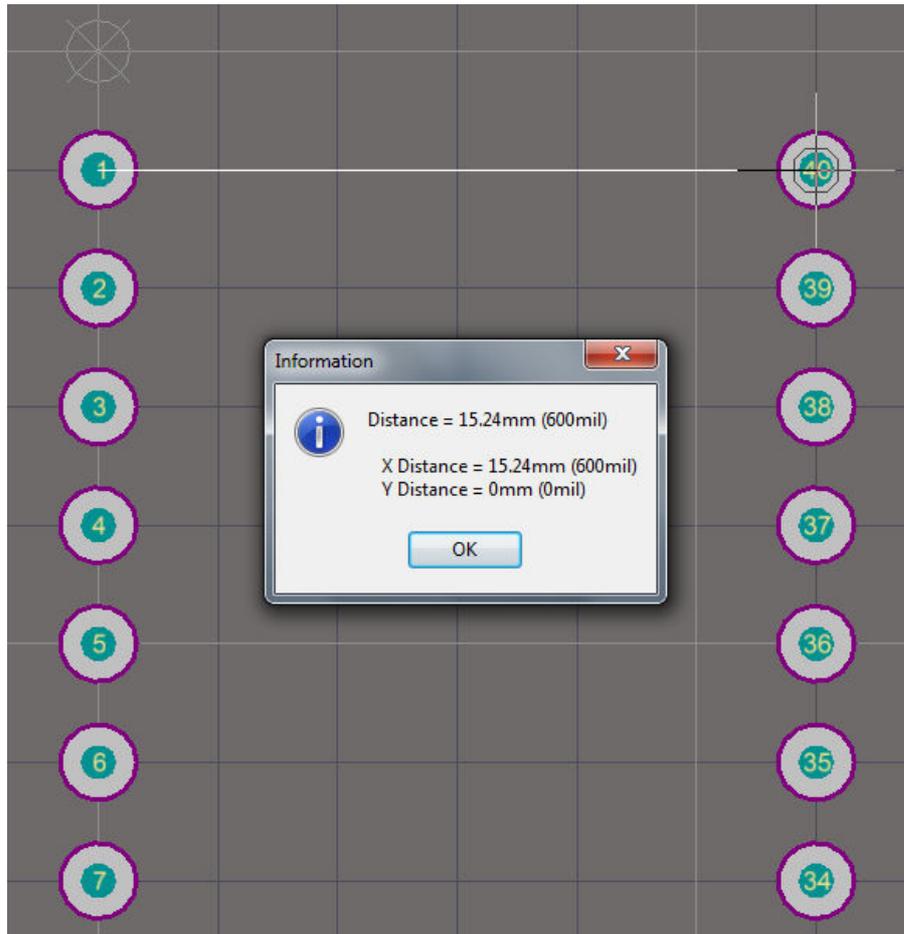
Deve-se então colocar a quantidade de pinos em um dos lados do componente em *Item Count*, e em *Y-Spacing*, colocar o valor de -2.54mm, para obter a ordem e o espaçamento conforme o *datasheet*. Clicando OK, basta então clicar na área de trabalho e será adicionado a primeira fileira de *pads* do componente, semelhante à mostrada na figura 2.23. O *pad* inicial utilizado para copiar pode ser então excluído.

Para adicionar a segunda linha de *pads*, deve-se atentar a distância entre as duas fileiras de pinos quando adicionados à placa. No caso do exemplo, essa distância é designada por “E” (ver figura 2.21), que vale 15,24mm, que é o equivalente a 6 quadrados no *Grid* de 100 Mil (100 Mil = 2,54mm e $6 \times 2,54\text{mm} = 15,24\text{mm}$).

Com base nisso, a segunda fileira de *pads* deve ser adicionada a uma distância horizontal referente a 6 quadrados do *Grid* em relação à primeira e ainda com a mesma distância entre os *pads* da primeira. (Certifique-se de não ter alterado o *Grid* após ter adicionado a primeira fileira, utilizando o atalho “RM” para verificar as distâncias).

Adicionando os *pads* restantes em ordem e em correspondência com a primeira fileira conforme o *datasheet*, a distribuição dos *pads* ficará conforme a figura 2.25.

Figura 2.25. Adicionando *pads* (3).

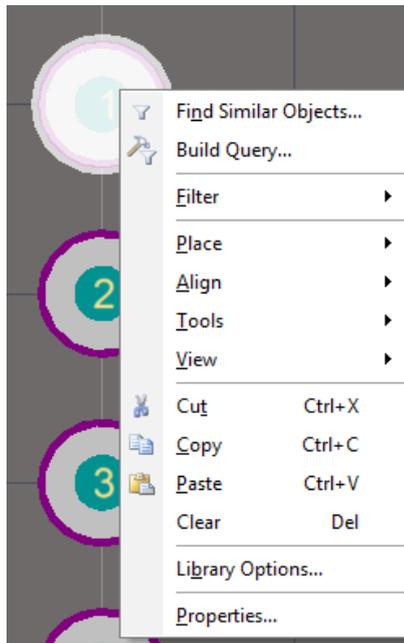


Fonte: Elaborada pelo autor

A segunda fileira de *pads* também ser adicionada utilizando o recurso *Paste Array* conforme descrito anteriormente (Certificando que o *pad* adicionado para gerar a segunda fileira tenha as mesmas dimensões do da primeira fileira), mas com a diferença de que o valor do *Y-Spacing* deve ser 2.54mm ao invés de -2.54mm (figura 2.24), e o *pad* que for adicionado para ser copiado deve ter *Designator* igual a “21”, no caso do exemplo para obter a sequência correta.

É frequente os casos em que é necessário modificar um parâmetro em todos ou um conjunto de *pads*, e se for o caso, deve-se clicar com o botão direito sobre um dos *pads*, que devem ser idênticos, aparecendo uma janela conforme mostra a figura 2.26.

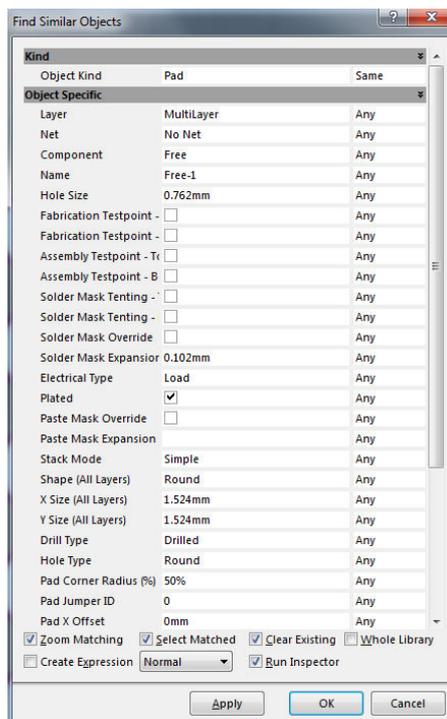
Figura 2.26. Modificações em *pads*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em *Find Similar Objects*, surgirá uma nova janela, mostrada na figura 2.27.

Figura 2.27. *Find Similar Objects*.

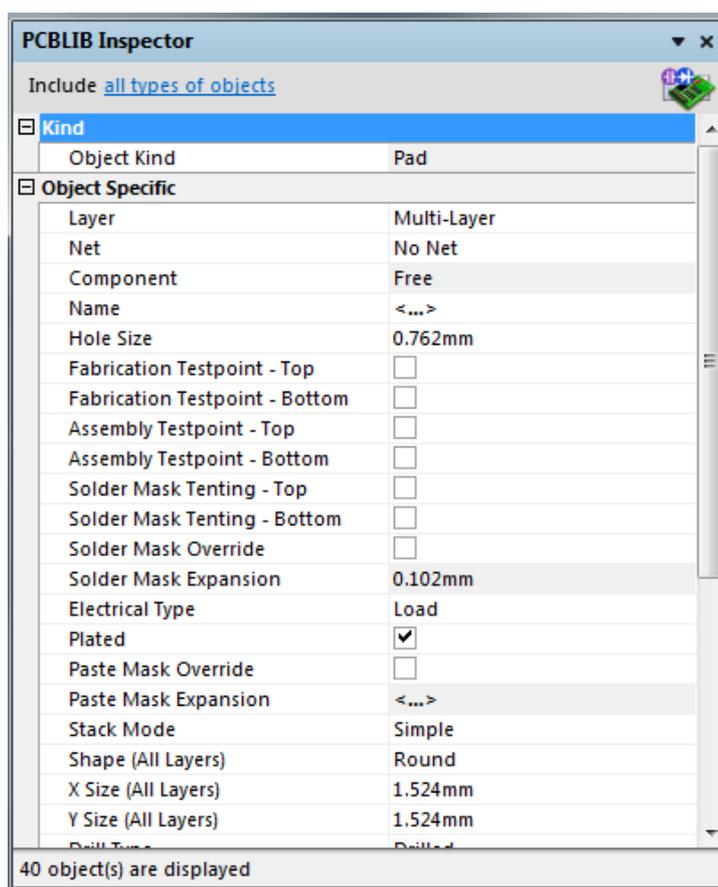


Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em “Any” correspondente a um dos parâmetros e modificando para “Same”, ocorrerá uma busca por todos os objetos que apresentem esse determinado parâmetro, aparecendo em seguida uma janela como mostra a figura 2.28, sendo possível também realizar buscas utilizando vários parâmetros ao mesmo tempo.

A janela mostrada na figura 2.28 surgirá.

Figura 2.28. PCBLIB. Inspector.



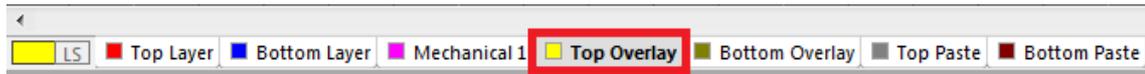
Fonte: Elaborada pelo autor

É importante observar, na parte inferior, se a quantidade de objetos selecionados está correta (no exemplo, todos os *pads* estão selecionados) e então modificar o valor do parâmetro que será automaticamente aplicado aos *pads* selecionados.

Após a adição dos *pads*, é necessário adicionar a representação do encapsulamento do componente, com base em informações presentes no *datasheet* (ver figura 2.21), da qual é possível obter que o comprimento (D) é de 52,26mm e a largura (E1) do encapsulamento é 13,84mm, considerando valores nominais.

No menu, indo em *Edit >> Set Reference >> Center*, a referência será colocada no centro dos *pads*. Na parte inferior, deve-se clicar em *Top Overlay*, que será a camada (*layer*) na qual ficará o encapsulamento, mostrada em destaque na figura 2.29.

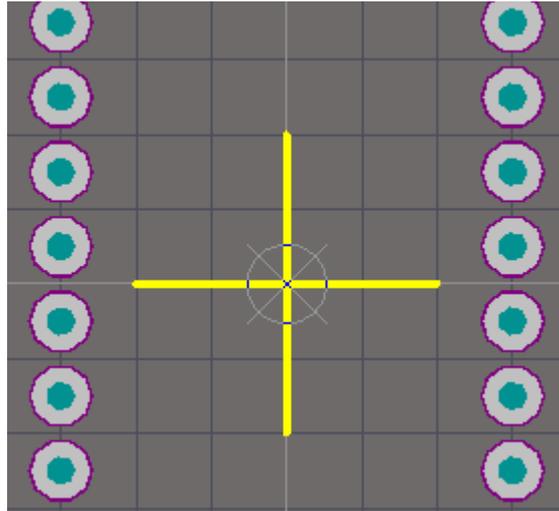
Figura 2.29. *Layer Top Overlay*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Com a referência no centro, apertando o atalho “PL”, desenha-se uma linha horizontal e outra vertical que passem pela referência (centro), como mostra a figura 2.30.

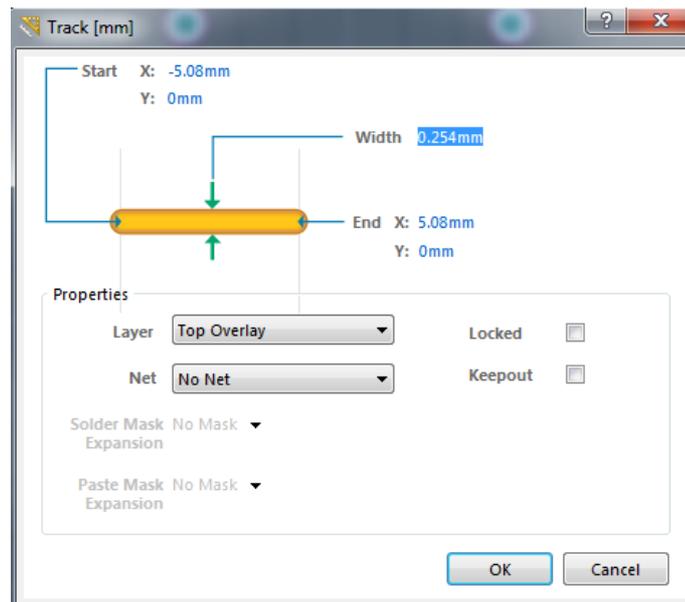
Figura 2.30. Criando *footprint* (1).



Fonte: Elaborada pelo autor

Em seguida, com clique duplo sobre a linha horizontal, surgirá a janela mostrada na figura 2.31.

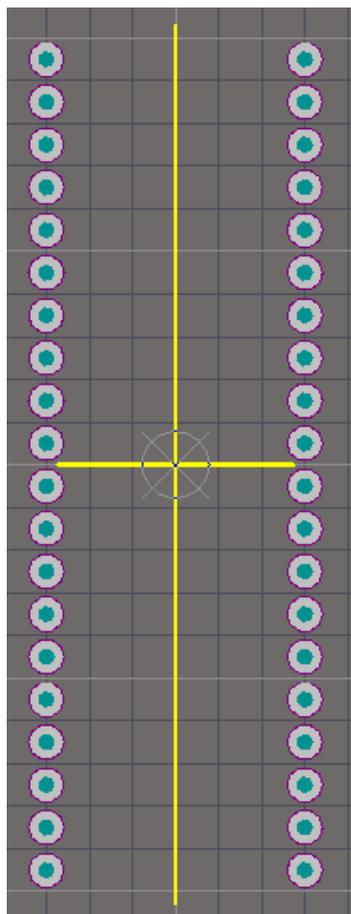
Figura 2.31. Dimensões das linhas.



Fonte: Elaborada pelo autor

Como a largura do componente é de 13,84mm, a coordenada *Start X* e *End X* serão alteradas para -6,92mm e 6,92mm (correspondentes à metade da medida), respectivamente e então clicar OK. Com um clique duplo sobre a linha vertical, para um comprimento de 52,26mm, a coordenada *Start Y* e *End Y* serão -26,12mm e 26.12mm respectivamente e então clicar OK. A figura 2.32 mostram as linhas após as alterações.

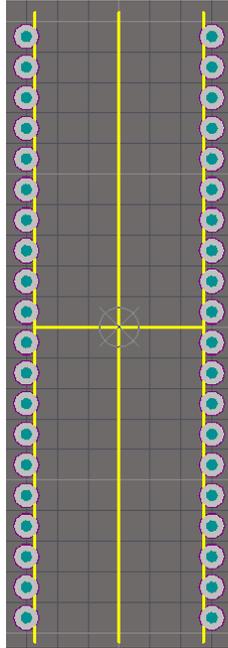
Figura 2.32. Criando *footprint* (2).



Fonte: Elaborada pelo autor

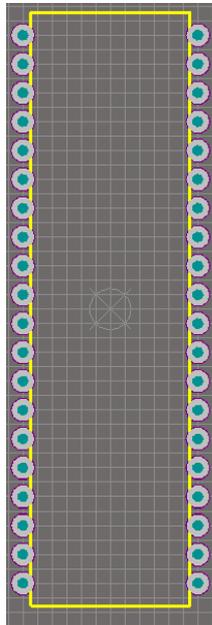
Com as linhas no tamanho corretos, basta selecionar uma das linhas e copiar com *Ctrl + C*. Clica-se então na referência central (meio da linha) e então cola-se com *Ctrl + V* nas pontas da outra linha, como mostra a figura 2.33. Excluindo as linhas centrais, obtêm-se a figura mostrada na figura 2.34.

Figura 2.33. Criando *footprint* (3).



Fonte: Elaborada pelo autor

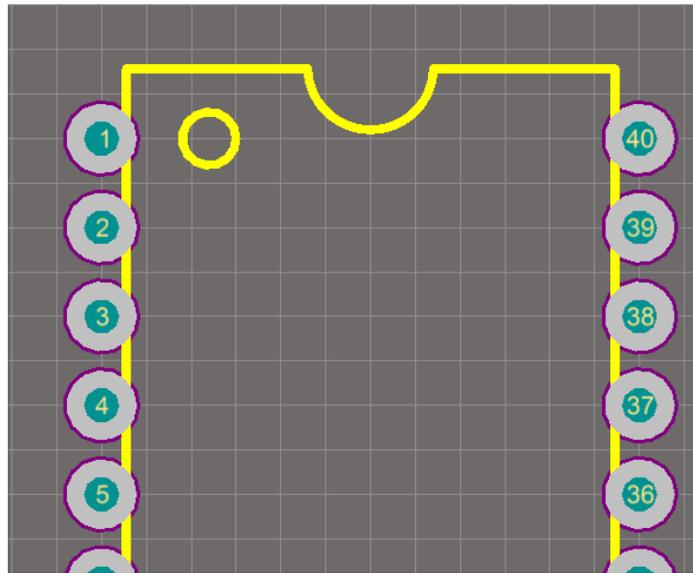
Figura 2.34. Criando *footprint* (4).



Fonte: Elaborada pelo autor

Utilizando ainda os atalhos “PU” (ou *ir Place >> Full Circle*) e “PE” (ou *ir Place >> Arc (Edge)*), é possível ainda adicionar a marcação do primeiro pino e a curvatura superior do componente, como mostra a figura 2.35.

Figura 2.35. Criando *footprint* (5).

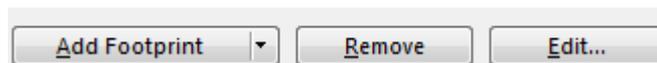


Fonte: Elaborada pelo autor

Indo em *File >> Save* para salvar o arquivo, deve-se agora adicionar o *footprint* criado ao esquemático do componente.

Clicando no arquivo SchLib na aba de *Projects* (ver figura 2.4), aparecerá na parte inferior as opções mostradas na figura 2.36.

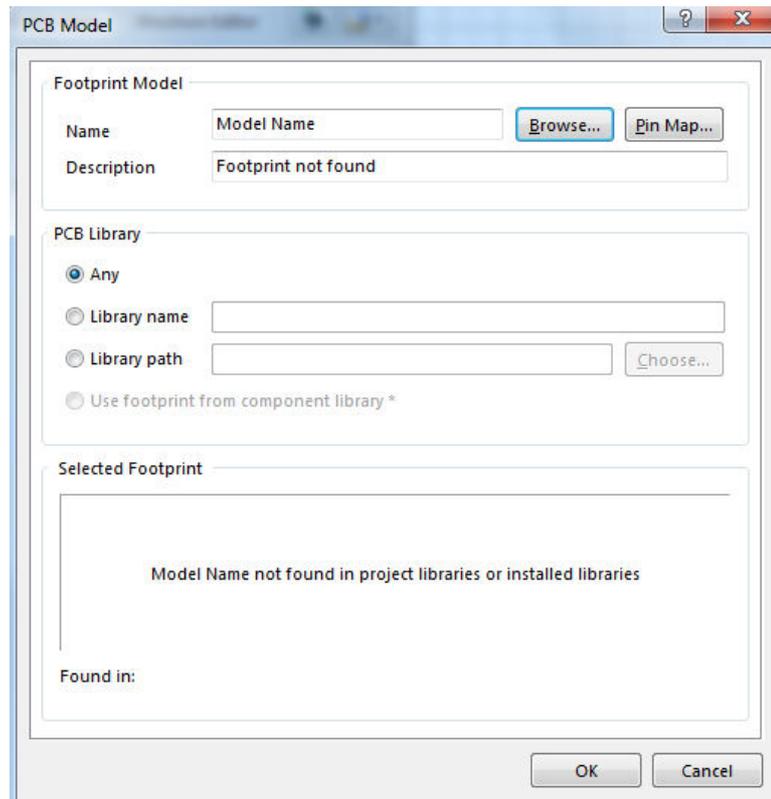
Figura 2.36. Adicionar *footprint*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em *Add Footprint*, aparecerá a janela mostrada na figura 2.37.

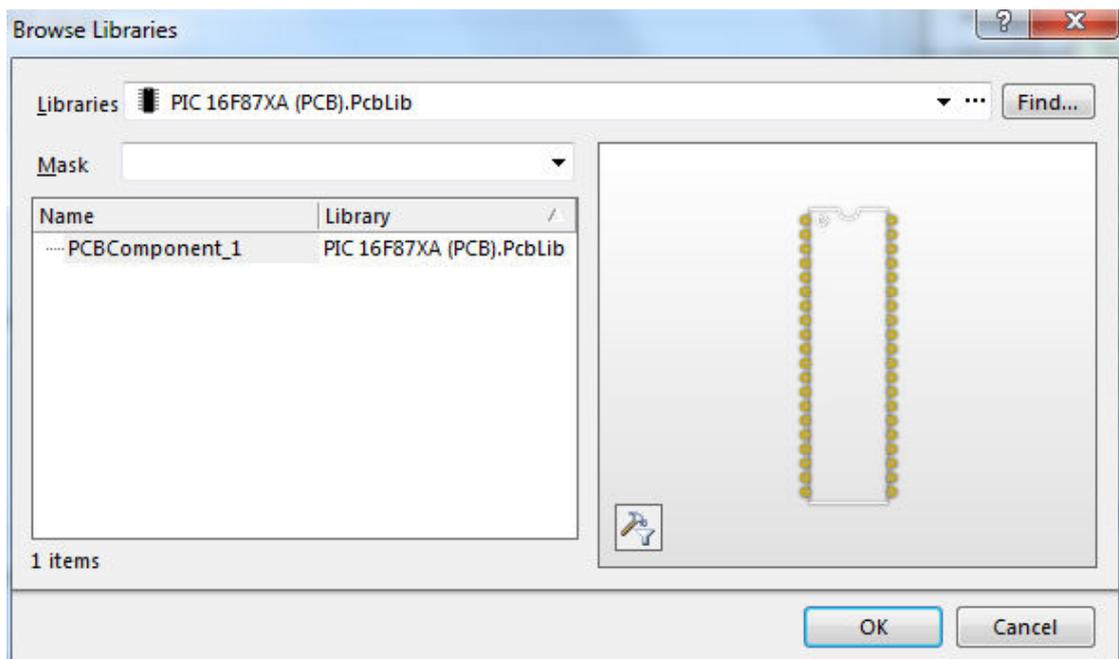
Figura 2.37. PCB Model.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando então em *Browser*, aparecerá uma janela com o arquivo PcbLib criado selecionado, como mostrado na figura 2.38.

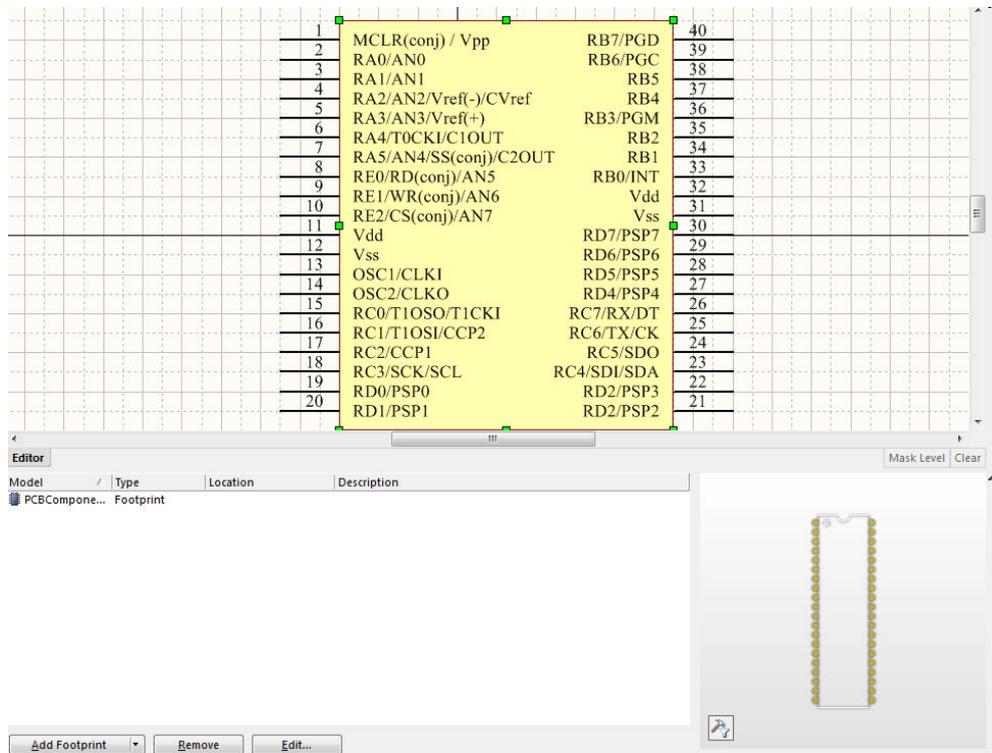
Figura 2.38. Adicionando o *footprint*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando então em OK, e então OK novamente na tela *PCB Model*, o modelo de *footprint* será adicionado, e o esquemático ficará como mostrado na figura 2.39.

Figura 2.39. *Footprint* do componente adicionado.



Fonte: Elaborada pelo autor

Com a adição do *footprint*, deve-se ir em *SCH Library* (ver figura 2.16), na qual surgirá uma janela com uma seção mostrada na figura 2.40.

Figura 2.40. Relação entre esquemático e *footprint*.

Pins	Name	Type	PIC16F87XA
39	39	Passive	39
40	40	Passive	40
1	1	Passive	1
2	2	Passive	2
3	3	Passive	3
4	4	Passive	4
5	5	Passive	5
6	6	Passive	6
7	7	Passive	7
8	8	Passive	8

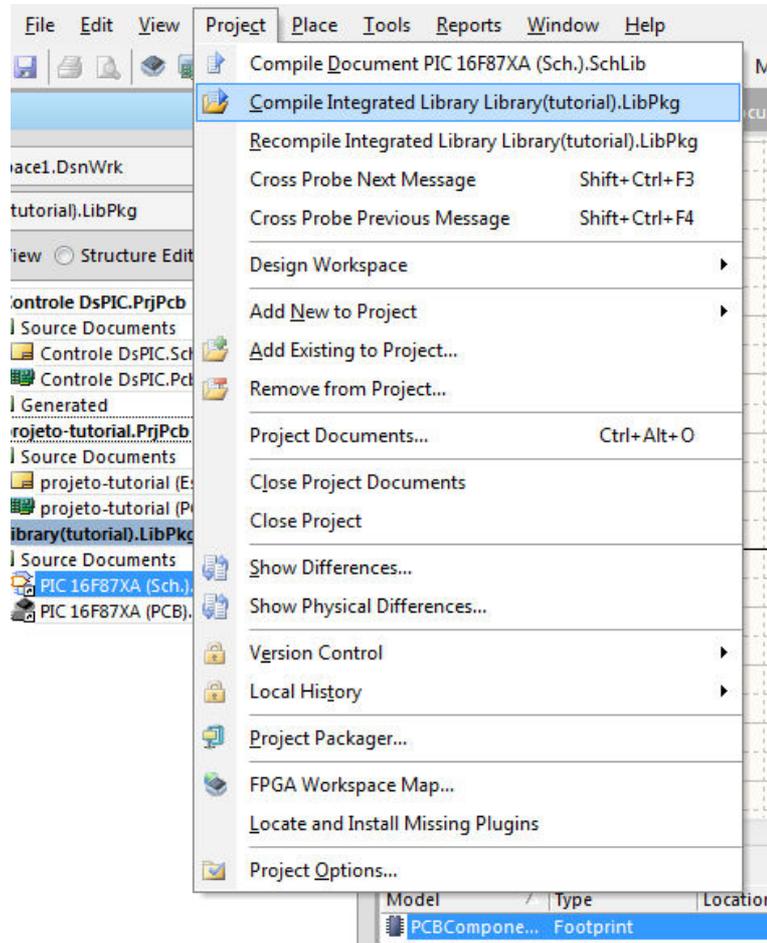
Fonte: Elaborada pelo autor

É importante verificar se existe uma correta relação entre os *Pins* e seus respectivos correspondentes no *footprint*.

Em seguida, deve-se ir em *Project >> Compile Integrated Library* (nome da biblioteca).

A figura 2.41 mostra o caso do exemplo.

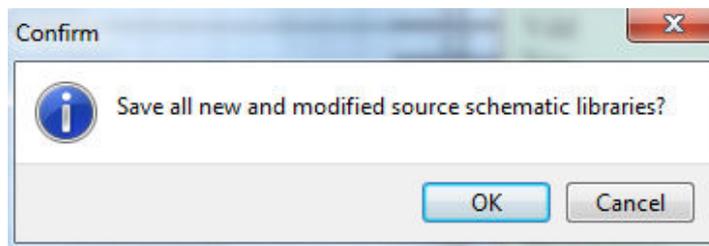
Figura 2.41. Compilando a biblioteca integrada.



Fonte: Elaborada pelo autor

Em seguida, aparecerá a janela mostrada na figura 2.42.

Figura 2.42. Salvar as alterações.



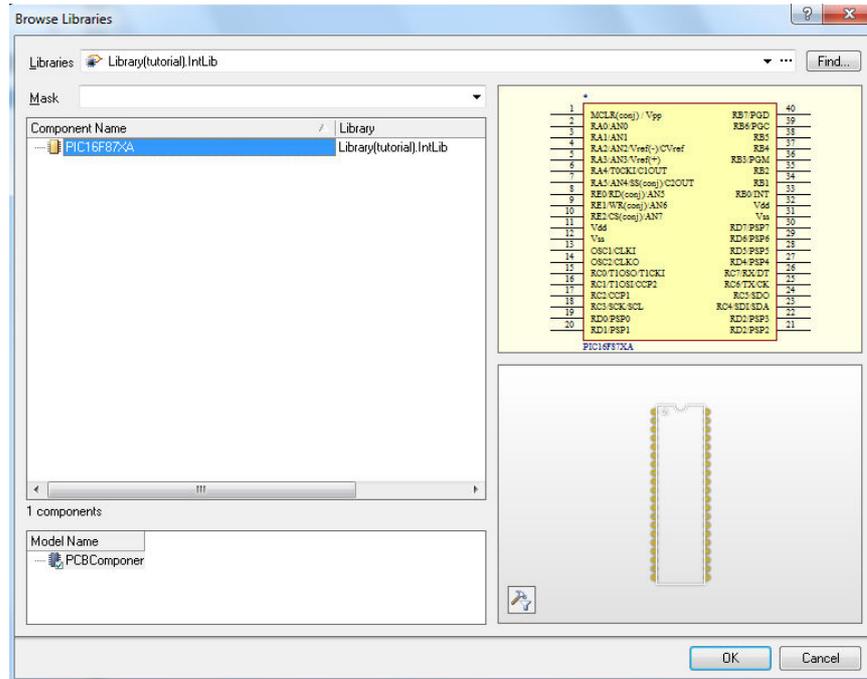
Fonte: Elaborada pelo autor

Deve-se clicar OK para compilar a biblioteca.

Para adicionar esse componente ao projeto, deve-se selecionar o arquivo do esquemático do projeto, que no exemplo foi salvo e nomeado como “projeto-tutorial (Esquemático).ScbDoc”

(ver figura 1.3) e então apertar o atalho “PP” para adicionar um componente, clicando então em *Choose* na janela que aparecerá (ver figura 1.5). Na janela seguinte, deve-se seleccionar o nome da biblioteca integrada criada na aba *Libraries* e então o componente criado, pressionando OK na janela e OK na janela que aparecerá em seguida. O componente criado será adicionado ao esquemático do projeto, como mostra a figura 2.43.

Figura 2.43. Adicionando componente.



Fonte: Elaborada pelo autor

2.3.2. Criar footprint utilizando o *Component Wizard*

Com a biblioteca integrada e o esquemático do componente já criados, seleciona-se o arquivo PcbLib.(ver figura 2.4) e então ir em *Tools >> Component Wizard*, o que abrirá em seguida a janela mostrada na figura 2.44.

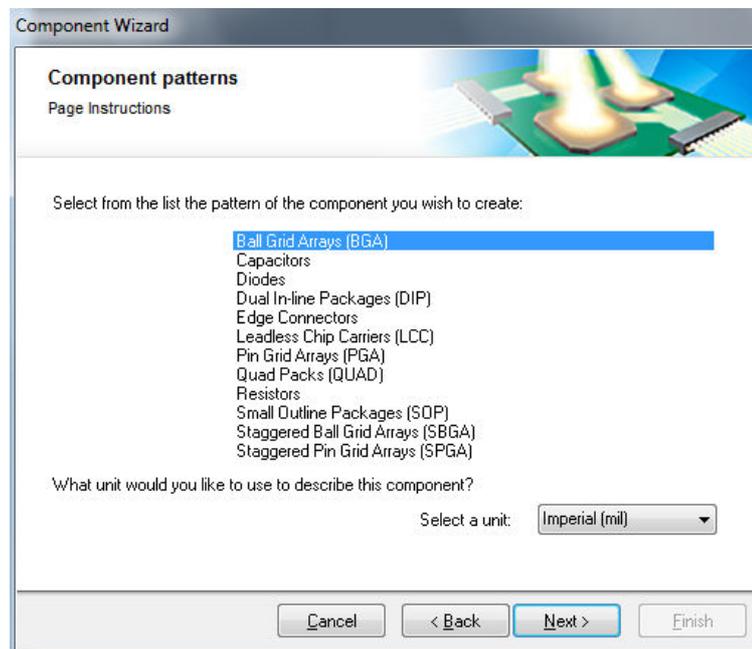
Figura 2.44. Utilizando o *Component Wizard*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em *Next*, abrirá a janela mostrada na figura 2.45.

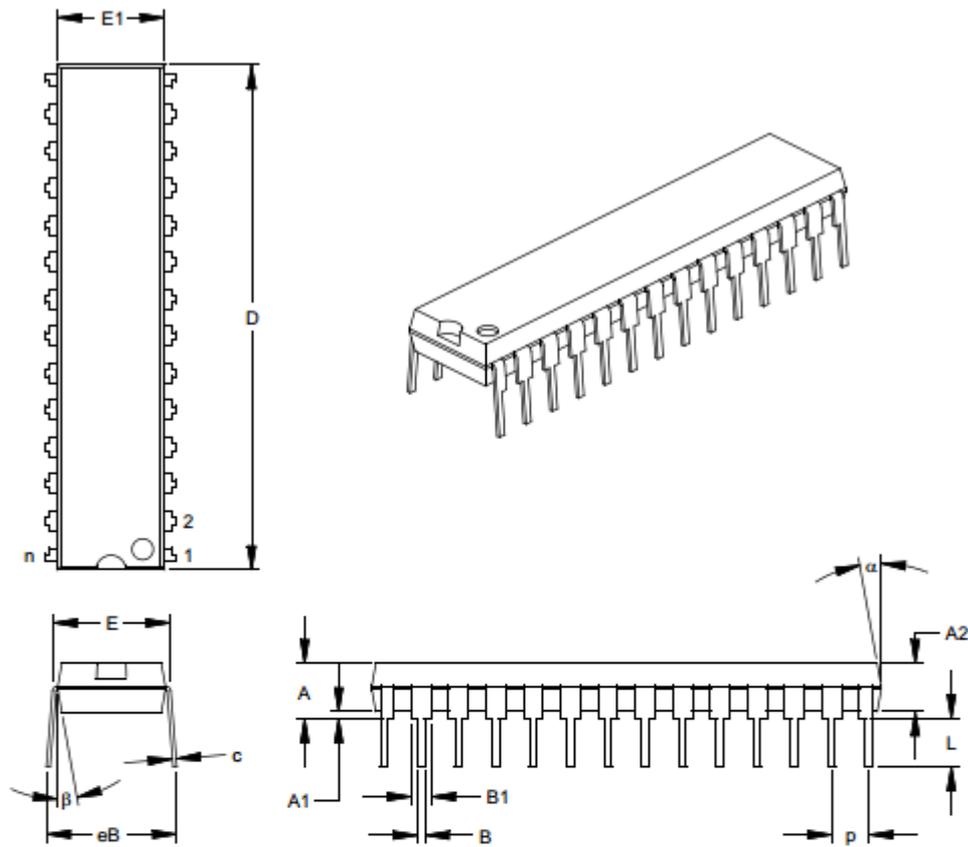
Figura 2.45. Selecionando tipo de encapsulamento.



Fonte: Elaborada pelo autor

Será utilizado como exemplo o dsPIC30F2010 do tipo DIP, com suas informações de dimensões mostradas na figura 2.46, oriundas do *datasheet*.

Figura 2.46. Informações do *datasheet* do dsPIC30F2010.

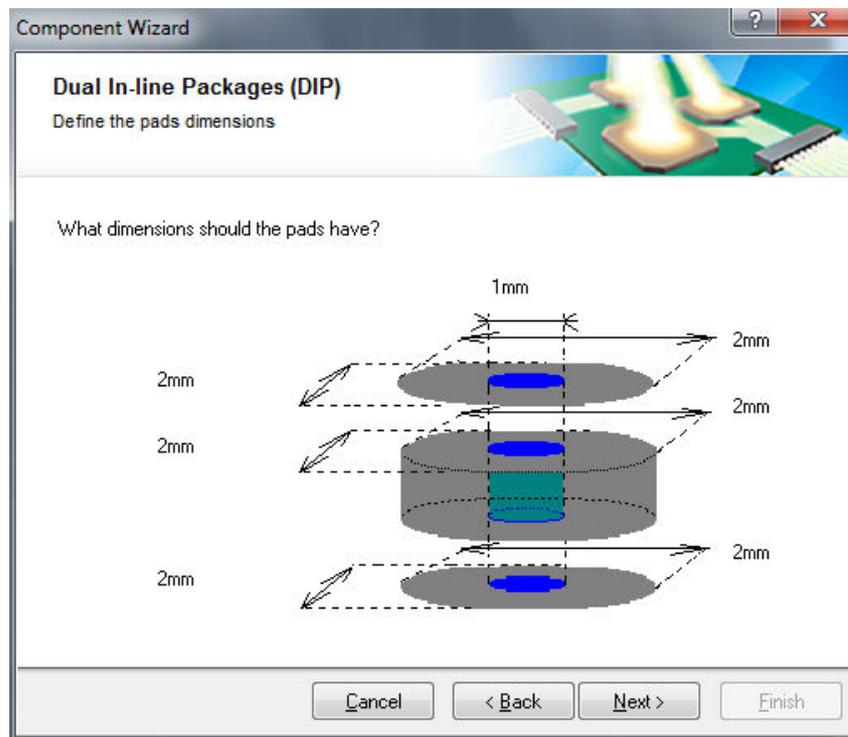


Units		INCHES*			MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Number of Pins	n		28			28	
Pitch	P		.100			2.54	
Top to Seating Plane	A	.140	.150	.160	3.56	3.81	4.06
Molded Package Thickness	A2	.125	.130	.135	3.18	3.30	3.43
Base to Seating Plane	A1	.015			0.38		
Shoulder to Shoulder Width	E	.300	.310	.325	7.62	7.87	8.26
Molded Package Width	E1	.275	.285	.295	6.99	7.24	7.49
Overall Length	D	1.345	1.365	1.385	34.16	34.67	35.18
Tip to Seating Plane	L	.125	.130	.135	3.18	3.30	3.43
Lead Thickness	c	.008	.012	.015	0.20	0.29	0.38
Upper Lead Width	B1	.040	.053	.065	1.02	1.33	1.65
Lower Lead Width	B	.016	.019	.022	0.41	0.48	0.56
Overall Row Spacing	§ eB	.320	.350	.430	8.13	8.89	10.92
Mold Draft Angle Top	α	5	10	15	5	10	15
Mold Draft Angle Bottom	β	5	10	15	5	10	15

Fonte: [3]

Selecione a opção *Dual In-Line Packages (DIP)* e mude a unidade para *Metric (mm)* em *Select a unit*, clique em *Next*, surgindo a janela mostrada na figura 2.47.

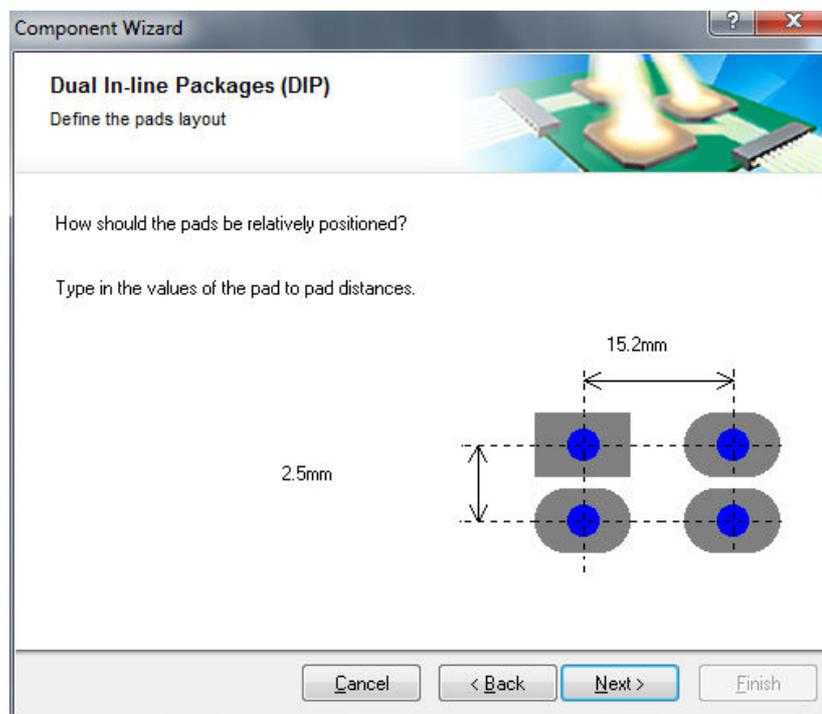
Figura 2.47. Adicionando dimensões dos *pads*.



Fonte: Elaborada pelo autor

As dimensões dos *pads* devem ser então adicionadas e pressionando *Next*, surgindo a janela mostrada na figura 2.48.

Figura 2.48. Distâncias entre os *pads*.

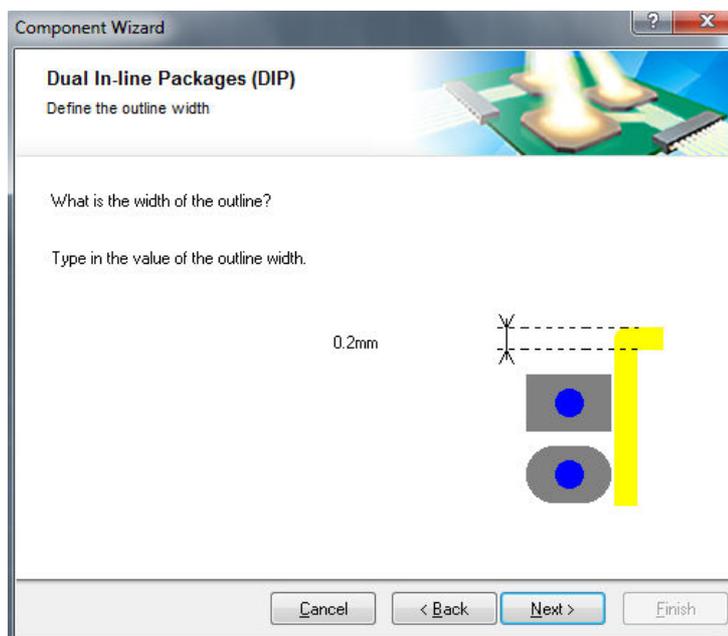


Fonte: Elaborada pelo autor

Deve-se adicionar as distâncias entre os *pads* de acordo com o *datasheet*.

Com base na figura 2.46, a distância entre os pinos da mesma fileira (*pitch*) é 2,54mm e entre os pinos de fileiras diferentes (E) é 7,87mm. Modificando os valores e clicando *Next*, a janela mostrada na figura 2.49 surgirá, onde o valor da espessura da linha que representará o encapsulamento deve ser adicionado, e será considerado o valor padrão de 0,2mm.

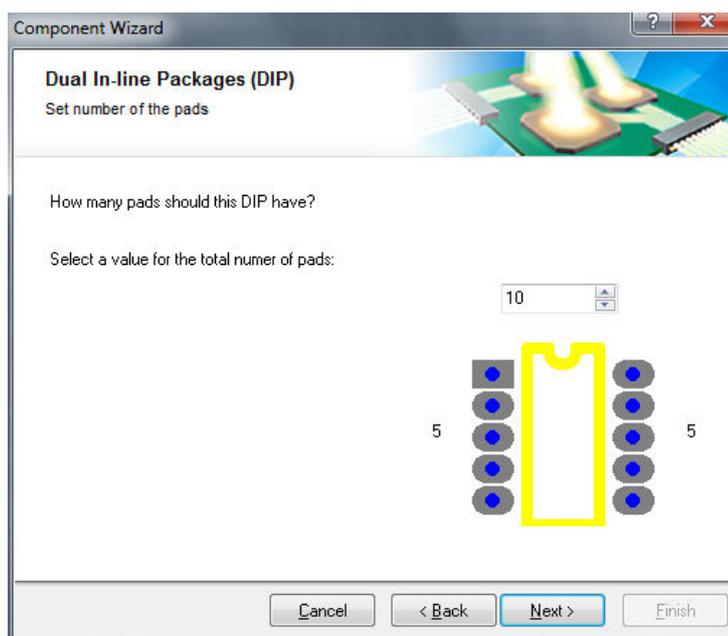
Figura 2.49. Adicionando a espessura da linha.



Fonte: Elaborada pelo autor

Pressionando *Next*, a janela mostrada na figura 2.50 aparecerá.

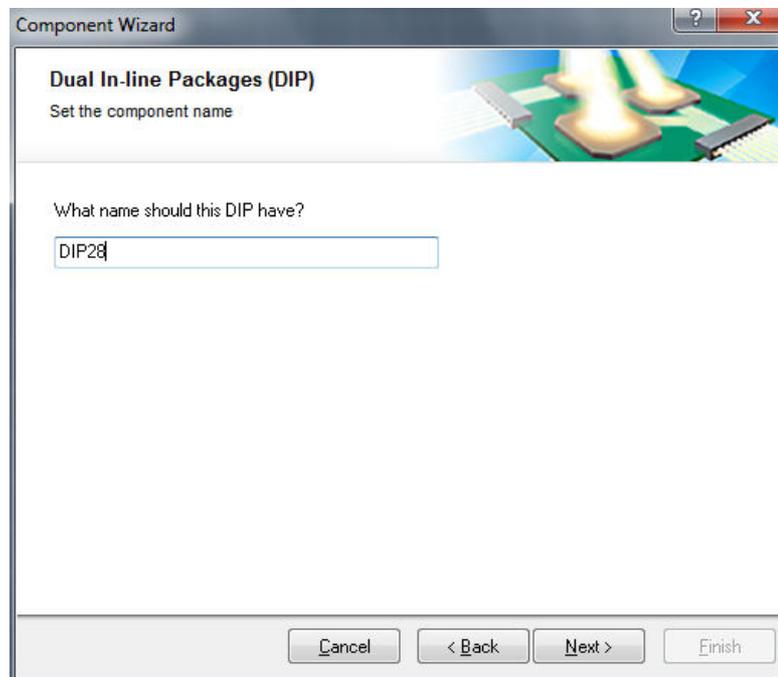
Figura 2.50. Adicionando o número de *pads*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Colocando o valor total de pinos do componente e clicando *Next*, a janela mostrada na figura 2.51 aparecerá, onde deve ser adicionado o nome do componente, no caso do exemplo, dsPIC30F2010.

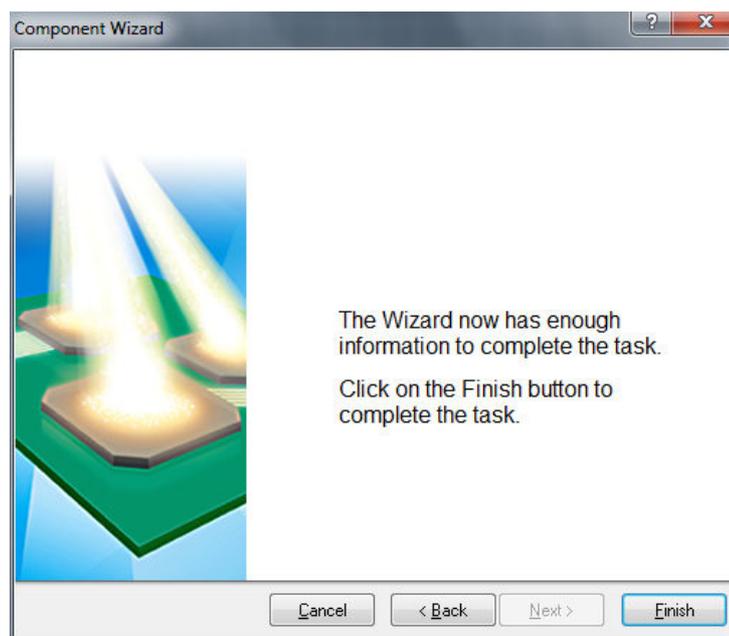
Figura 2.51. Adicionando nome do componente.



Fonte: Elaborada pelo autor

Pressionando *Next*, a tela de finalização aparecerá, como mostra a figura 2.52.

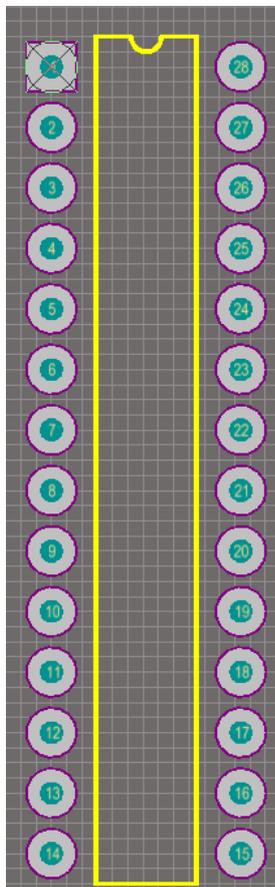
Figura 2.52. Finalização do *footprint*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando *Finish*, o modelo do *footprint* será adicionado na área, como mostra a figura 2.53, podendo então ser salvo e adicionado ao esquemático do componente, como descrito no item 2.3.1 (ver página 38).

Figura 2.53. *Footprint* finalizado.



Fonte: Elaborada pelo autor

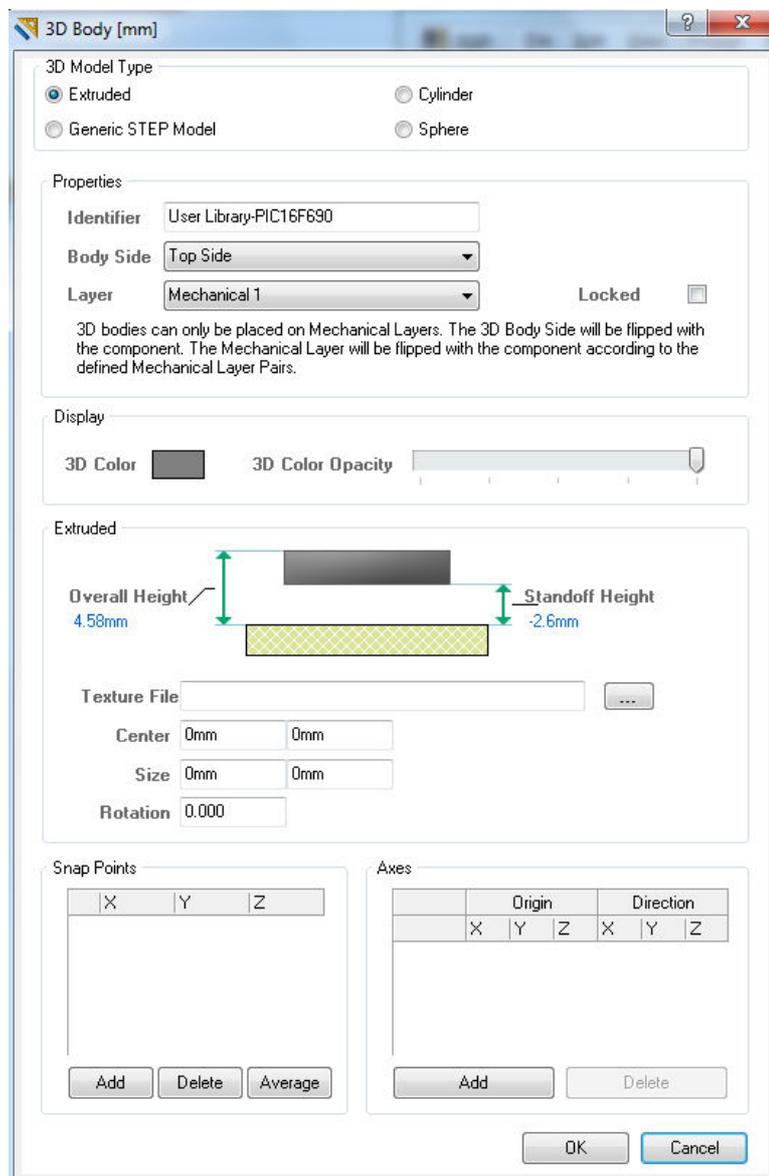
3. ADICIONAR MODELO 3D DE UM COMPONENTE

Uma forma é desenhando o modelo, podendo ser feito no *Altium*, mas por não ser um *software* mais indicado para tal, o desenho do modelo não possui uma qualidade tão boa para componentes mais complexos. Outra maneira é encontrar o arquivo em formato STEP do modelo e adicioná-lo ao componente, o qual pode ser encontrado em sites que oferecem tais modelos [1].

3.1. Desenhando o modelo 3D do componente

Será utilizado como exemplo o PIC16F87XA de 40 pinos, o mesmo utilizado no item 2.2 (ver figura 2.10). Selecionando o arquivo PcbLib. do componente(figura 2.4), deve-se ir em *Place >> 3D Body*, aparecendo uma janela conforme mostra a figura 3.1.

Figura 3.1. Configurações gerais para adicionar modelo 3D.



Fonte: Elaborada pelo autor

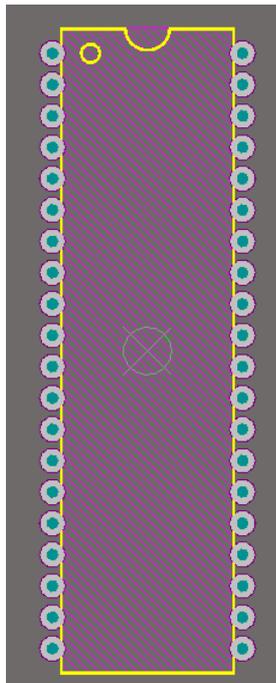
Em *3D Model Type*, existem 4 opções: as opções *Cylinder* e *Sphere* são utilizadas para desenhar modelo de componentes com formato cilíndricos ou esféricos, respectivamente. A opção *Generic STEP Model* é para adicionar um modelo a partir de um arquivo STEP, que será descrito no item 3.2, e *Extruded* é utilizado para desenhar um formato retangular.

Clicando então em *Extruded* para o fazer o modelo do PIC, é necessário informar em *Overall Height* a altura total do encapsulamento em relação à placa e em *Standoff Height* a distância que o componente terá da placa, após ser soldado. Observando a figura 2.21 (*datasheet*), a altura total do encapsulamento (parâmetro A) é 3.81mm e *Standoff Height* vale 0.38mm (parâmetro A1).

Mudando os valores para esses e clicando OK, aparecerá novamente a área de trabalho com o *footprint*. Deve-se então clicar nas extremidades do encapsulamento, representadas pelas linhas amarelas a fim de desenhar a base do modelo (Deve-se diminuir o valor do *Snap Grid* (ver figura 2.22) caso não seja possível selecionar as linhas). Com um clique no botão direito do *mouse*, finaliza-se o desenho, surgindo então a imagem mostrada na figura 3.1).

Pressionando em *Cancel*, obtêm-se o desenho como mostra a figura 3.2.

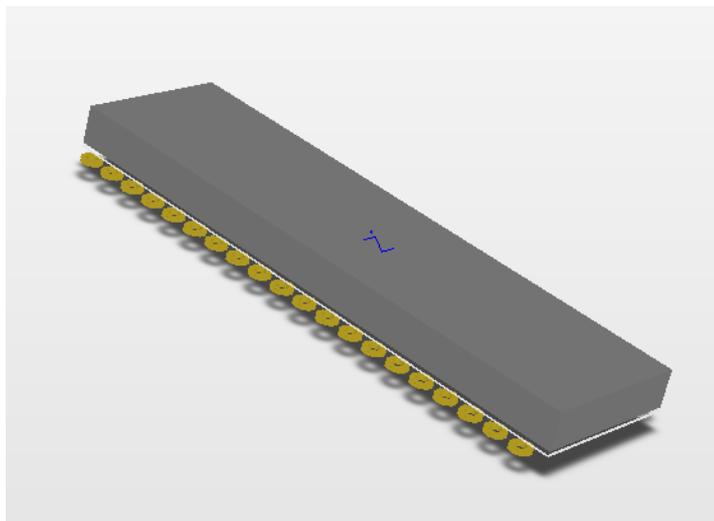
Figura 3.2. Adicionando modelo ao footprint.



Fonte: Elaborada pelo autor

Pressiona-se a tecla “3” para visualizar o modelo 3D, como mostra a figura 3.3. Deve-se então salvar o arquivo em *File >> Save*.

Figura 3.3. Visualização do modelo 3D junto com o *footprint*.



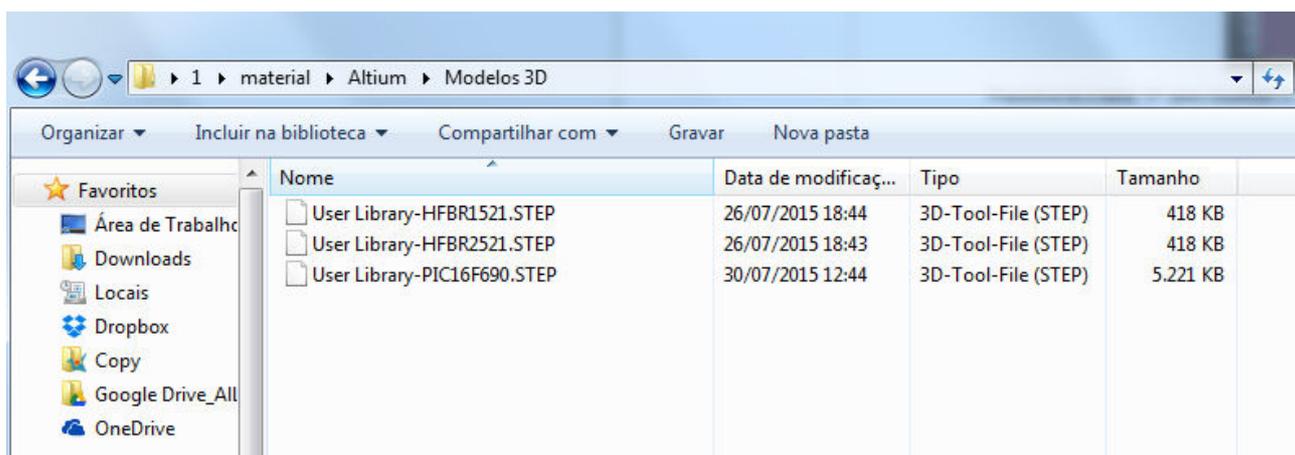
Fonte: Elaborada pelo autor

No caso das opções *Cylinder* ou *Sphere*, basta informar a distância do componente à placa quando soldado (*Standoff Height*) e o raio (*Radius*) e altura do cilindro (*Height*) ou simplesmente o raio da esfera e pressionar OK, posicionando em seguida sobre o *footprint* do componente, da mesma forma feito usando a opção *Extruded*.

3.2. Adicionar modelo 3D com arquivo formato STEP

Procura-se inicialmente o modelo do componente em sites que oferecem o modelo 3D [1], baixando-o no formato .STEP como mostra a figura 3.4.

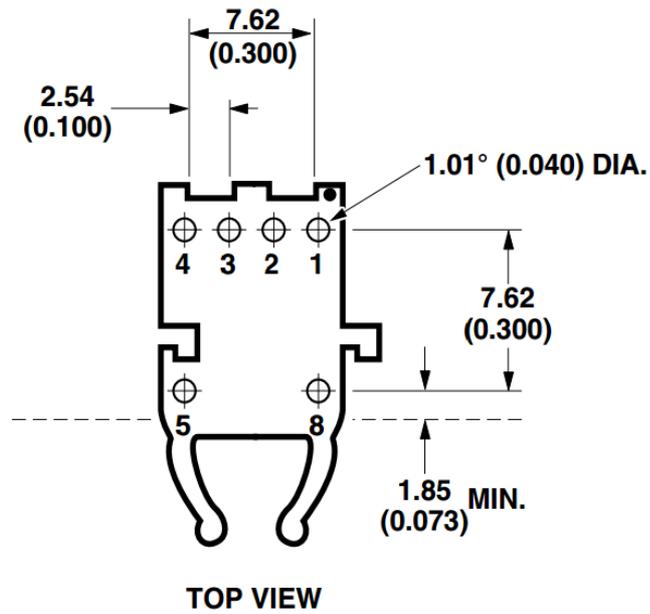
Figura 3.4. Modelos 3D em arquivos do tipo .STEP.



Fonte: Elaborada pelo autor

A título de exemplo, será utilizado o transmissor HFBR 1528 da *Avago Technologies*, com formato mostrado na figura 3.5.

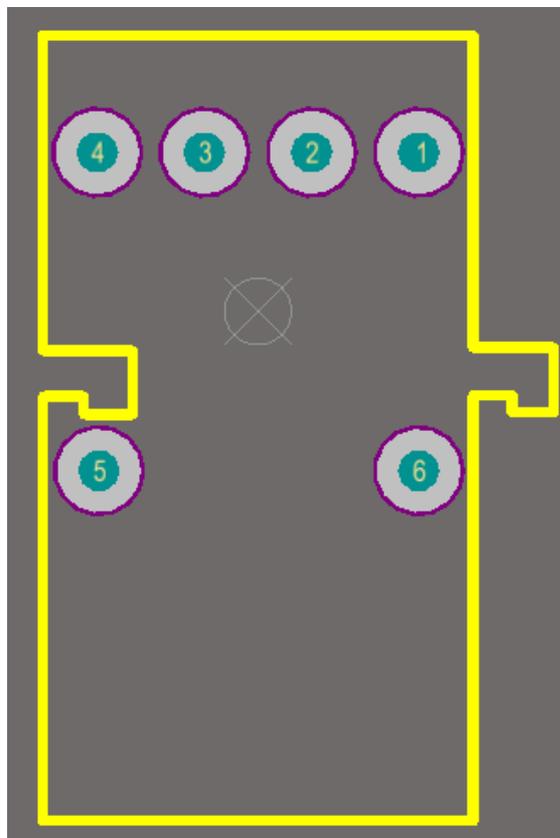
Figura 3.5. HFBR 1528 da *Avago Technologies*.



Fonte: [4]

O arquivo PCB com seu *footprint* considerado é mostrado na figura 3.6.

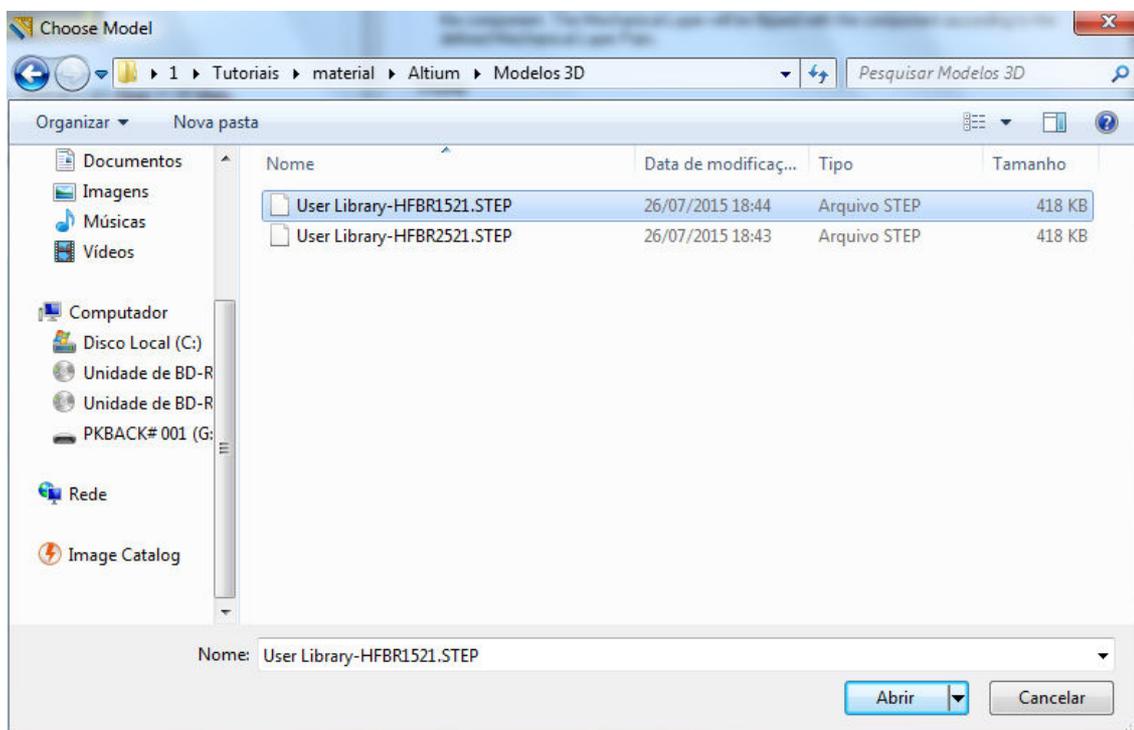
Figura 3.6. *Footprint* considerado para o HFBR 1528.



Fonte: Elaborada pelo autor

Com o arquivo do PCB do componente selecionado, deve-se ir em *Place >> 3D Body*, aparecendo a janela mostrada na figura 3.1 (*3D model*). Selecionando a opção *Generic STEP Model* em *3D Model Type* e então *Embed STEP Model* em *Generic STEP Model*, aparecendo então uma janela para escolher o modelo, conforme mostra a figura 3.7.

Figura 3.7. Selecionando o arquivo .STEP.

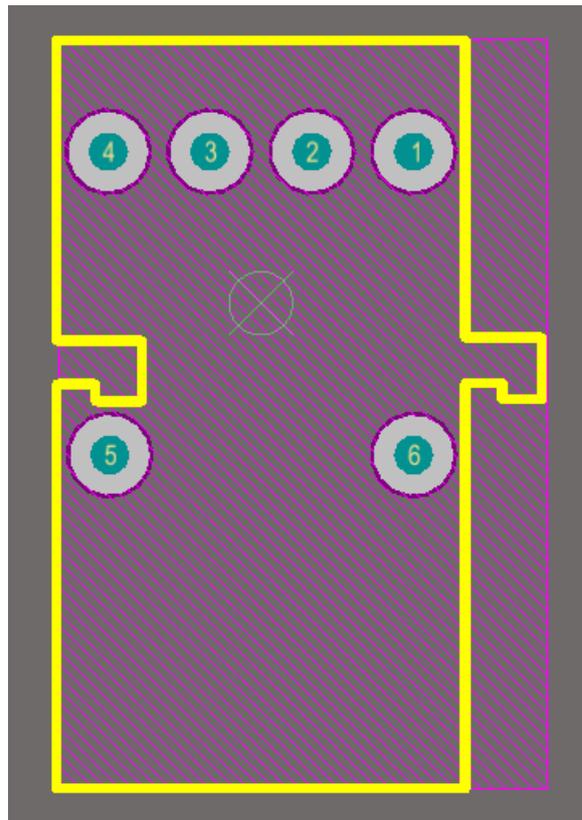


Fonte: Elaborada pelo autor

Selecionando então o modelo e clicando em *Abrir* e então *OK*. Aparecerá uma representação do modelo, deve ser colocado e posicionado adequadamente sobre o *footprint* do componente, como mostrado na figura 3.8 A janela da figura 3.1 aparecerá novamente, clicando *Cancel* para voltar ao arquivo PCB ou *OK* para adicionar outro modelo.

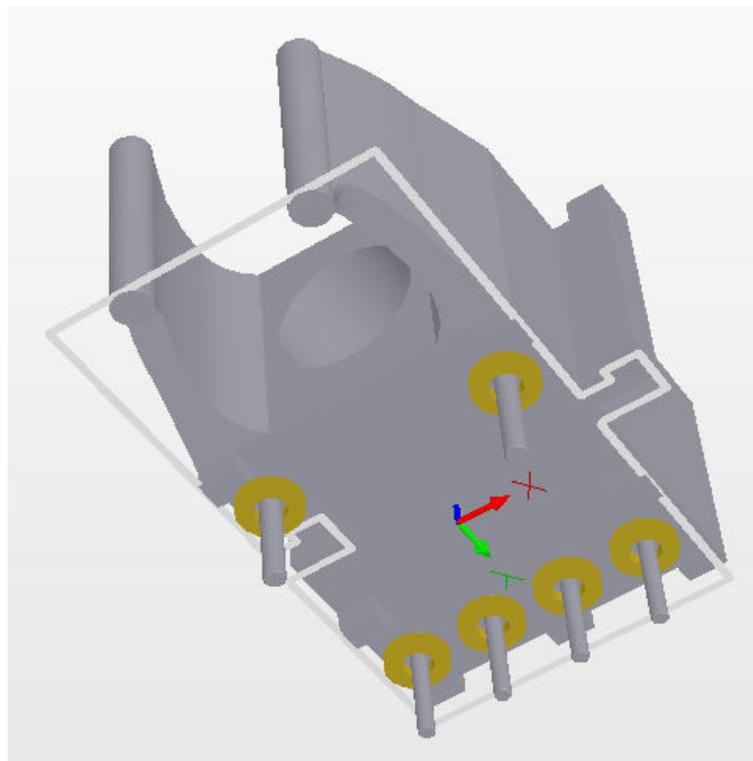
Apertando a tecla “3” para visualizar o 3D (com uma visão inferior é possível verificar se os pinos estão corretamente conectados, como mostra a figura 3.9. Caso seja necessário rotacionar o modelo, basta selecioná-lo e continua pressionando o botão esquerdo do *mouse* e então aperta a “barra de espaço” do teclado.

Figura 3.8. *Footprint* com o modelo 3D.



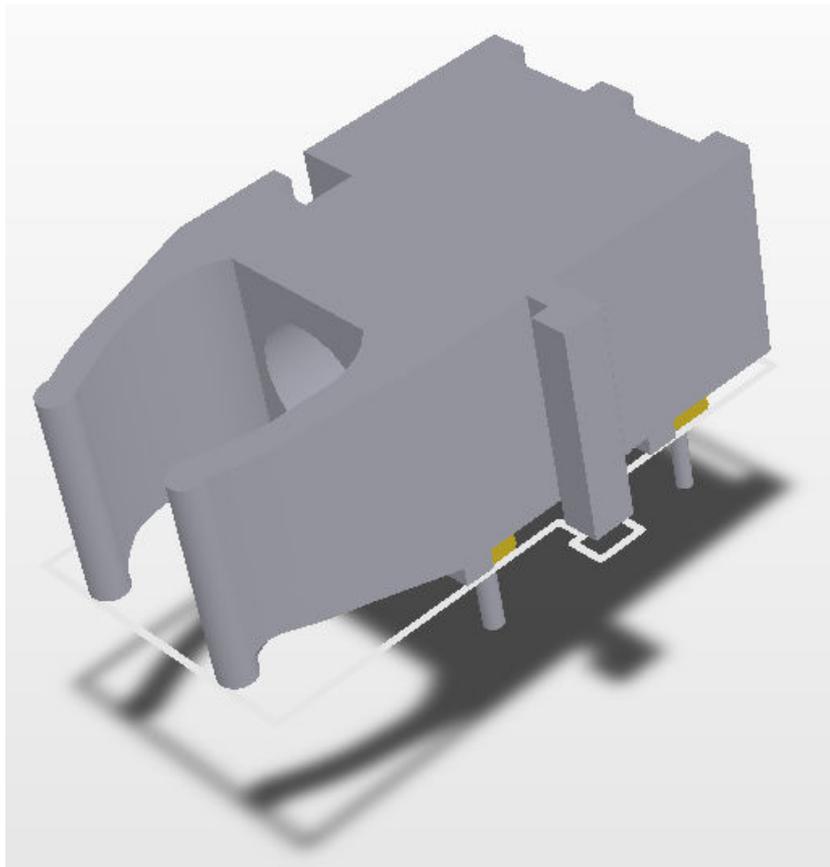
Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 3.9. Visualizando o componente (1).



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 3.10. Visualizando o componente (2).

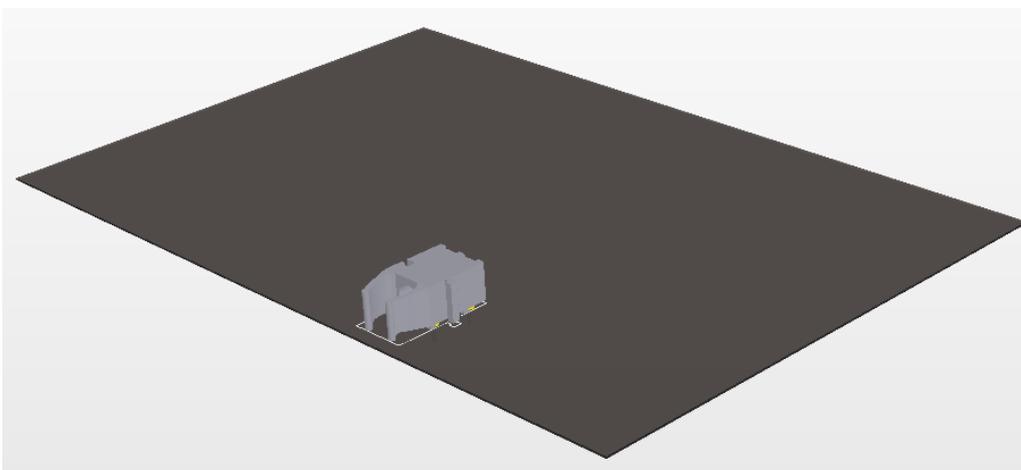


Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando então em *File >> Save* para salvar as alterações.

Na PCB, o componente fica como mostrado na figura 3.11 (Para visualizar em 3D, deve-se seleccionar o arquivo PCB e apertar “3”).

Figura 3.11. Componente adicionado na PCB.



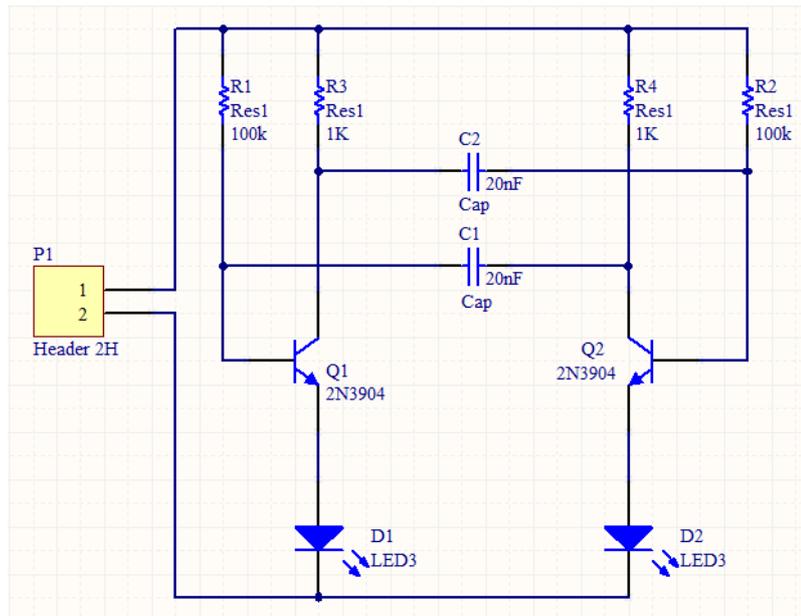
Fonte: Elaborada pelo autor

4. POSICIONAMENTO DOS COMPONENTES E ROTEAMENTO DA PLACA

4.1. Posicionar componentes

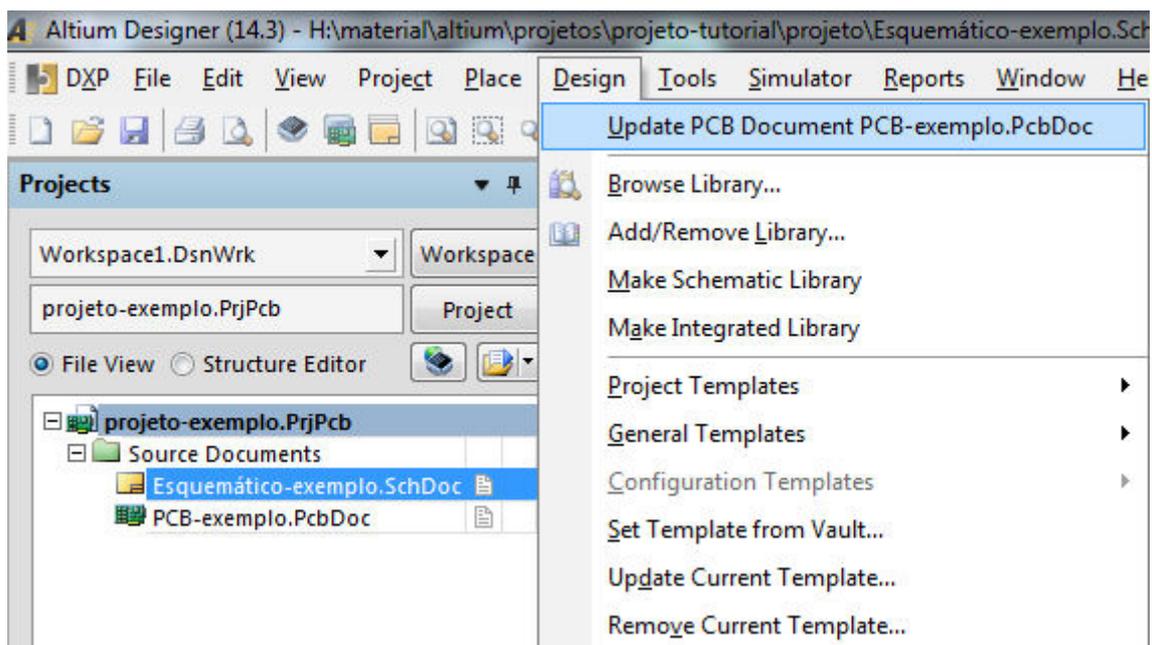
Após finalizar o esquemático, ainda com o arquivo do esquemático selecionado, como mostra a figura 4.1, deve-se ir em *Design >> Update PCB Document* (Nome do arquivo PCB). Pcb.Doc, conforme figura 4.2.

Figura 4.1. Arquivo do esquemático selecionado.



Fonte: Elaborada pelo autor

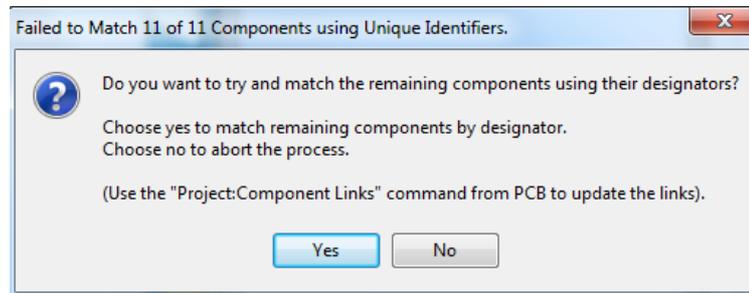
Figura 4.2. *Update* do arquivo PCB.



Fonte: Elaborada pelo autor

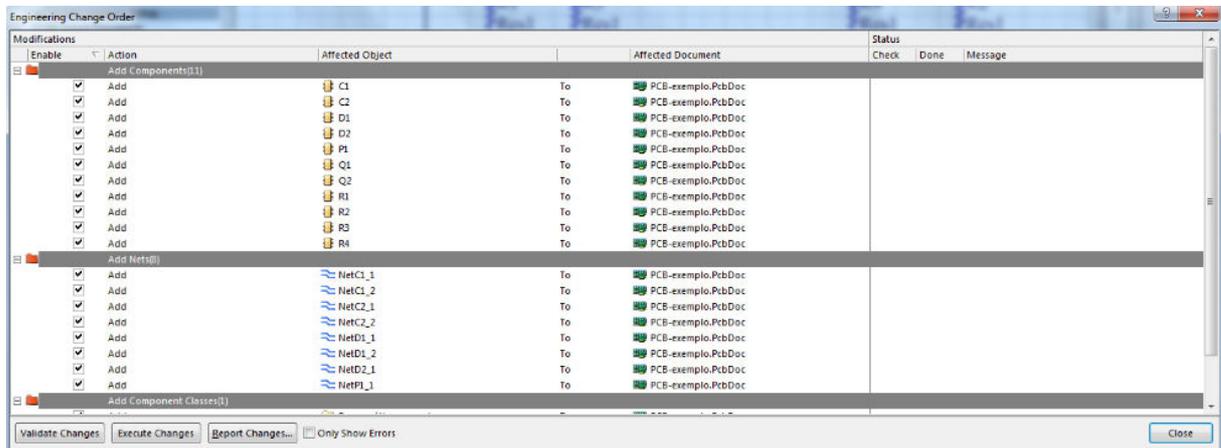
Caso apareça uma janela mostrada na figura 4.3, deve-se clicar *Yes*.

Figura 4.3. Confirmar modificações.



Surgindo assim uma nova janela, como mostra a figura 4.4.

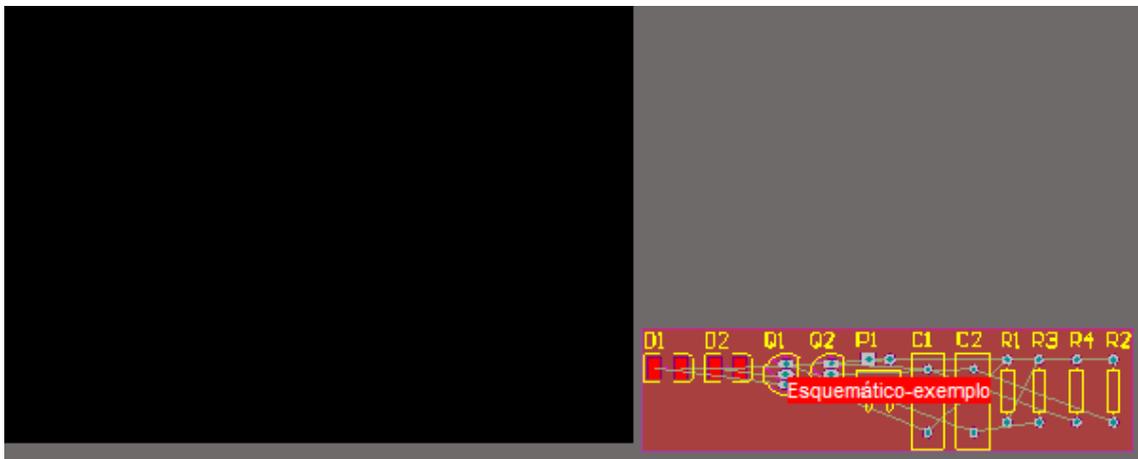
Figura 4.4. Executar as modificações.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando então em *Execute Changes* para adicionar os componentes e as suas conexões e então em *Close*, obtêm-se a janela como mostrada na figura 4.5.

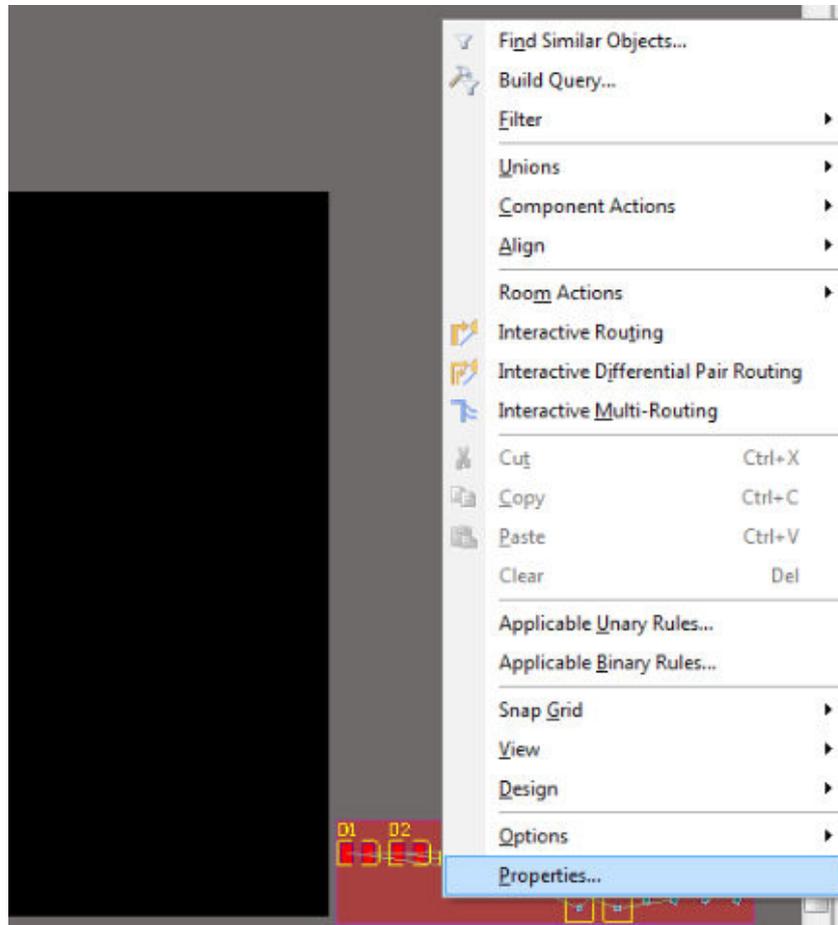
Figura 4.5. Área do Arquivo PCB.



Fonte: Elaborada pelo autor

Com um clique no botão direito sobre a região vermelha (*Room*), aparecerá o menu mostrado na figura 4.6.

Figura 4.6. Menu para configurar as definições de *Room*.

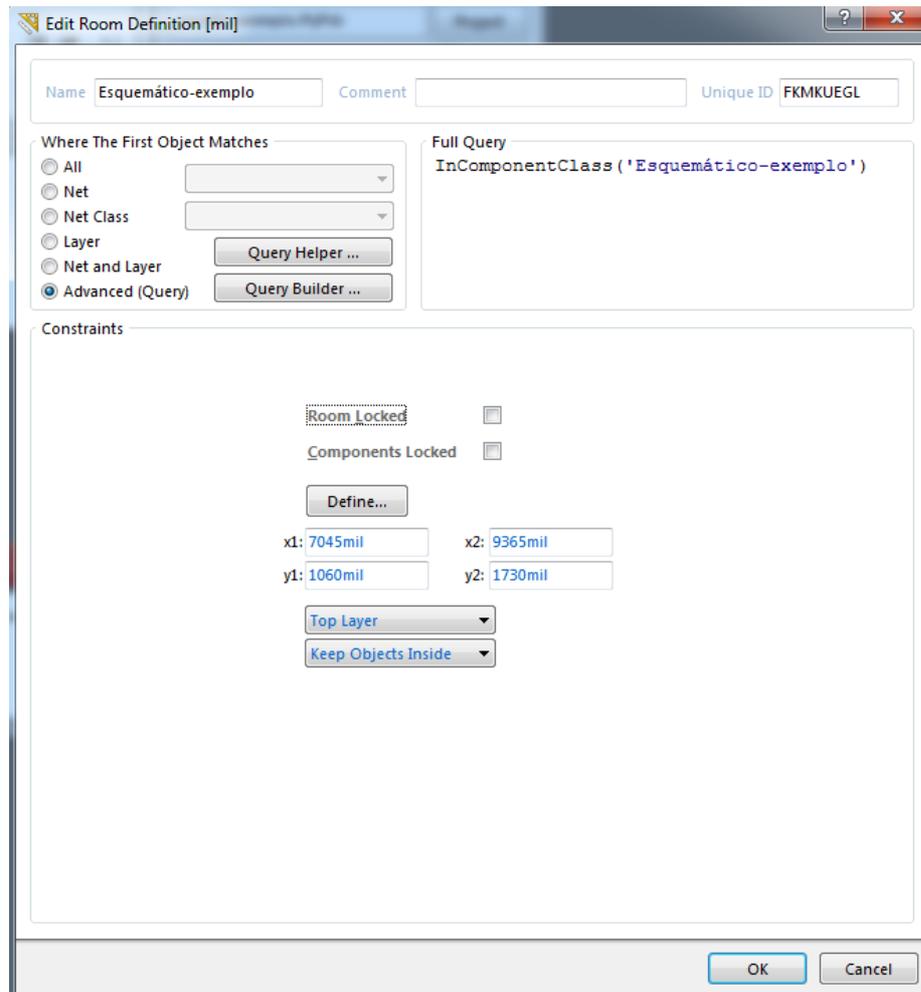


Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em *Properties*, aparecerá uma janela como mostra a figura 4.7, onde é possível modificar as configurações da *Room*, representada pela área vermelha do arquivo PCB, na qual estão os componentes do esquemático selecionado.

Na última opção em *Constraints*, é possível selecionar se todos os componentes estarão no interior do *Room* (escolhendo *Keep Objects Inside*), útil para facilitar as conexões quando houver mais de uma *Room* na PCB. No caso do exemplo, será escolhido a opção *Keep Objects Out*, com os componentes fora da *Room*, como mostra a figura 4.8. Os componentes dentro da *Room* se tornaram verdes indicando a violação da regra de *Room*, devendo serem levados para fora da mesma. As regras do programa serão vistas no item 4.3.

Figura 4.7. Configurações de Room Definition.



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 4.8. Posicionando os componentes fora da Room.



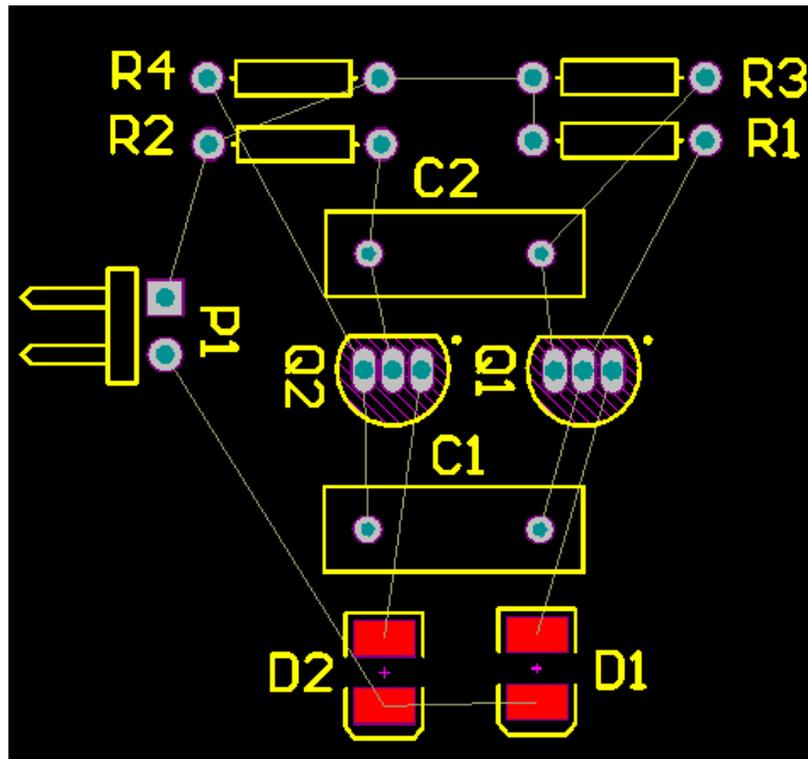
Fonte: Elaborada pelo autor

Observando que existem linhas de conexões entre os componentes conforme feito no esquemático, estas devem ser observadas para posicionar os componentes, clicando e segurando o botão esquerdo do *mouse* para movê-los.

Para rotacionar um componente, deve-se manter pressionado o botão esquerdo do *mouse* com o componente selecionado e aperta a barra de espaço do teclado. Para espelhá-lo, é necessário o mesmo procedimento, mas apertando “Y” (para espelhar na vertical) ou “X” (para espelhar na horizontal).

Os componentes devem ser posicionados de forma que facilite as conexões por trilhas, evitando o cruzamento de mais de 2 linhas de conexão. Uma das formas de posicionamento dos componentes do exemplo é mostrada na figura 4.9.

Figura 4.9. Uma opção de posicionamento dos componentes do exemplo.



Fonte: Elaborada pelo autor

4.2. Roteamento da placa

Seguidamente, deve-se rotear a placa, ou conectar os componentes através das trilhas, podendo ser feito de maneira manual, utilizando o *Interactively Route Connections*, ou então automaticamente utilizando o recurso *Auto Route* do *software*.

4.2.1. Roteamento com *Interactively Route Connections*

Inicialmente, na barra inferior do programa (figura 4.10), deve-se escolher qual camada (*layer*) a trilha deve pertencer, sendo as mais utilizadas a *Top Layer*, relativa a parte superior da placa, e *Bottom Layer* relativa a parte inferior da placa.

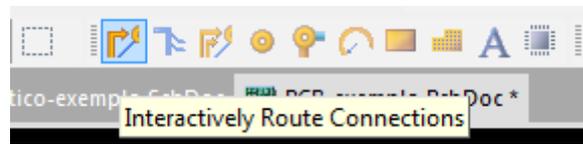
Figura 4.10. Camadas (*Layers*).



Fonte: Elaborada pelo autor

Deve-se selecionar o ícone *Interactively Route Connections*, presente na barra de ferramentas abaixo do menu do programa e mostrado na figura 4.11, e então, orientando-se pelas linhas de conexão, clicar nos *pads* dos componentes e desenhar as devidas trilhas entre eles.

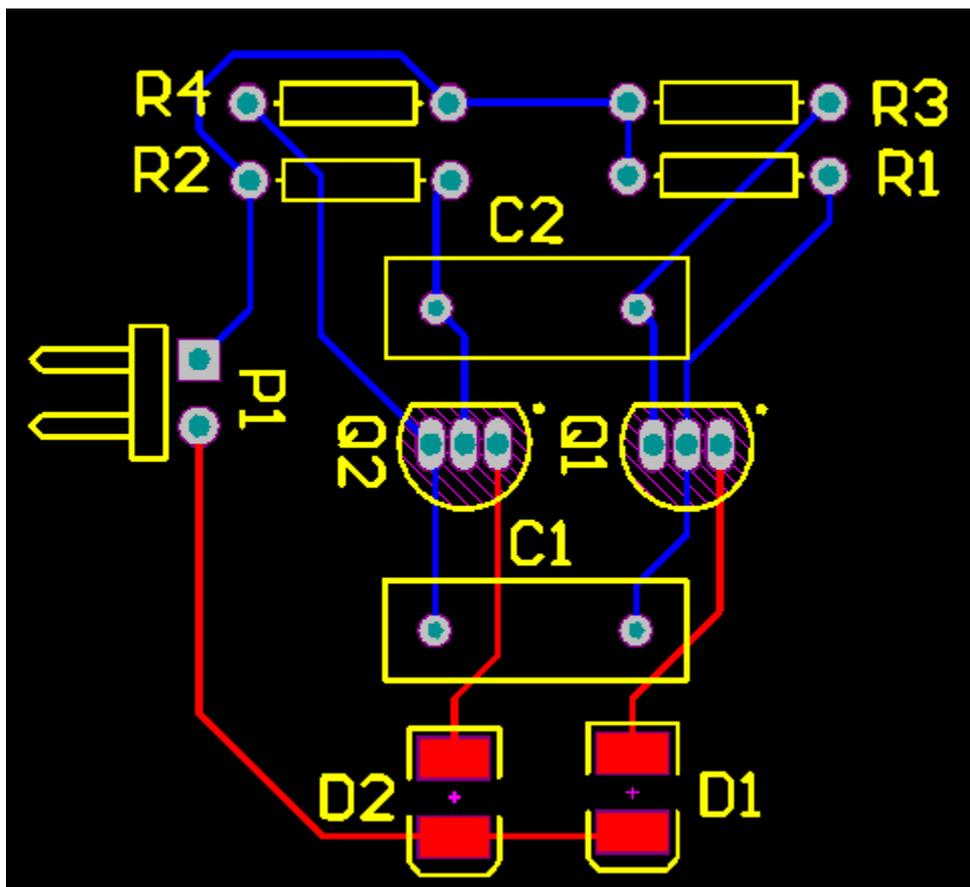
Figura 4.11. Ícone *Interactively Route Connections*.



Fonte: Elaborada pelo autor

As trilhas resultantes consideradas para o exemplo são mostradas na figura 4.12, apesar das inúmeras formas de conexão possíveis.

Figura 4.12. Roteamento da placa.



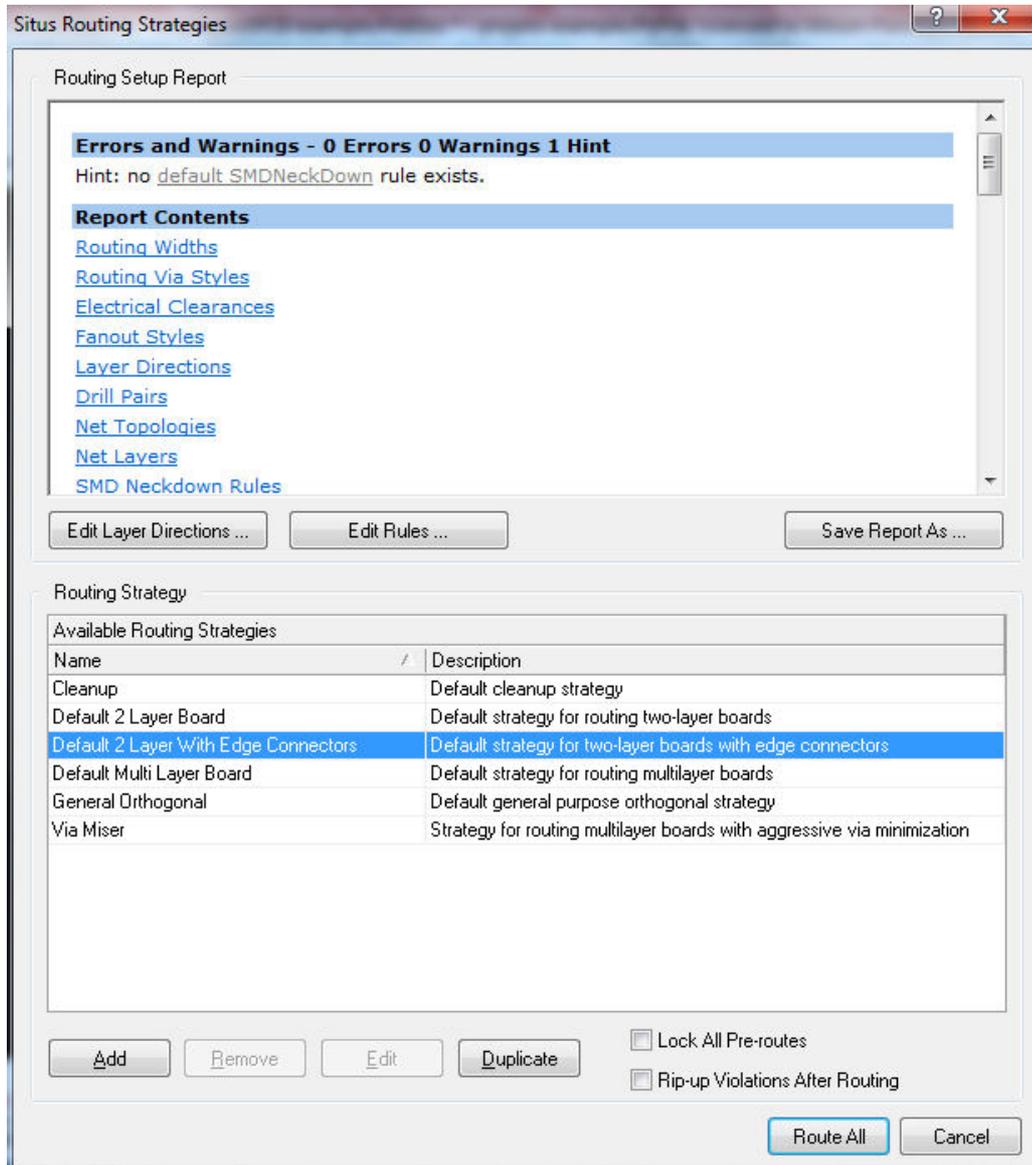
Fonte: Elaborada pelo autor

Nos casos onde ocorrerem cruzamentos de linhas de conexão, pode-se optar por escolher camadas diferentes para cada uma das trilhas (ver trilhas de R2 e R4 na figura 4.15) ou buscar um caminho para a trilha que contorne a outra (ver trilhas de R2 e R4 na figura 4.12), algo que nem sempre é possível.

4.2.2. Roteamento utilizando o *Auto Route*

Utilizando o recurso *Auto Route* do programa, é possível obter um roteamento automático. Com os componentes devidamente posicionados assim como mostra a figura 4.9, deve-se ir em *Auto Route >> All* no menu do programa, aparecendo assim uma janela como mostra a figura 4.13.

Figura 4.13. *Auto Route*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando então em *Route All*, aparecerá uma janela de mensagens do processo de roteamento, como mostra a figura 4.14.

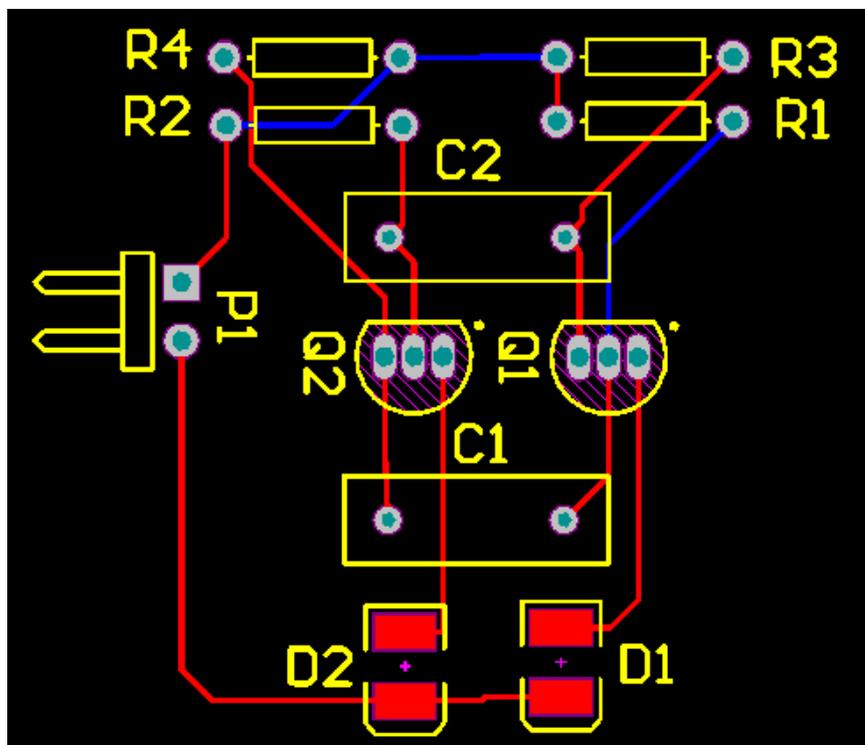
Figura 4.14. Mensagens do processo de roteamento.

Class	Docum...	Sou...	Message	Time	Date	N..
S	S. PCB-ex...	Situs	Completed Memory in 0 Seco...	16:54:...	20/08...	6
S	S. PCB-ex...	Situs	Starting Fan out Signal	16:54:...	20/08...	7
S	S. PCB-ex...	Situs	Completed Fan out Signal in 0...	16:54:...	20/08...	8
S	S. PCB-ex...	Situs	Starting Layer Patterns	16:54:...	20/08...	9
R	S. PCB-ex...	Situs	11 of 16 connections routed (...	16:54:...	20/08...	10
S	S. PCB-ex...	Situs	Completed Layer Patterns in 1...	16:54:...	20/08...	11
S	S. PCB-ex...	Situs	Starting Main	16:54:...	20/08...	12
R	S. PCB-ex...	Situs	14 of 16 connections routed (...	16:54:...	20/08...	13
S	S. PCB-ex...	Situs	Completed Main in 2 Seconds	16:54:...	20/08...	14
S	S. PCB-ex...	Situs	Starting Completion	16:54:...	20/08...	15
S	S. PCB-ex...	Situs	Completed Completion in 0 Se...	16:54:...	20/08...	16
S	S. PCB-ex...	Situs	Starting Straighten	16:54:...	20/08...	17
R	S. PCB-ex...	Situs	16 of 16 connections routed (...	16:54:...	20/08...	18
S	S. PCB-ex...	Situs	Completed Straighten in 1 Se...	16:54:...	20/08...	19
R	S. PCB-ex...	Situs	16 of 16 connections routed (100,00%) in 5 Seconds	16:54:...	20/08...	20
S	S. PCB-ex...	Situs	Routing finished with 0 conte...	16:54:...	20/08...	21

Fonte: Elaborada pelo autor

Após alguns segundos, o processo deve ser finalizado, indicado pela mensagem de que todas as conexões foram roteadas (figura 4.14). O resultado do processo é mostrado na figura 4.15.

Figura 4.15. Resultado do processo de roteamento automático.



Fonte: Elaborada pelo autor

Dependendo das posições dos componentes, podem ser gerados inúmeras formas de conexão, sendo ainda possível fazer alterações nas trilhas caso seja necessário.

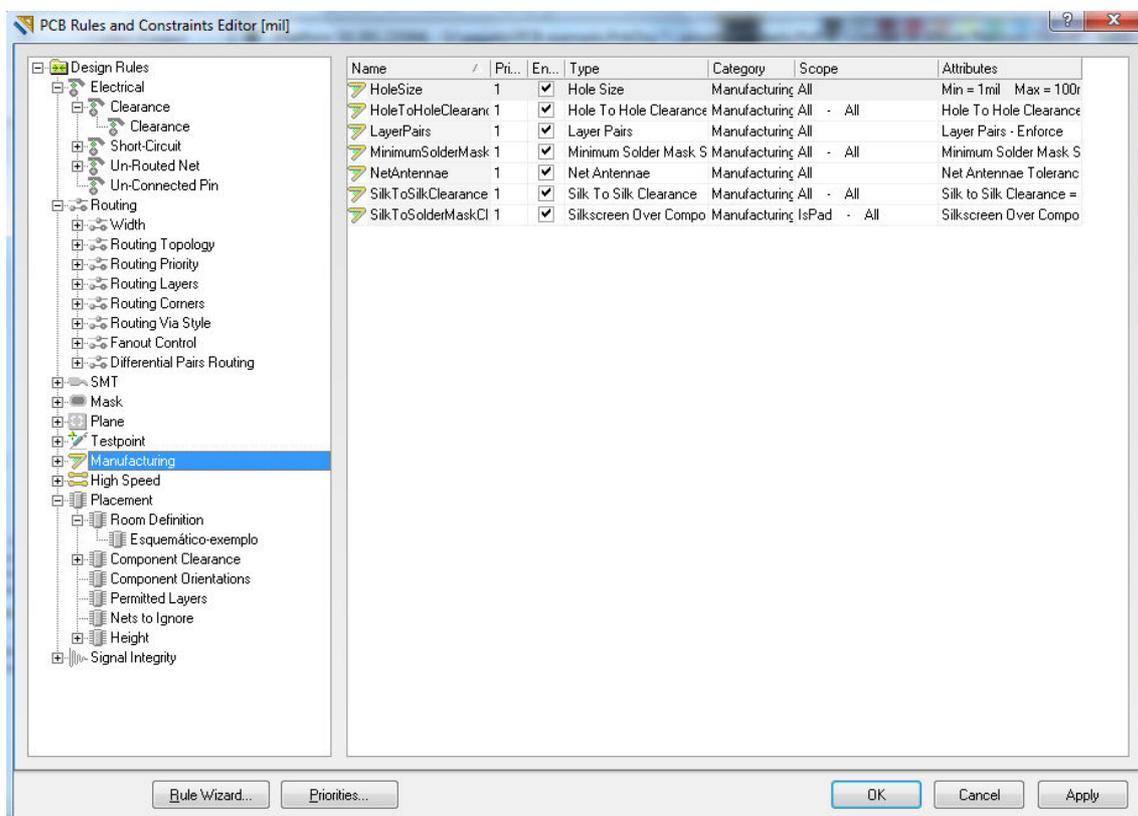
É importante destacar ainda que o processo de roteamento segue diversas regras, que serão tratadas no item 4.3.

4.3. Regras

Para realizar o roteamento, diversas regras relativas a espaçamentos, dimensões e espessuras dos itens da placa devem ser respeitadas e servem para certificar que todas as especificações padrões do programa ou feitas pelo usuário sejam aplicadas de fato em toda a placa.

Indo em *Design >> Rules* no menu do programa, aparecerá a janela como mostra a figura 4.16.

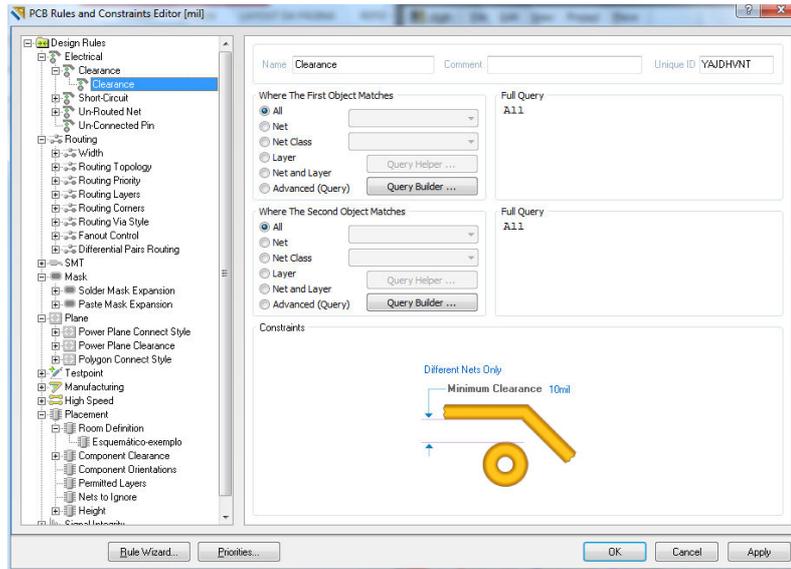
Figura 4.16. Menu *Rules*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Indo em *Design Rules >> Electrical >> Clearance >> Clearance*, aparecerá a janela mostrada na figura 4.17.

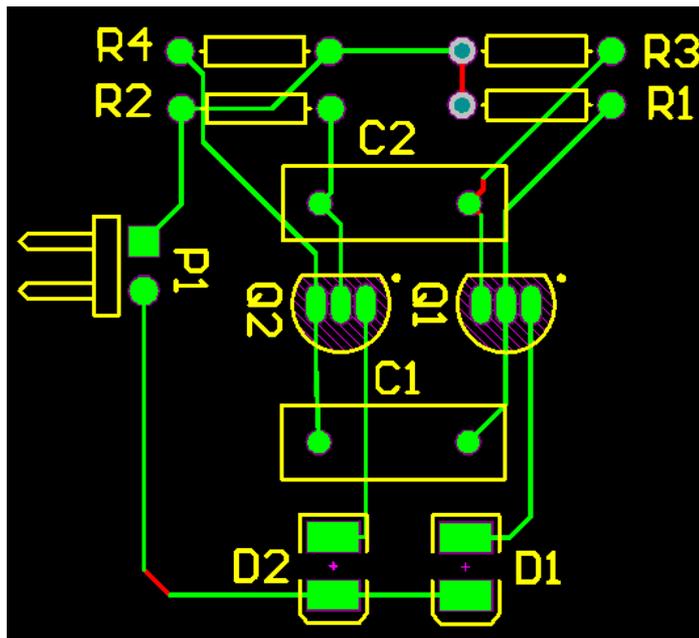
Figura 4.17. Configurando em *Electrical* >> *Clearance*.



Fonte: Elaborada pelo autor

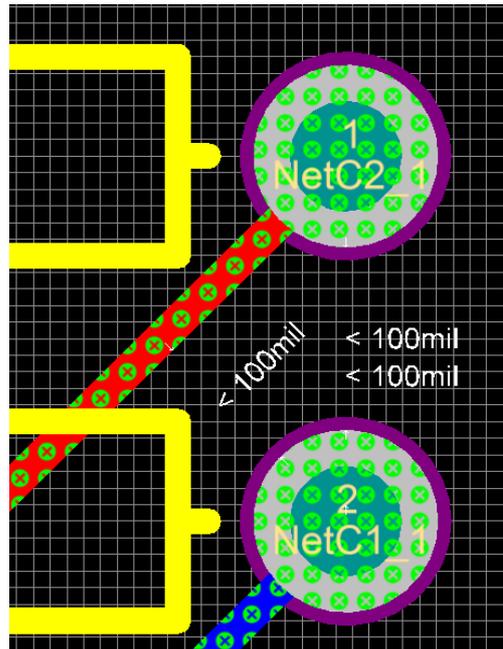
Em *Minimum Clearance*, é definido o valor mínimo para o espaçamento entre as trilhas, tendo seu valor padrão de 10 Mil. A título de exemplo, esse valor será modificado para 100 Mil, clicando em seguida em *Apply*, com resultado mostrado na figura 4.18. As trilhas que apresentarem violações serão mostradas em cor verde, ou com detalhes indicando as violações caso se der *zoom* na trilha, como mostra a figura 4.19.

Figura 4.18. Violações de regras (1).



Fonte: Elaborada pelo autor

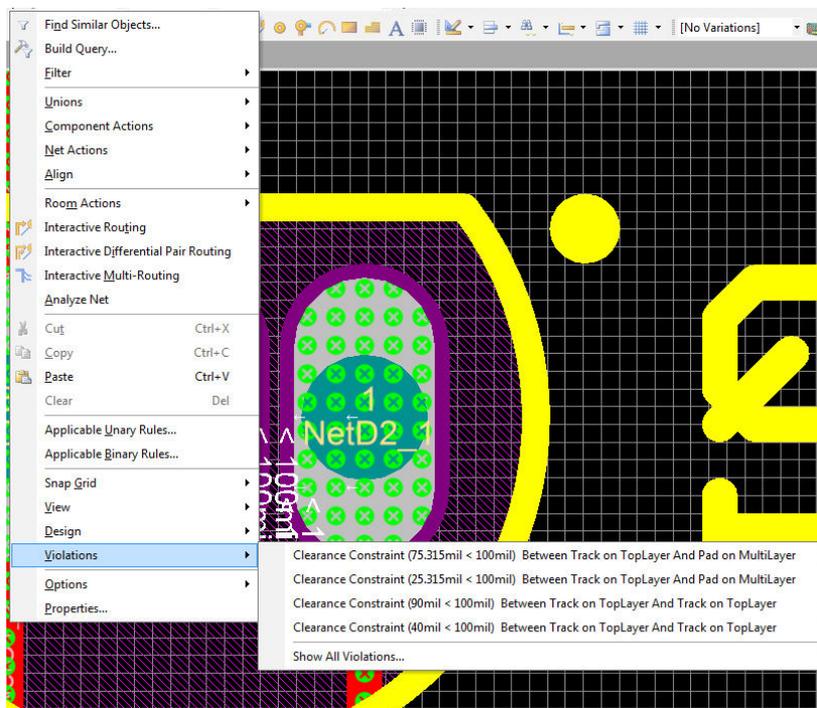
Figura 4.19. Violações de regras (2).



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando com o botão direito do *mouse* sobre uma trilha com violação, aparecerá a opção *Violations*, mostrando as suas violações, conforme a figura 4.20 (clicando na violação, é possível obter mais informações a respeito).

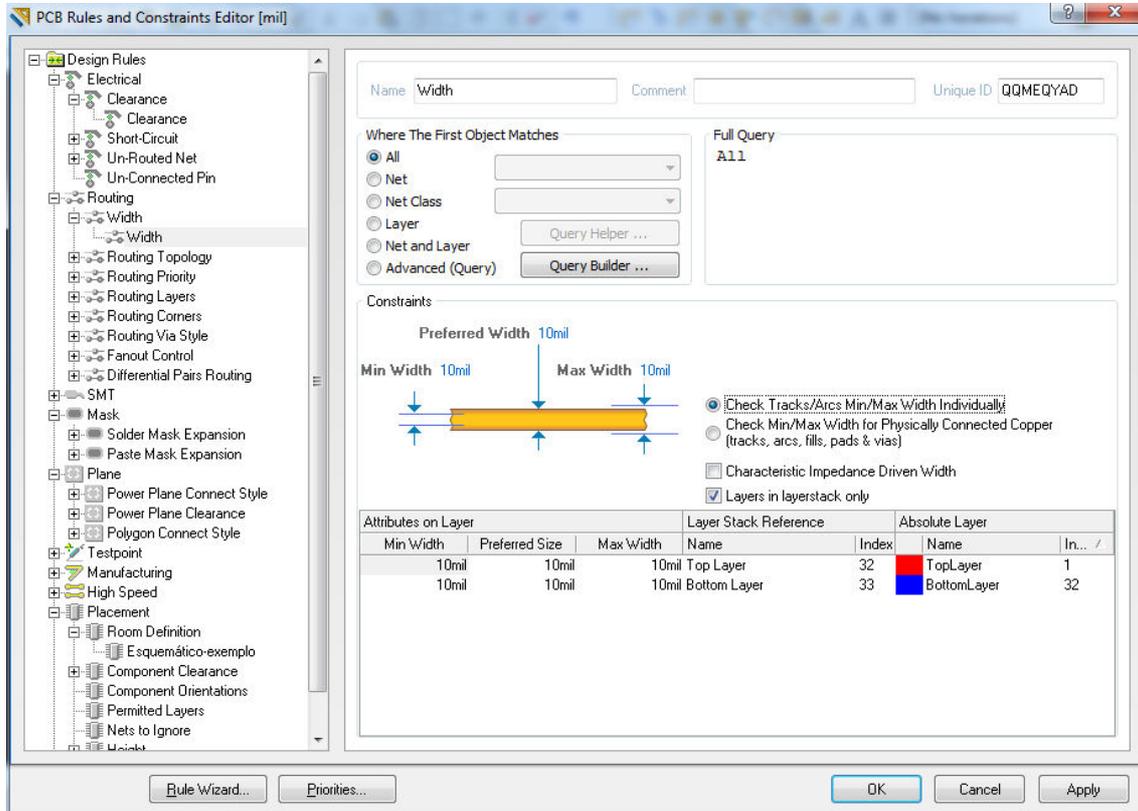
Figura 4.20. Violações de uma determinada trilha.



Fonte: Elaborada pelo autor

Indo em *Routing >> Width >> Width*, aparecerá a janela mostrada na figura 4.21.

Figura 4.21. Regras quanto a espessura das trilhas.



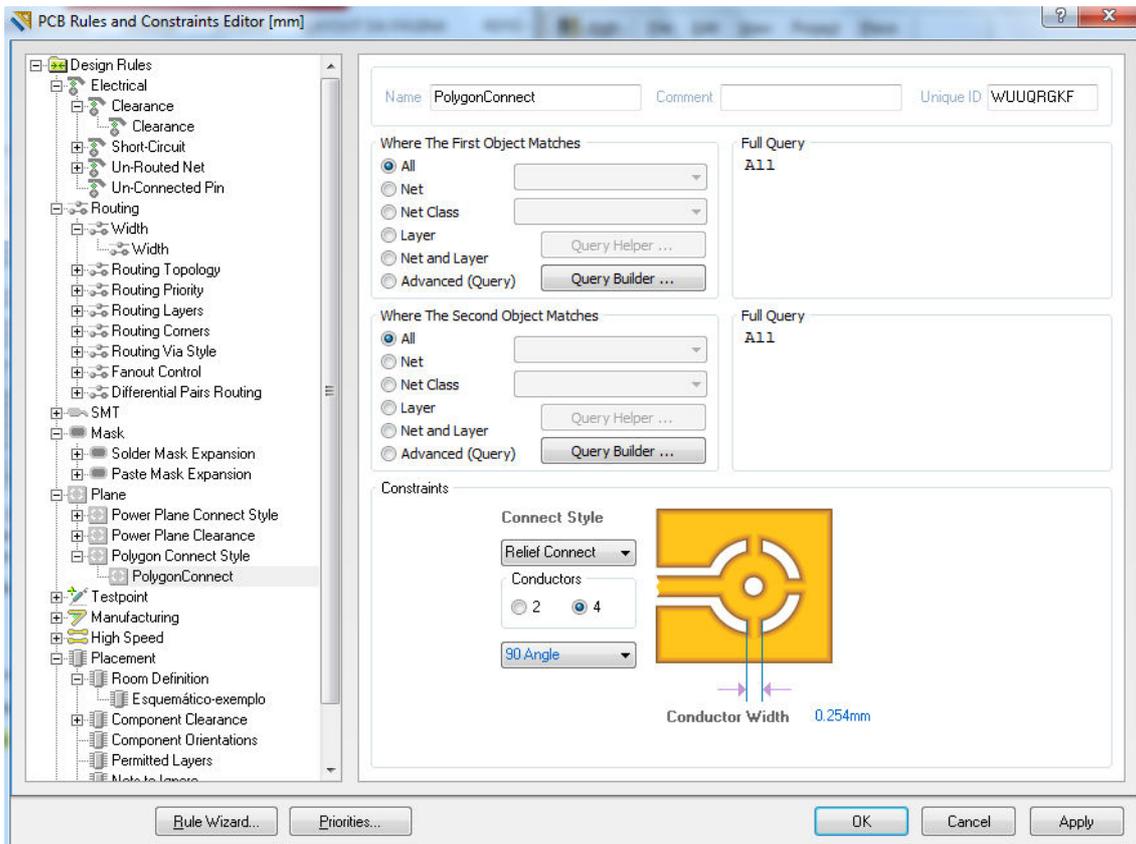
Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Min Width*, *Preferred Width* e *Max Width* são definidos o valor mínimo, preferido (que será utilizado como padrão no roteamento) e máximo de espessura da trilha, respectivamente.

É importante destacar que a espessura da trilha está relacionada com o valor de corrente na trilha, sendo recomendado um valor de 1 mm (39,37 mil) de espessura por *Ampère* (A).

Indo em *Plane >> Polygon Connect Style >> PolygonConnect*, aparecerá uma janela como mostra a figura 4.22. Nela é possível modificar o tipo de conexão que uma trilha tem com uma determinada malha (que será tratada no item 4.4), seja conectada diretamente ou através de pequenas trilhas, com quantidade e posição ajustáveis, como mostra a figura 4.22.

Figura 4.22. Tipo de conexão.



Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Routing >> Routing Corners*, é possível modificar as configurações das curvas das trilhas.

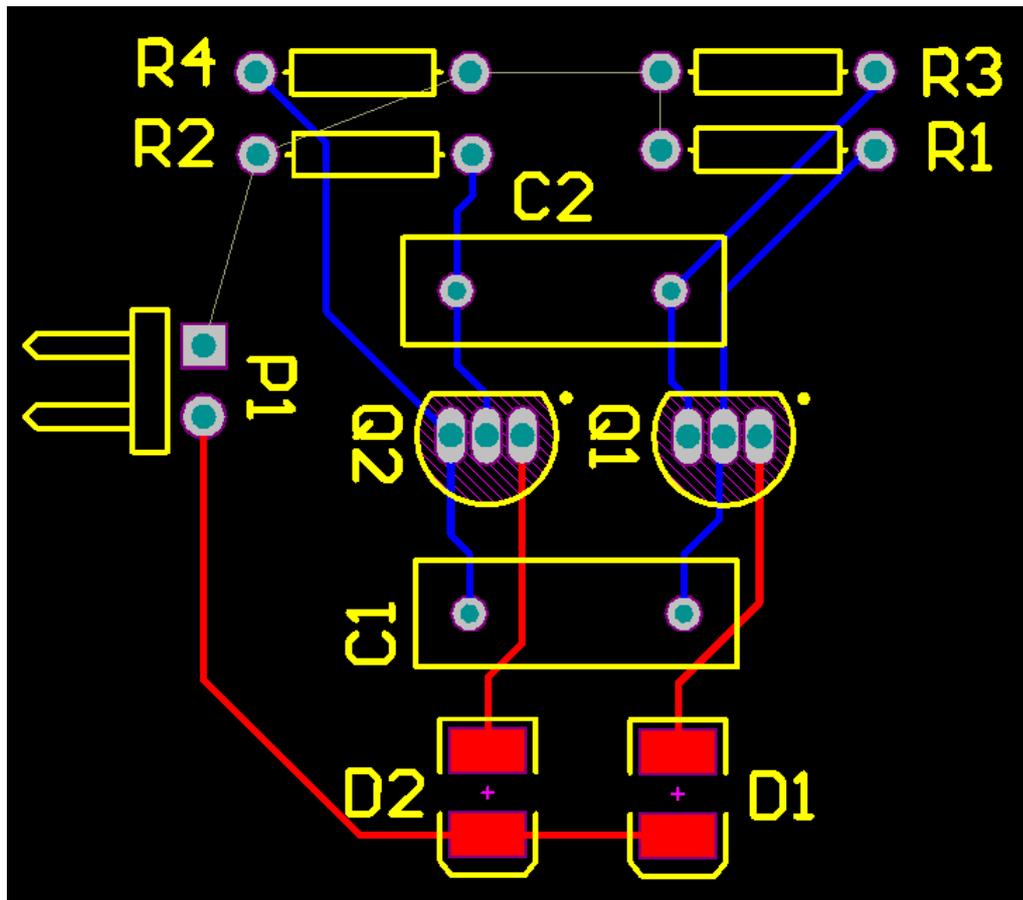
Em *Placement >> Room Definition*, é possível modificar se os componentes devem estar fora ou se devem permanecer dentro da *Room* (ver figura 4.5 e 4.7).

4.4. Malhas de potencial

As malhas de potencial são utilizadas para conectar pontos de mesmo potencial mais facilmente ao invés de conectá-los por trilhas. Geralmente essas malhas são utilizadas na alimentação do circuito. No exemplo considerado no item 4, um dos terminais de cada resistor estão conectados ao pino 1 do *Header*, sendo possível a utilização de uma malha.

Inicialmente, deve-se desenhar as trilhas das ligações que não serão conectadas através da malha, mostrada na figura 4.23.

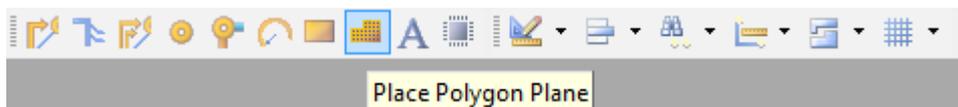
Figura 4.23. PCB do exemplo do item 4.



Fonte: Elaborada pelo autor

Para desenhar a malha de potencial, deve-se selecionar qual a camada (*layer*) a malha pertencerá (ver figura 4.10) e ir na barra de ferramentas logo abaixo do menu e clicar no ícone *Place Polygon Plane*, como mostrado na figura 4.24.

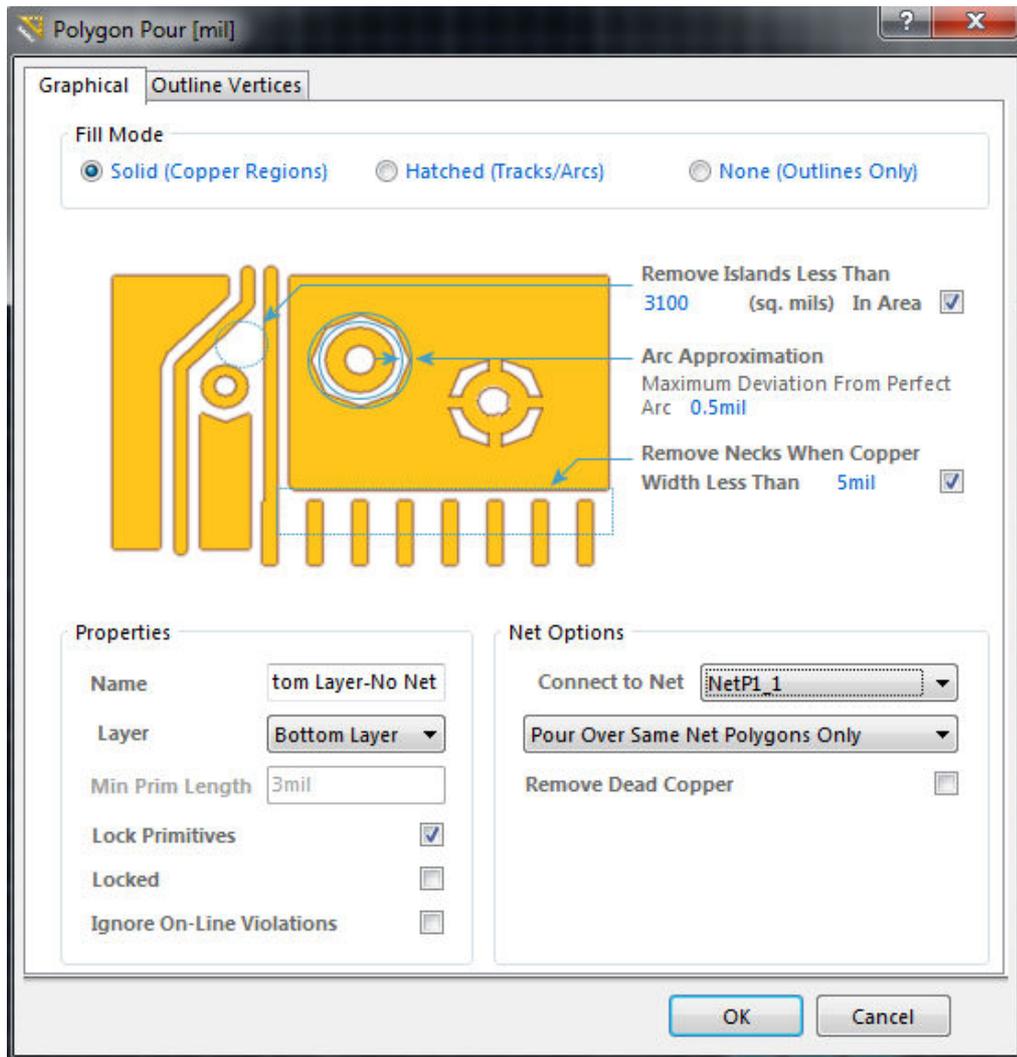
Figura 4.24. Ícone *Place Polygon Plane*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Aparecerá uma janela como mostra a figura 4.25, com configurações acerca da malha de potencial. Em *Fill Mode*, deve-se escolher qual o formato da malha, sendo o mais utilizado a opção *Solid (Copper Regions)*. Em *Net Options* >> *Connect to Net* deve ser escolhido ao que a malha será conectada, e no caso do exemplo, os terminais dos resistores estão conectados ao pino 1 do *Header* (designador P1), sendo escolhido portanto NetP1_1, como também mostra a figura 4.25.

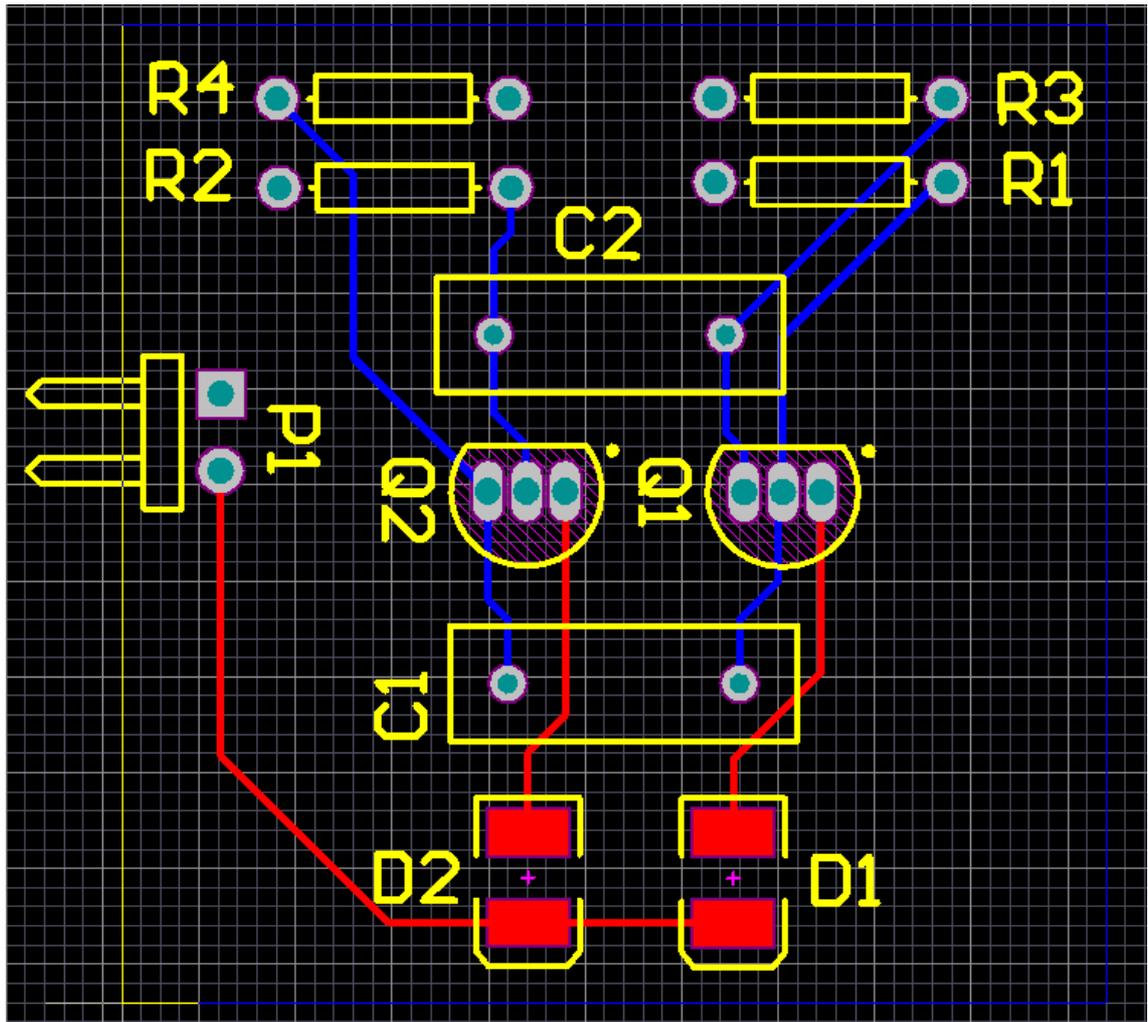
Figura 4.25. Configurações da Malha de Potencial.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em OK, o formato da malha desejada deve ser desenhado, como mostra a figura 4.26.

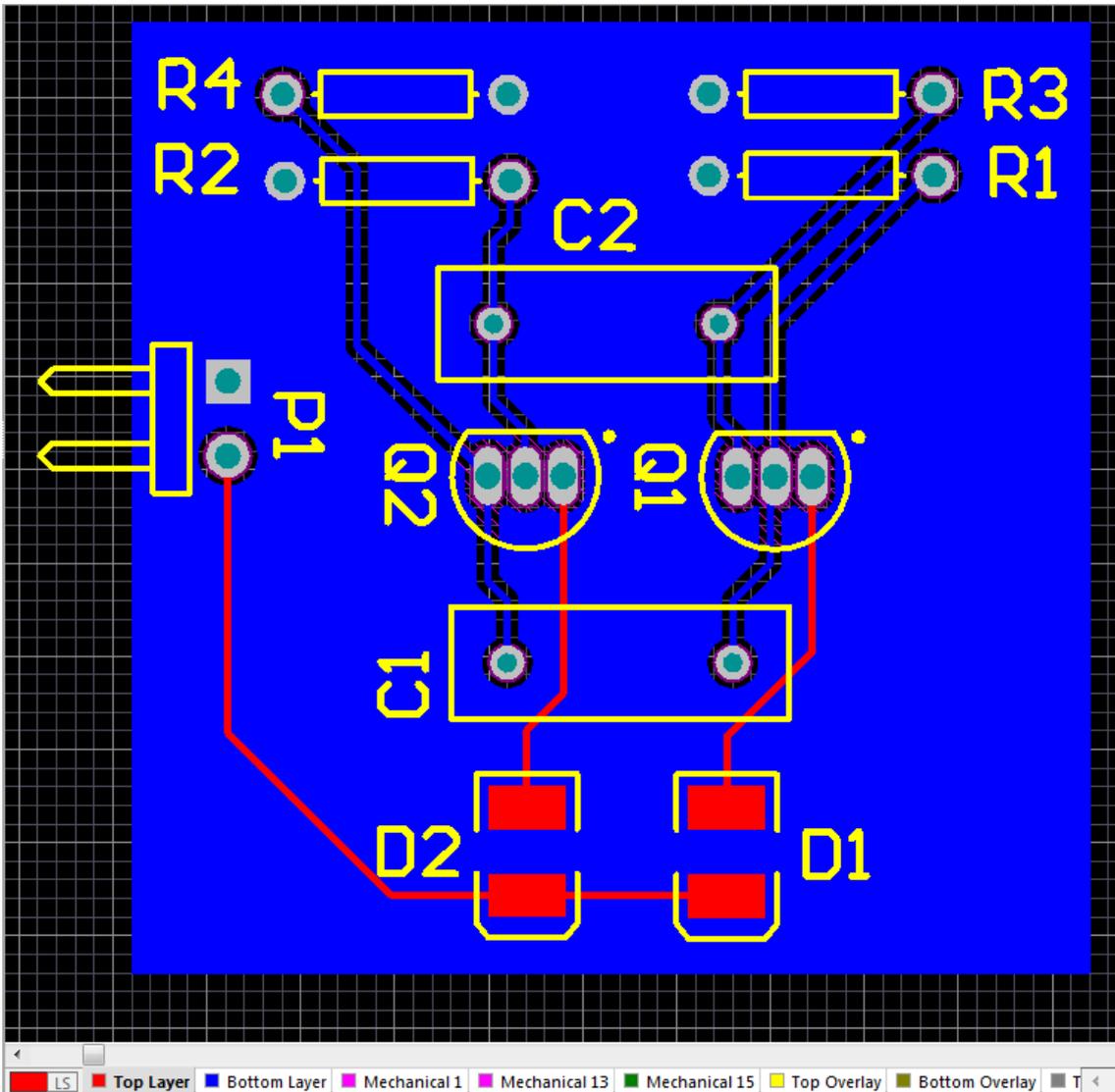
Figura 4.26. Desenhando a malha.



Fonte: Elaborada pelo autor

Pressionando o botão direito do *mouse*, e selecionando a *Top Layer*, é possível verificar como ficaram as conexões junto com a malha, conforme mostra a figura 4.27, na qual é possível perceber um dos terminais de cada resistor conectado diretamente a malha (o que pode ser alterado através das regras, ver figura 4.22), além do pino 1 do *Header*.

Figura 4.27. Arquivo PCB resultante.



Fonte: Elaborada pelo autor

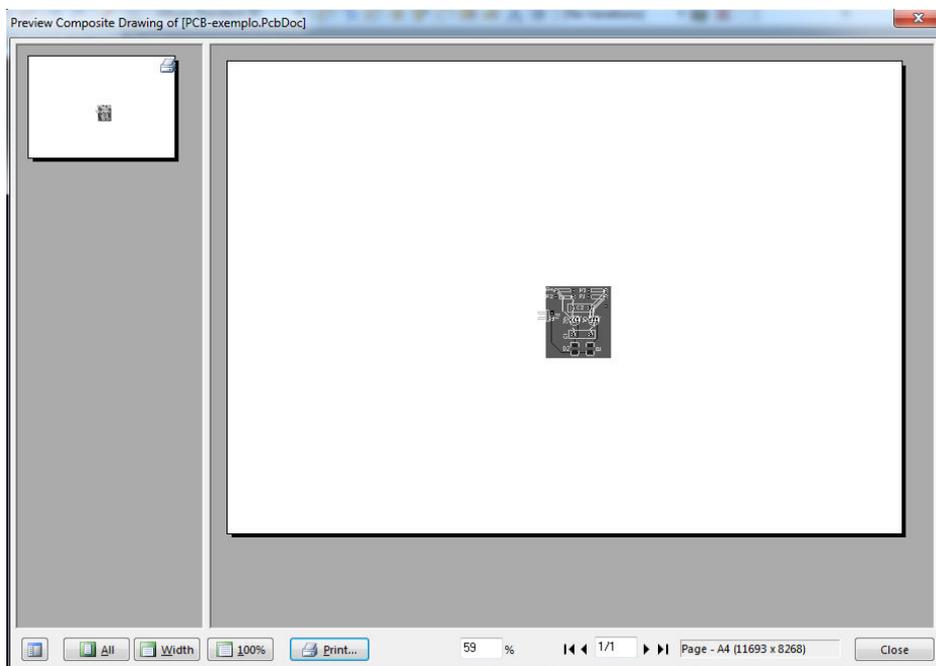
Caso seja necessário adicionar uma trilha após a colocação da malha, e se opte por utilizar uma trilha na mesma camada da malha, essa pode ser desenhada normalmente, mas quando finalizada, a malha deve ser refeita.

Dependendo da versão do *software*, o mesmo pode automaticamente oferecer a opção de reconstrução da malha em uma nova janela (“*Repour*”) ou então com o duplo clique sobre a malha (camada da malha deve está selecionada (ver figura 4.10)) e pressionando OK na janela seguinte (figura 4.25), o programa oferecerá a opção de reconstrução da malha (“*Rebuild*”), também através de uma nova janela.

5. IMPRESSÃO

Inicialmente, é necessário modificar algumas configurações antes da impressão. Indo em *File* >> *Print Preview*, aparecerá uma janela como mostrada na figura 5.1.

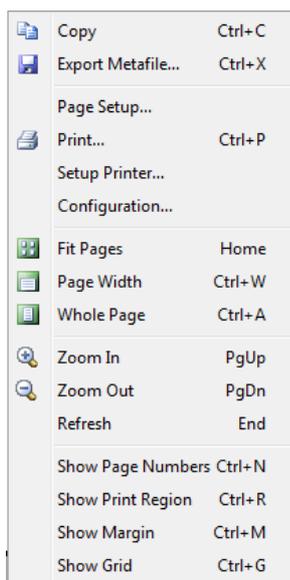
Figura 5.1. *Print Preview*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando com o botão direito do *mouse*, surgirá as opções mostradas na figura 5.2.

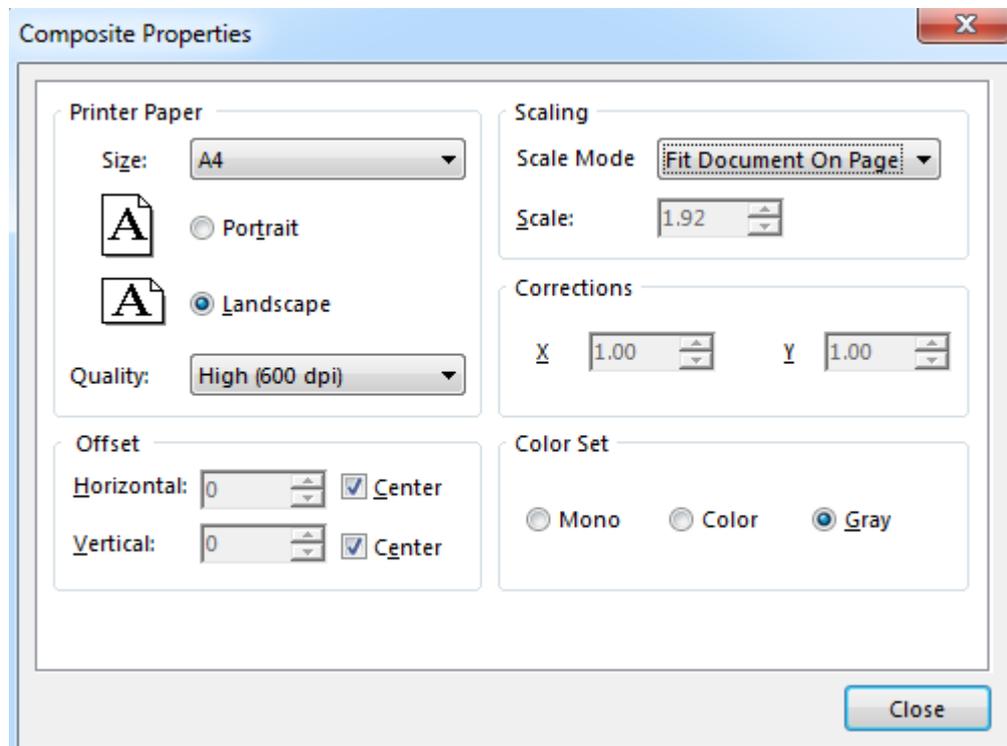
Figura 5.2. Opções na prévia de impressão.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando inicialmente em *Page Setup*, uma nova janela como mostra a figura 5.3 aparecerá.

Figura 5.3. Configurações da página.



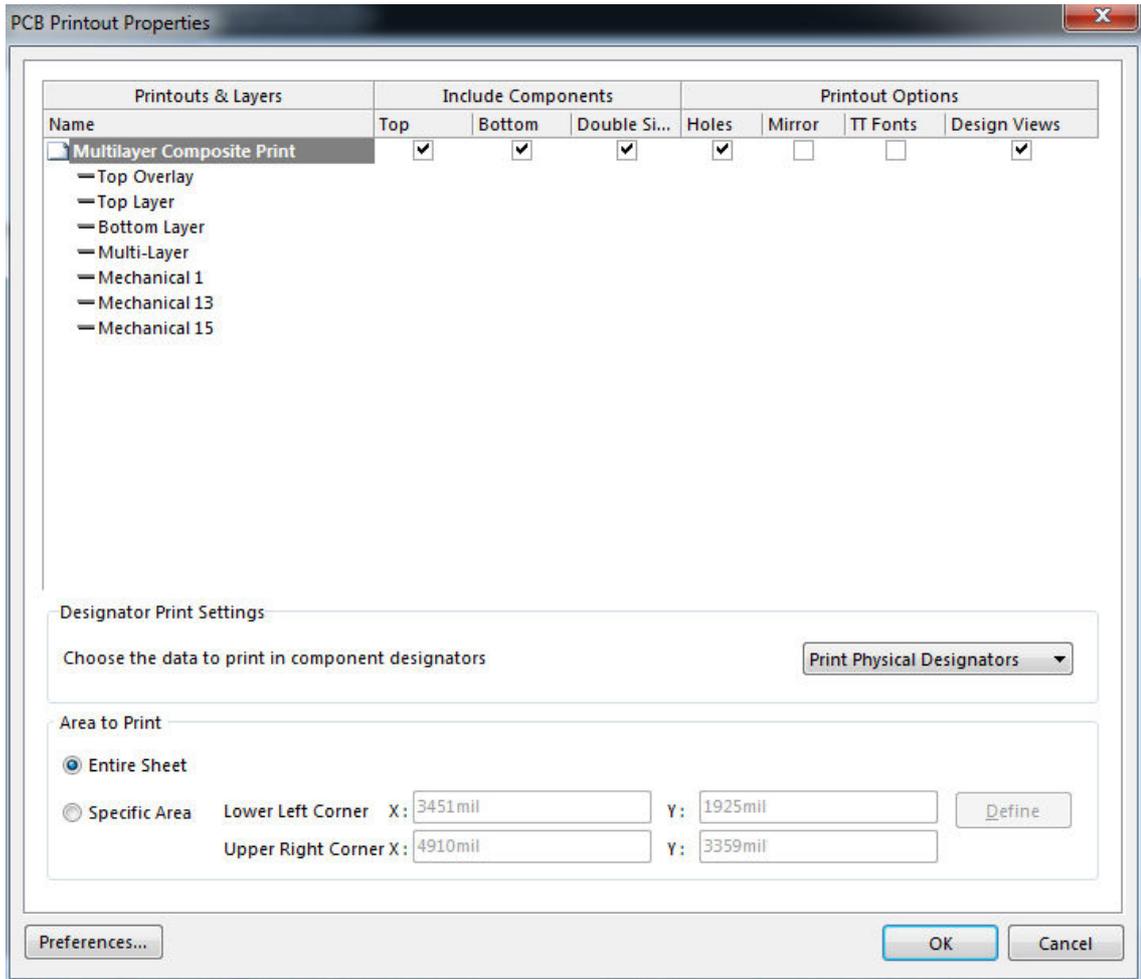
Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Scaling* >> *Scale Mode*, deve ser escolhida a opção *Scaled Print* e em seguida, mudar a escala (*Scale*) para o valor "1". Em *Quality*, pode ser alterado a qualidade da impressão, sendo recomendado a opção *High*. Em relação às cores da impressão, é possível alterá-las em *Color Set*: *Gray* deixará o desenho em preto, branco e cinza, *Color* deixará colorido e *Mono* apenas preto e branco, sendo este o mais utilizado, sendo este o escolhido. Clica-se em *Close* para finalizar.

Clicando em *Configuration* no menu mostrado na figura 5.2, aparecerá a janela mostrada na figura 5.4, onde é possível modificar quais os itens ou camadas que aparecerão na impressão. Inicialmente, deve-se preencher a opção *Holes* em *Printout Options* para que os furos apareçam no desenho.

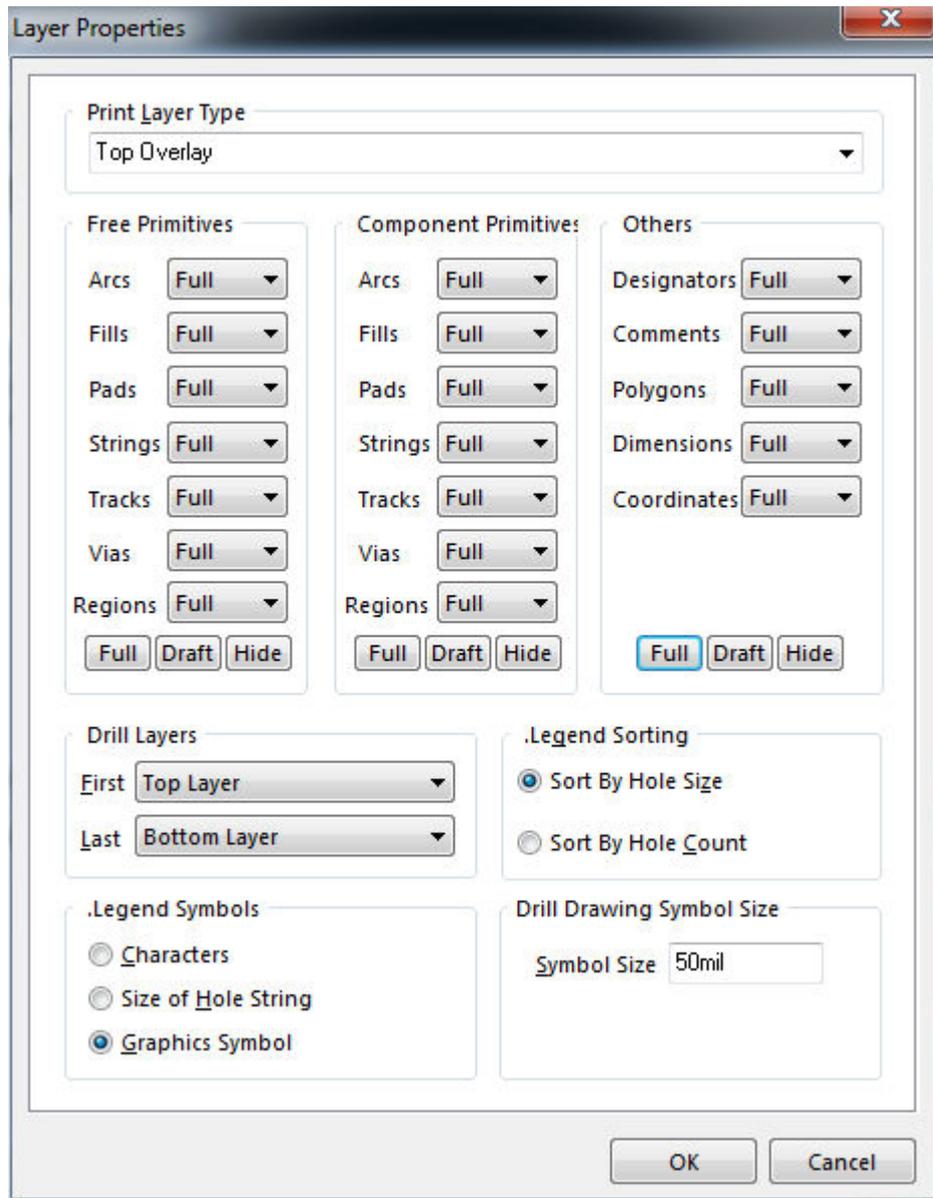
Com um clique duplo sobre uma das camadas da lista, aparecerá a janela mostrada na figura 5.5.

Figura 5.4. Configurações das camadas.



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 5.5. Opções de uma camada (*layer*).



Fonte: Elaborada pelo autor

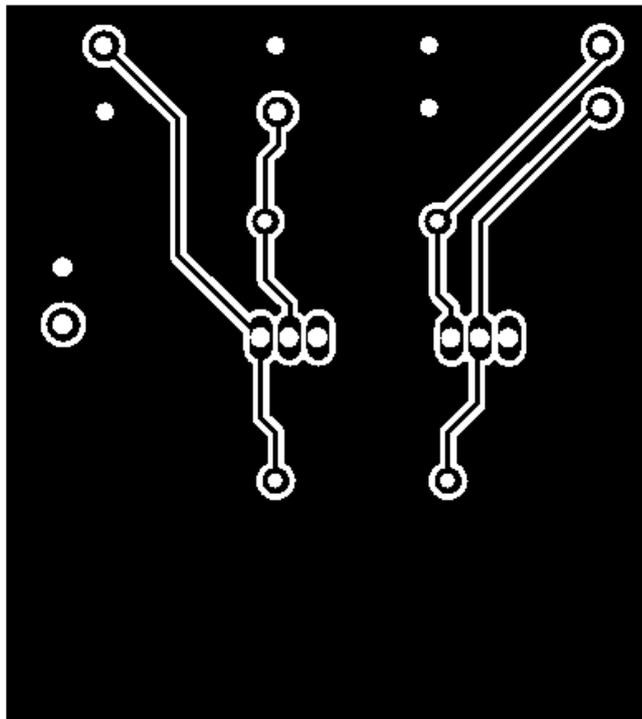
É possível definir se os itens pertencentes a *layer* aparecerão ou não no desenho, escolhendo a opção *Full* ou *Hide*, respectivamente ao lado do item em questão.

Clicando em *Hide* no final de cada seção, desabilita-se todas as suas opções, ou *Full* para habilitar, portanto, para desabilitar a camada, deve-se clicar nas opções *Hide* das 3 seções e então em OK.

Após as configurações, clica-se em OK e o arquivo está pronto para impressão.

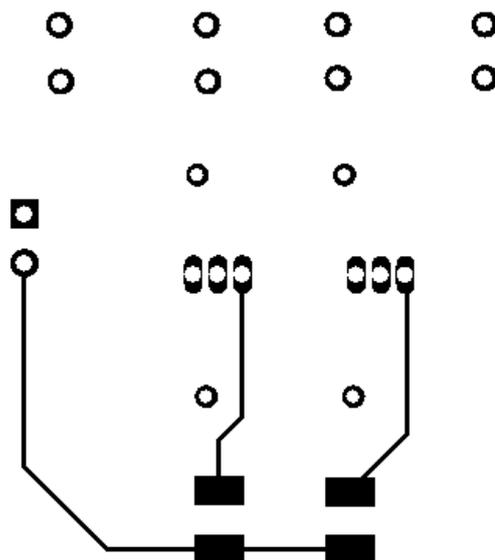
Na figura 5.6, é mostrada o arquivo do exemplo do item 4 com apenas a camada *Bottom Layer* e *Multi Layer* habilitadas, na figura 5.7, apenas a *Top* e *Multi Layers*.

Figura 5.6. *Bottom Layer* e *Multi Layer* habilitadas.



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 5.7. *Top Layer* e *Multi Layer* habilitadas.



Fonte: Elaborada pelo autor

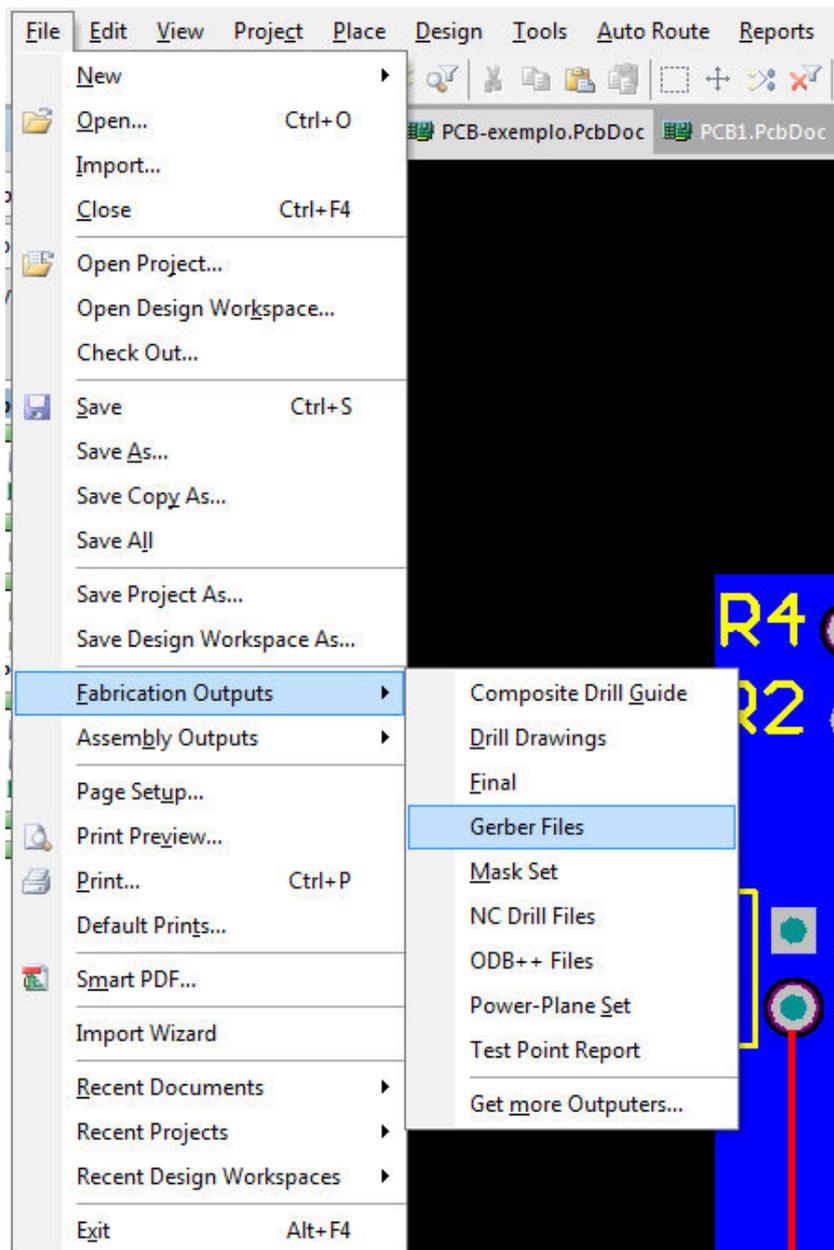
6. GERBER FILES / NC DRILL FILES

6.1. Gerbers Files

Gerber Files são arquivos de imagens que contêm informações da PCB e que servem de orientação para a máquina que confeccionará a placa. É possível obter esses arquivos de um projeto utilizando o *Altium*. Nesse tipo de arquivo, cada camada do projeto é produzida separadamente, possibilitando a visualização de cada camada com um editor apropriado.

Para gerar esses arquivos, com o arquivo da PCB selecionado, deve-se ir em *Files >> Fabrication Outputs >> Gerber Files*, como mostra a figura 6.1.

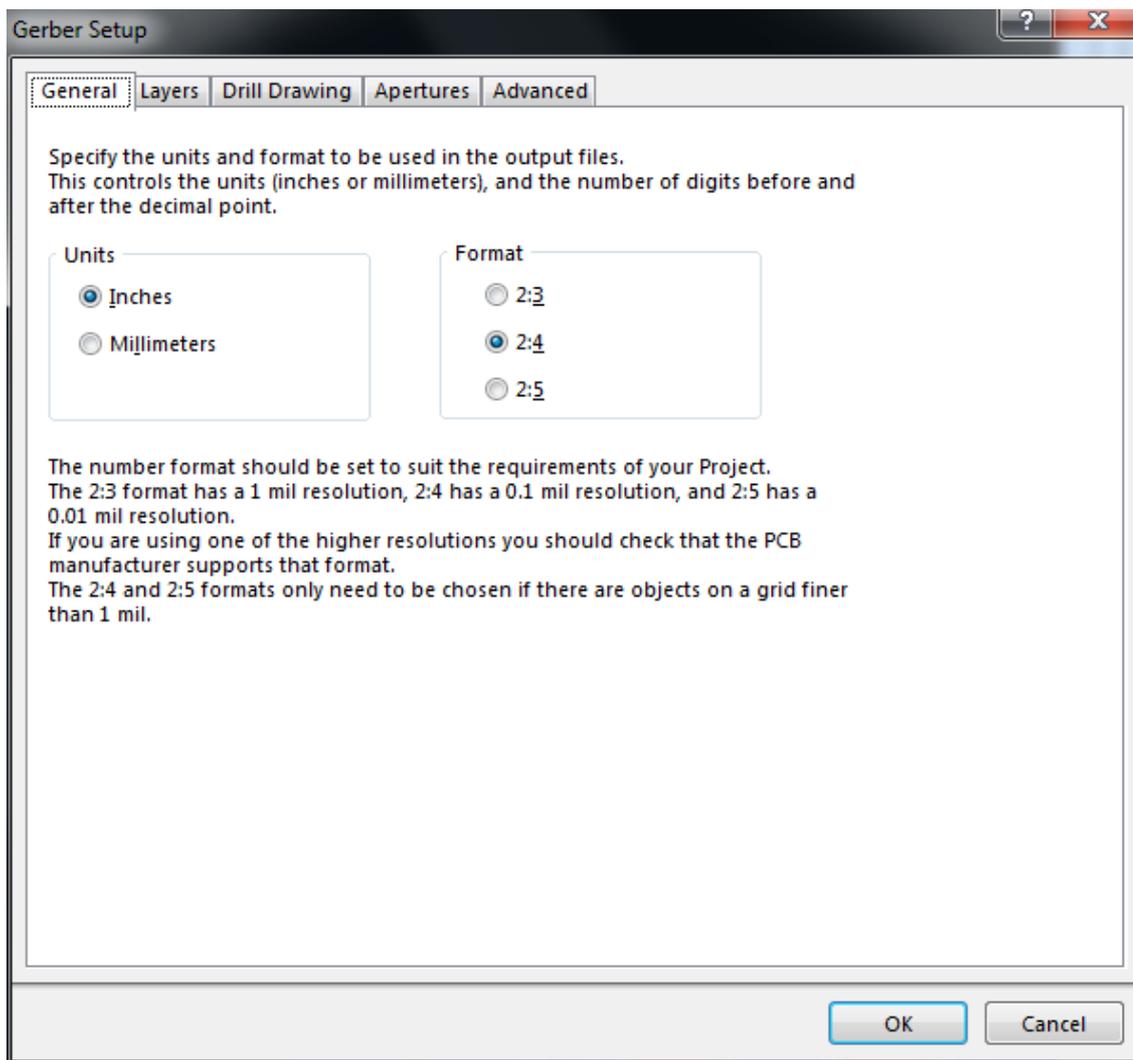
Figura 6.1. Gerando *Gerber Files*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Aparecerá uma nova janela como mostrado na figura 6.2.

Figura 6.2. *Aba General.*

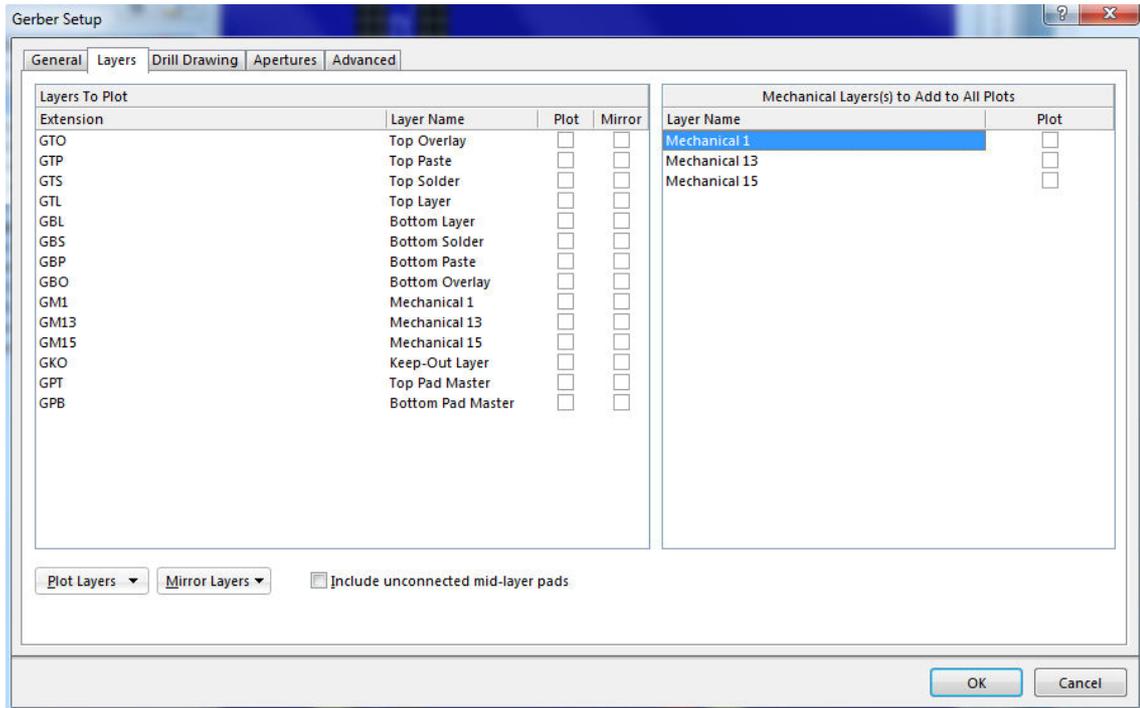


Fonte: Elaborada pelo autor

Na aba *General*, deve ser determinada a unidade de medida (*inches* ou mm) dos arquivos, e o formato do número da medida, que dependerá do projeto e do equipamento utilizado para confeccionar a placa, pois cada um dos formatos apresenta uma resolução diferente: resolução de 1mil e 3 casas decimais para os valores das medidas para o formato 2:3; resolução de 0.1mil e 4 casas decimais para o formato 2:4 e resolução de 0.01mil e 5 casas decimais para o formato 2:5.

Comumente, escolhe-se as opções *Inches* e 2:4. Clicando na aba *Layer*, aparecerá a janela mostrada na figura 6.3.

Figura 6.3. Aba *Layers*.



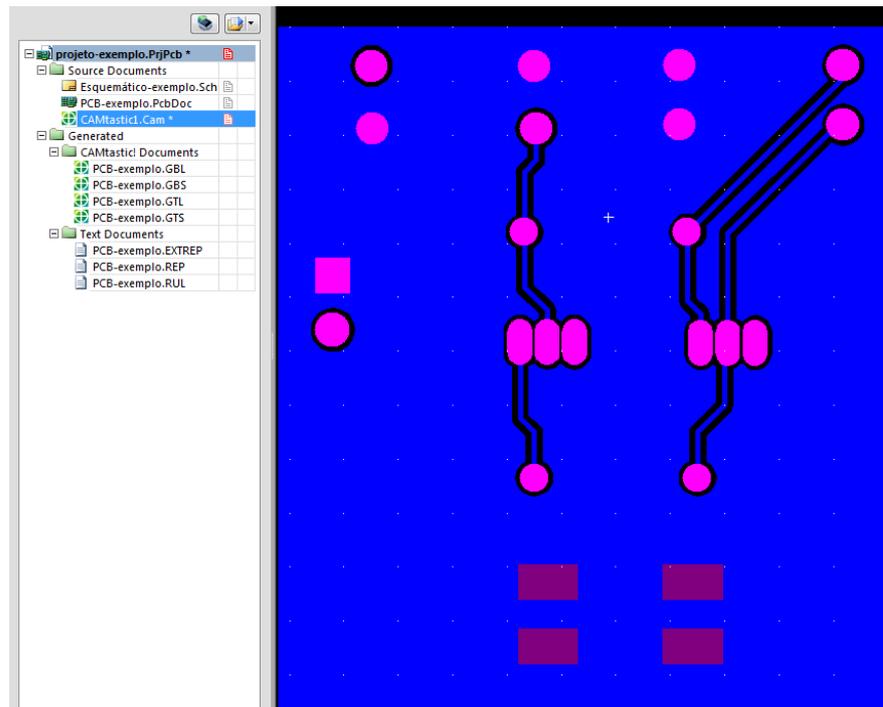
Fonte: Elaborada pelo autor

Devem ser selecionadas quais camadas terão arquivos *Gerber* gerados, marcando o ícone *Plot* ao lado da *layer* e caso seja necessário gerar um arquivo espelhado em relação a PCB, basta marca o ícone da seção *Mirror*.

Nas outras 3 abas, deve-se manter as opções padrões do programa. Clicando então em OK.

Na seção de *Source Documents* do projeto, surgirá um visualizador de *gerbers*, intitulado CAMtastic1.Cam*, como mostrado na figura 6.4, utilizando a PCB do item 4.

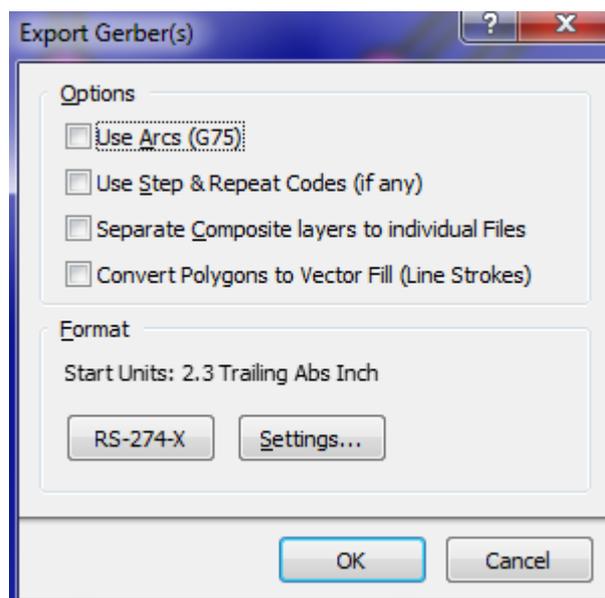
Figura 6.4. Arquivos gerados.



Fonte: Elaborada pelo autor

Na seção “CAMtastic! Documents”, é possível visualizar os arquivos *Gerber* de cada uma das camadas que foram selecionadas na aba *Layers* (Figura 6.2). Indo então em *File >> Export >> Gerber*, aparecerá uma janela como mostra a figura 6.5.

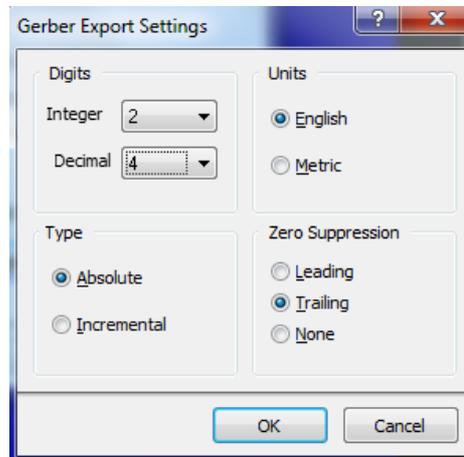
Figura 6.5. Exportando os arquivos.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em *Settings*, surgirá uma nova janela como mostra a figura 6.6.

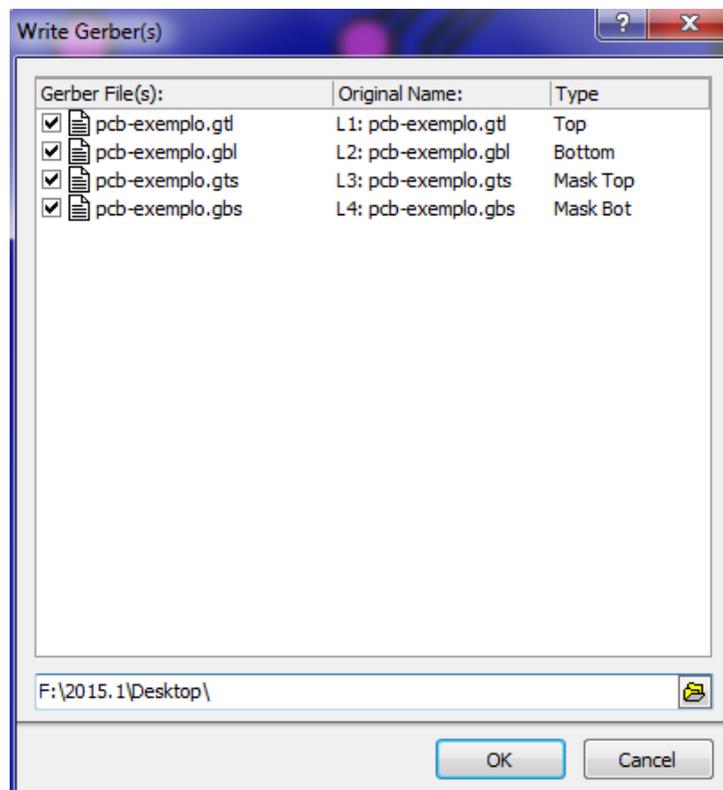
Figura 6.6. Configurações do *Gerber Export*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Escolhendo a opção 4 em *Digits >> Decimal*, pressionam-se OK e em seguida OK na janela mostrada na figura 6.5. Aparecerá então uma janela como mostra a figura 6.7, com a lista dos arquivos a serem exportados e logo abaixo o local para onde serão exportados.

Figura 6.7. Lista dos arquivos *Gerbers* a serem exportados.



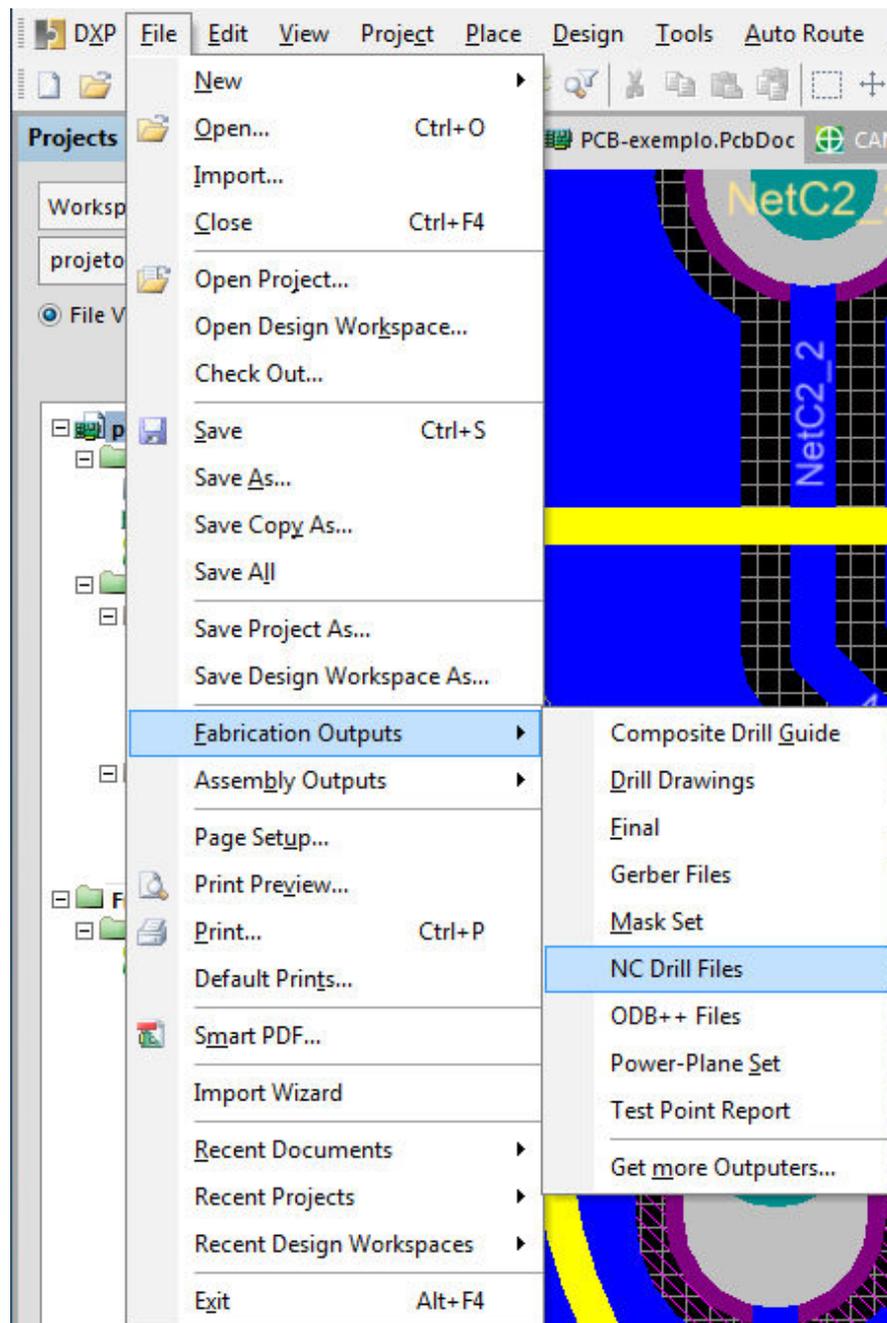
Fonte: Elaborada pelo autor

Pressionando OK, os arquivos serão exportados para o local selecionado.

6.2. NC Drill Files

É necessário gerar os arquivos de furação, indo em *File >> Fabrication Outputs >> NC Drill Files*, como mostra a figura 6.8 com o arquivo PCB selecionado.

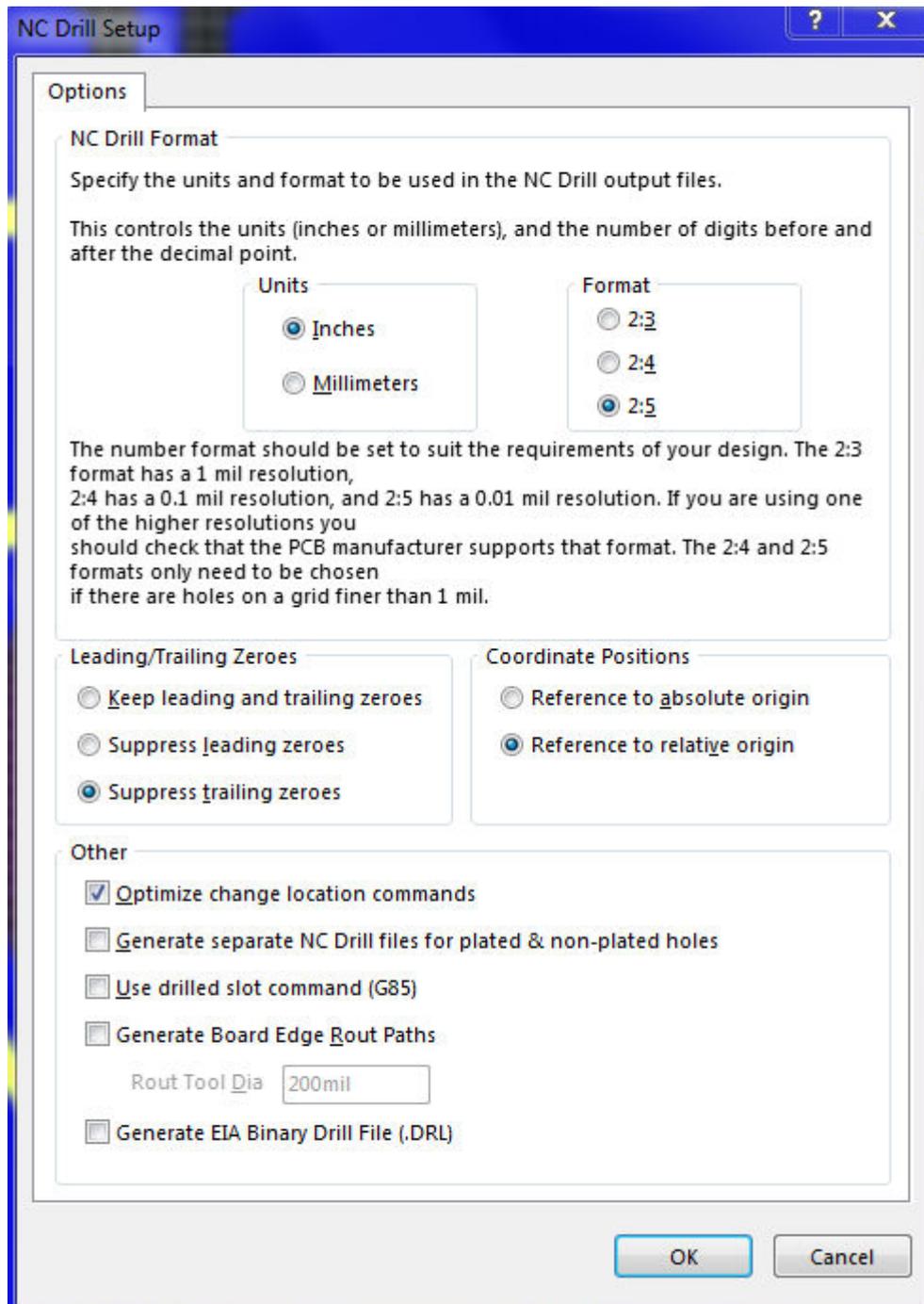
Figura 6.8. Gerando NC Drill Files.



Fonte: Elaborada pelo autor

Aparecerá uma janela como mostrada na figura 6.9.

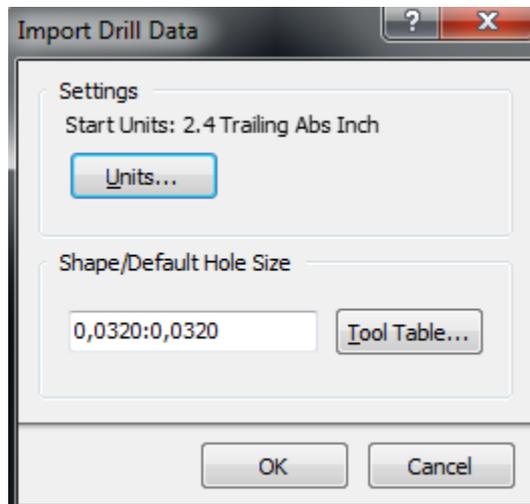
Figura 6.9. Configurações do *NC Drill*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Escolhendo então a opção 2:4 na seção *Format* e mantendo os outros valores padrões do próprio programa, pressiona-se OK, aparecendo em seguida a janela mostrada na figura 6.10.

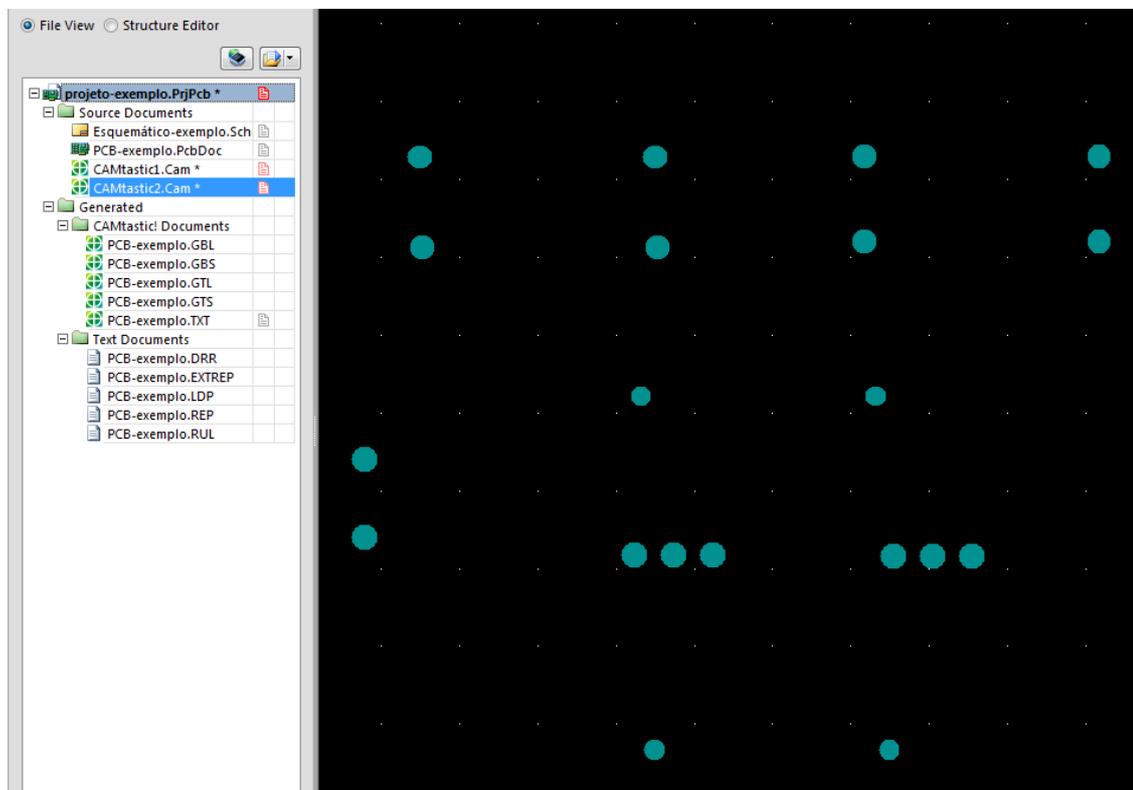
Figura 6.10. Janela *Import Drill Data*.



Fonte: Elaborada pelo autor

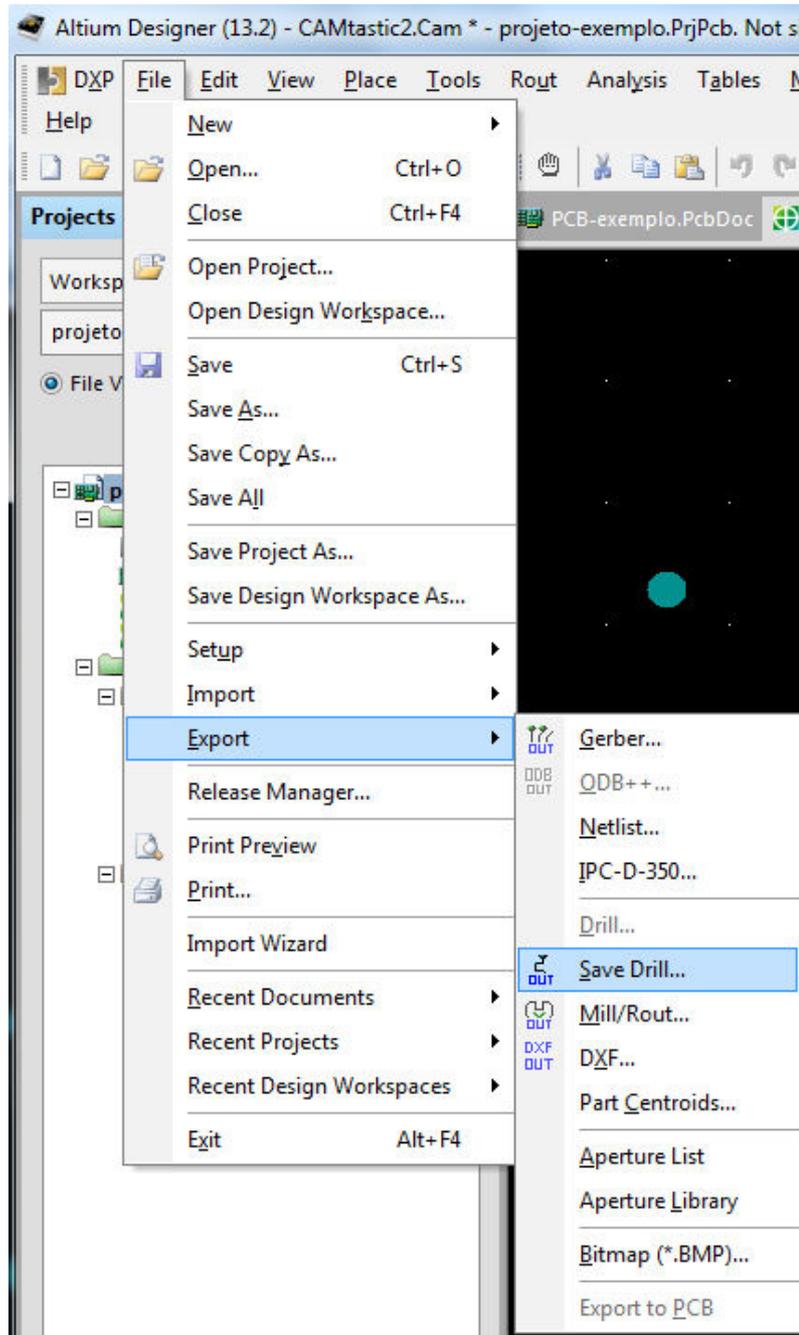
Clicando então em OK, aparecerá um item intitulado “*CAMtastic2.Cam**” na seção de *Source Documents* do projeto, onde é possível ver as furações, como mostra a figura 6.11.

Figura 6.11. *NC Drill* gerado.



Fonte: Elaborada pelo autor

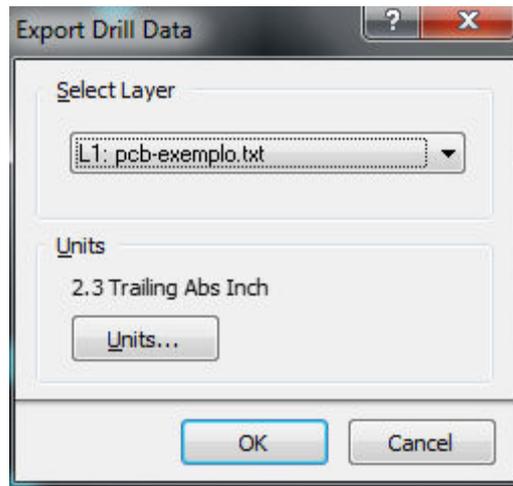
Figura 6.12. Salvando arquivo *NC Drill*.



Fonte: Elaborada pelo autor

Surgirá uma janela como mostrada na figura 6.13.

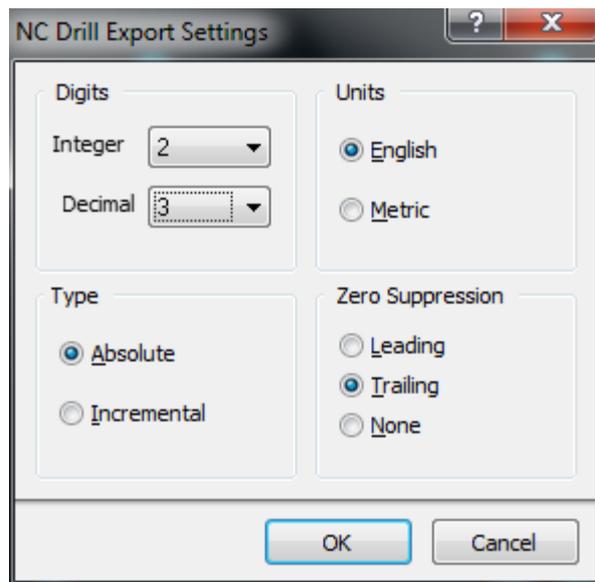
Figura 6.13. Configurações para exportar arquivo *NC Drill* (1).



Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Select Layer*, deve-se selecionar o arquivo do projeto e clicar em *Units* em seguida, surgindo uma nova janela conforme mostra a figura 6.14.

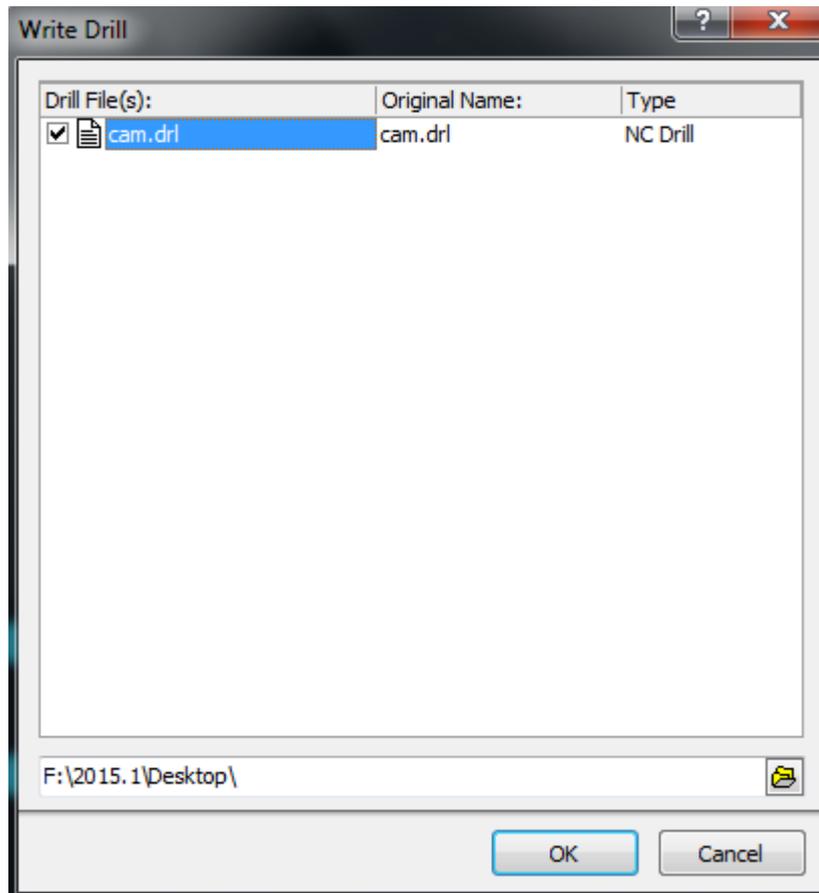
Figura 6.14. Configurações para exportar arquivo *NC Drill* (2).



Fonte: Elaborada pelo autor

Seleciona-se então o valor 4 em *Digits >> Decimal* e pressiona-se OK e em seguida OK na janela mostrada na figura 6.13, surgindo assim uma nova janela, mostrada na figura 6.15.

Figura 6.15. Lista com o(s) arquivo(s) *NC Drill* a serem exportado(s).

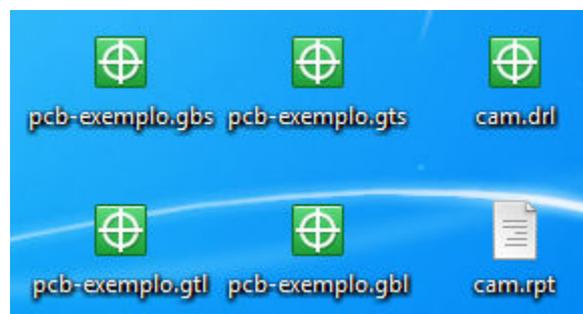


Fonte: Elaborada pelo autor

Pressionando OK, o arquivo será exportado para o local selecionado.

Os arquivos *Gerber Files* e *NC Drill* gerados do exemplo são mostrados na figura 6.16, podendo, por exemplo, serem enviados a alguma empresa responsável por confecção de PCI.

Figura 6.16. Arquivos *Gerber* e *NC Drill* gerados.



Fonte: Elaborada pelo autor

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo apresentar as principais funcionalidades do programa *Altium Designer*, que se mostra de grande importância para confecção de placas de circuitos eletrônicos. No material, é mostrada a criação do projeto ao processo final para confecção, além de uma seção destinada a adicionar modelos 3D dos componentes, algo que permite ao usuário mais um modo de avaliar o seu projeto, e outra destinada à criação de componentes e sua adição à uma biblioteca integrada.

Um dos pontos mais destacáveis do *software* é a grande quantidade de atalhos e recursos que o programa possui, o que se reflete numa maior facilidade e rapidez na execução de projetos.

8. REFERÊNCIAS

- [1] <<http://www.3dcontentcentral.com/>> Acesso em 05/10/2015.
- [2] <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582C.pdf>> Acesso em 05/10/2015.
- [3] <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/70118e.pdf>> Acesso em 05/10/2015.
- [4] <<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/257639/AVAGO/HFBR-1528.html>> Acesso em 05/10/2015.