

---

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

---



## 1 INTRODUÇÃO

---

As informações contidas neste manual são recomendações e têm como objetivo auxiliar no desenvolvimento de layout de placas de circuito impresso. O documento se divide da seguinte maneira:

- DRC / DFM
- Arquivos Eletrônicos
- Painel Circuibras
- Práticas para agilizar o processo de Análise Crítica
- Capabilidade
- Anexos

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## 1.1 UNIDADES UTILIZADAS

---

No ambiente do Circuito Impresso será comum ouvir falar de unidades de medidas não tão comuns no dia a dia. Abaixo, apresentamos algumas delas visando facilitar o entendimento:

UNIDADE	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	EQUIVALÊNCIA em mm
Onça	Unidade de medida inglesa aplicada para massa/distribuída sob uma superfície.	oz	1oz = 0.035
Pe	Unidade de medida inglesa aplicada para comprimento.	ft (')	1' = 12' = 304,80
Polegada	Unidade de medida inglesa aplicada para comprimento.	inch	1 inch = 25,4
Mil	Unidade de medida inglesa que corresponde a milésima parte da polegada.	mil	1 mil = 0,025
Mícron	Unidade de medida de comprimento do sistema internacional de unidades, que corresponde a milésima parte do milímetro.	$\mu\text{m}$	1 $\mu\text{m}$ = 0,001

Tabela 1 – Unidades de medidas

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## 1.2 TERMOS UTILIZADOS

TERMO	DEFINIÇÃO
BGA	Ball Grid Array (Matriz de esferas de solda)
CAD	Computer Aided Design (Projeto auxiliado por computador)
CAM	Computer Aided Manufacturing (Fabricação auxiliada por computador)
DFM	Design For Manufacturing (Projeto para a fabricação)
DRC	Design Rules Checking (Verificação das regras do projeto)
HDI	High Density Interconnection
PCI	Placa de circuito impresso
SMD	Surface Mount Device (Componentes montados sobre superfície)
THT	Through Hole Technology (Componentes montados em furos)

Tabela 2 – Termos e suas definições

## 2 DRC / DFM

Para o desenvolvimento do layout do circuito impresso devem ser observados alguns parâmetros de fabricação para se viabilizar o processo produtivo das placas. Alguns parâmetros variam em função da espessura do cobre e das tolerâncias mecânicas. Este item irá tratar destes assuntos.

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## 2.1 MENOR TRILHA

As menores trilhas estão relacionadas com a camada superficial de cobre.

CAMADA DE COBRE NA SUPERFÍCIE EXTERNA DA PCI	TRILHA MÍNIMA EXTERNA	
	Padrão	Sob consulta
1/3 oz	0,101mm (4mils)	Abaixo 0,101mm (4mils) até 0,076mm (3mils)
1/2 oz	0,101mm (4mils)	Abaixo 0,101mm (4mils) até 0,076mm (3mils)
1oz	0,127mm (5mils)	Abaixo 0,127mm (5mils) até 0,101mm (4mils)
2oz	0,178mm (7mils)	Abaixo 0,178mm (7mils) até 0,152mm (6mils)
3oz	0,229mm (9mils)	Verificar com a Engenharia de processo

Tabela 3 – Limites mínimos de trilhas externa

CAMADA DE COBRE NA SUPERFÍCIE INTERNA DA PCI	TRILHA MÍNIMA INTERNA	
	Padrão	Sob consulta
1/2 oz	0,076mm (3mils)	Abaixo de 0,076mm (3mils) até 0,050mm (2mils)
1oz	0,101mm (4mils)	Abaixo de 0,101mm (4mils) até 0,076mm (3mils)
2oz	0,152mm (6mils)	Abaixo de 0,152mm (6mils) até 0,127mm (5mils)
3oz	0,190mm (7.5mils)	Abaixo de 0,190mm (7,5mils) até 0,165mm (6,5mils)

Tabela 4 – Limites mínimos de trilhas interna

Os valores mencionados nas tabelas acima consideram o cobre inicial (cobre base).

## 2.2 ISOLAÇÃO

Exemplos de isolações.

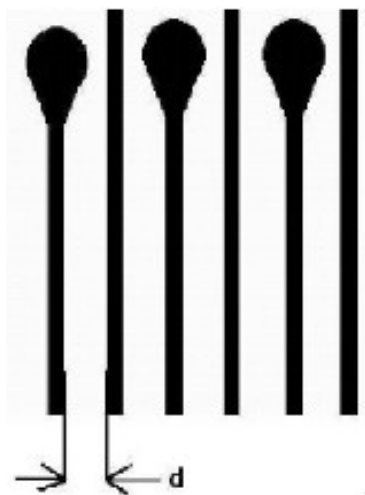


Figura 1 - Isolação entre trilhas

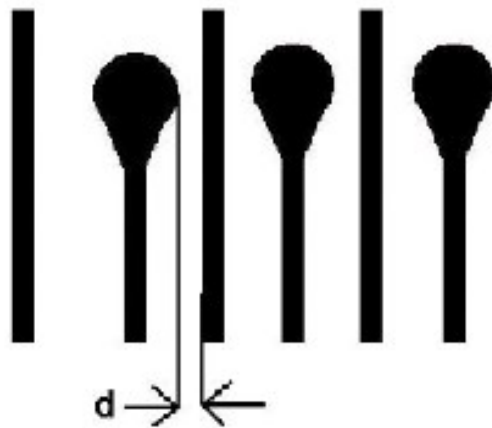


Figura 2 - Isolação entre trilha Vs. ilha

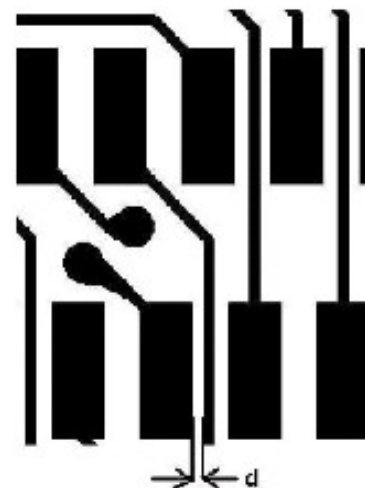


Figura 3 - Isolação entre pad SMD Vs. trilha

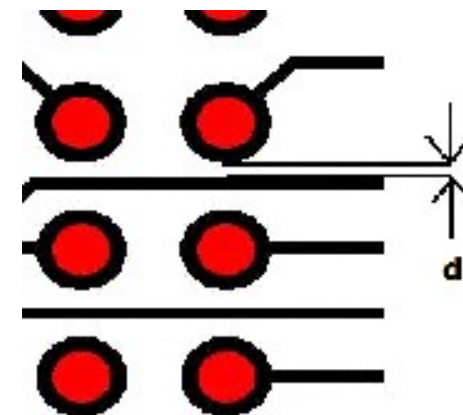


Figura 4 - Isolação entre pad Vs. trilha

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## 2.2.1 ISOLAÇÃO TRILHA / TRILHA E PAD / PAD

Abaixo, segue tabela que relaciona os valores de menor isolação com a camada superficial de cobre. Fazemos uma relação de valores Padrão e Sob consulta. Os valores Padrões são aqueles que recomendamos como ideal a ser seguido. Em casos extremos onde não há possibilidade de respeitá-los, o valor Sob consulta citado é o limite do processo, além disto são valores que tornam a placa mais crítica exigindo acompanhamento especial na fabricação por sua vez, aumentado seu custo de produção.

CAMADA DE COBRE NA SUPERFÍCIE EXTERNA DA PCI	ISOLAÇÃO MÍNIMA EXTERNA	
	Padrão	Sob consulta
1/3 oz	0,101mm (4mils)	Abaixo 0,101mm (4mils) até 0,076mm (3mils)
1/2 oz	0,101mm (4mils)	Abaixo 0,101mm (4mils) até 0,076mm (3mils)
1oz	0,127mm (5mils)	Abaixo 0,127mm (5mils) até 0,101mm (4mils)
2oz	0,178mm (7mils)	Abaixo 0,178mm (7mils) até 0,152mm (6mils)
3oz	0,229mm (9mils)	Verificar com a Engenharia de processo

Tabela 5 – Limites mínimos de Isolações externa

NOTA: Isolações da blindagem da PCI para as trilhas e pads devem ter isolações mínimas de 0,127mm (5mils) para cobre de ½oz.

CAMADA DE COBRE NA SUPERFÍCIE INTERNA DA PCI	ISOLAÇÃO MÍNIMA INTERNA	
	Padrão	Sob consulta
1/2 oz	0,076mm (3mils)	Abaixo de 0,076mm (3mils) até 0,050mm (2mils)
1oz	0,101mm (4mils)	Abaixo de 0,101mm (4mils) até 0,076mm (3mils)
2oz	0,152mm (6mils)	Abaixo de 0,152mm (6mils) até 0,127mm (5mils)
3oz	0,190mm (7.5mils)	Abaixo de 0,190mm (7,5mils) até 0,165mm (6,5mils)

Tabela 6 – Limites mínimos de Isolações interna

Os valores mencionados nas tabelas acima consideram o cobre inicial (cobre base).

## 2.2.2 ISOLAÇÃO PAD A PAD X DAM

Para que seja possível preservar o DAM entre pads SMD's, recomendamos respeitar isolação mínima de 9mil (0.225mm) pad à pad. Caso isto não seja possível, a menor isolação pad à pad que podemos ainda manter o DAM é de 7.5mil (0.187mm), se a isolação for inferior, inevitavelmente teremos de eliminar o DAM.

Vale ressaltar que tais valores correspondem as máscara de solda na cor Verde (todos os cobres), Azul ou Vermelho (Somente cobre até 1oz).

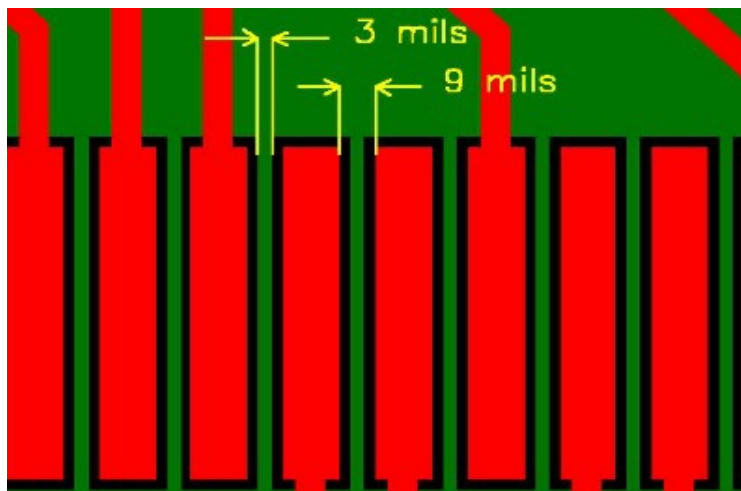


Figura 5 – Isolação entre pads SMD's

Para isolações ABAIXO de 7.5mils (cor verde) e 9mils (demais cores) o DAM será eliminado (máscara de solda é toda aberta). Para o processo de fabricação, quando não se respeita os valores mínimos de isolação pad à pad, torna-se crítico ter de manter o DAM.

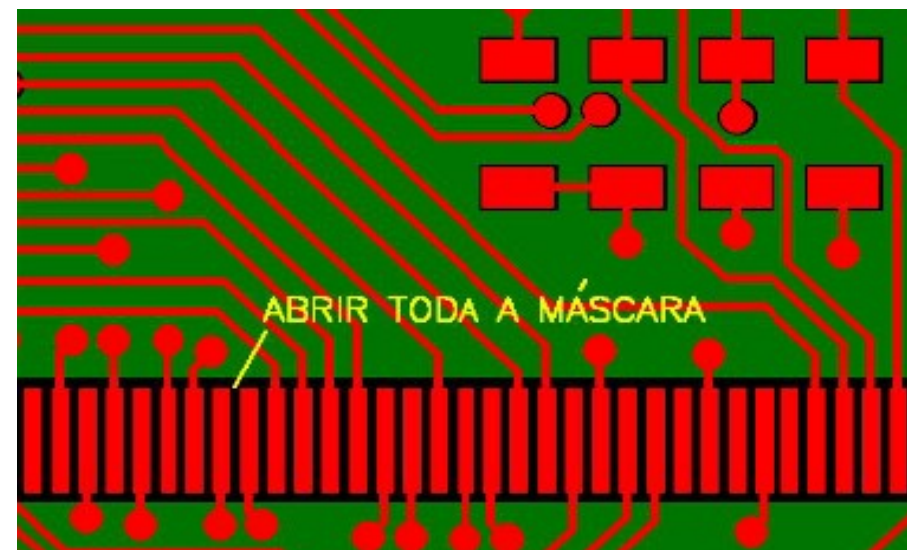


Figura 6 - Abertura completa da máscara sobre os pads



# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## DAM PARA TINTAS DIFERENCIADAS

Para máscaras nas cores Branco, Preto ou Amarelo, a isolação mínima entre pads deve respeitar os valores citados na tabela abaixo:

CAMADA SUPERFICIAL DE COBRE	ISOLAÇÃO MÍNIMA PAD A PAD	DAM MÍNIMO
1/2oz e 1oz	0,225mm (9mil)	0,125mm (5mil)
2, 3 ou mais oz	Sob consulta	

Tabela 7 – Isolação mínima para manutenção do DAM

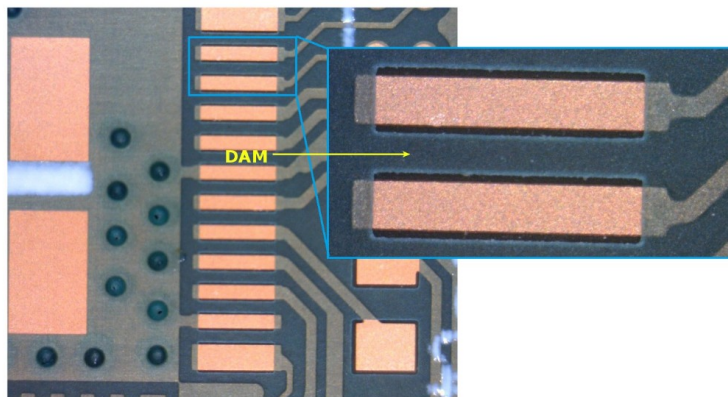


Figura 7 – DAM

## 2.3 ANEL MÍNIMO

Ele é obtido a partir da seguinte fórmula:

**Anel mínimo** =  $Di - Db / 2$ , onde:

Di: diâmetro da ilha corresponde ao furo em questão;

Db: diâmetro da broca\* que será utilizada na furação.

*Broca\*: A broca é a ferramenta utilizada em um equipamento de CNC para executar a furação da PCI. O diâmetro desta broca será determinado pelo fabricante de circuito impresso considerando a tolerância de furação.*

*Exemplo: Um dado furo metalizado possui o diâmetro final de 0.50mm. Sua tolerância de furação é +/-0.10mm. A broca utilizada para a furação da PCI será de 0.60mm, pois ainda neste furo será adicionado cobre em seu interior, de modo que o mesmo ao final desta etapa retorne ao diâmetro original final solicitado de 0.50mm.*

Recomendamos um anel mínimo de pelo menos 0.12mm (5mil).

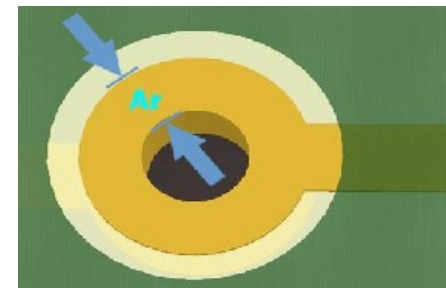


Figura 8 – Anel mínimo (Ar)

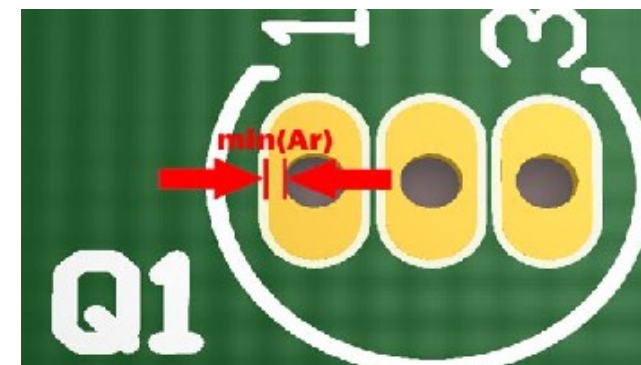


Figura 9 – Anel mínimo (Ar)

## 2.3.1 TEARDROP

Nos casos em que a densidade do circuito não permitir trabalhar valores maiores para os pads dos furos entre outras condições e o anel mínimo seja inferior à 0.12mm, é muito importante a utilização do teardrop.

O teardrop é um reforço de cobre adicionado na junção entre a trilha e o pad. Sabendo-se dos desvios do processo mecânico de furação (previsto e dentro das tolerâncias), em muitos casos é ele quem evita problemas de interrupção, indicados na imagem abaixo.

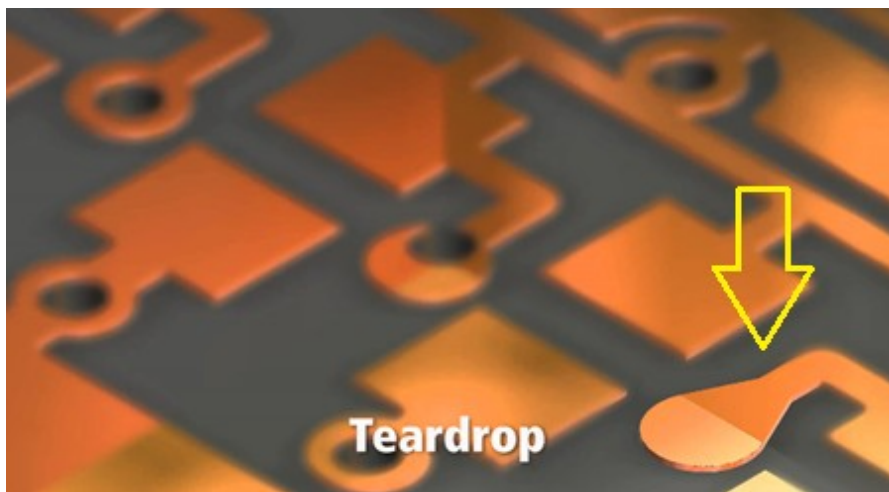


Figura 10 - Pads com e sem Teardrop



Figura 11 – Exemplos de deslocamentos de furação possíveis e os resultados de ilhas com e sem Teardrop

Vale ressaltar que em componentes críticos como é o caso, por exemplo, de BGA's, é essencial a adição deste recurso.

## 2.4 DISTÂNCIA COBRE-FURO

Esta é uma característica extremamente crítica para a produção de placas multicamadas e que varia em função da tolerância de furação. Os valores são considerados em função do diâmetro da broca aplicada aos furos, para os furos metalizados. O valor recomendado é de 0.20mm.

(Broca 0.20mm furo final 0.30mm)

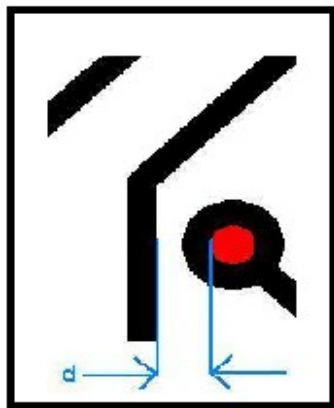


Figura 12 – Distância cobre-furo (furo metalizado)

Já para os furos sem metalização, os valores são considerados em função do diâmetro do furo final. O valor recomendado também é de 0.20mm.

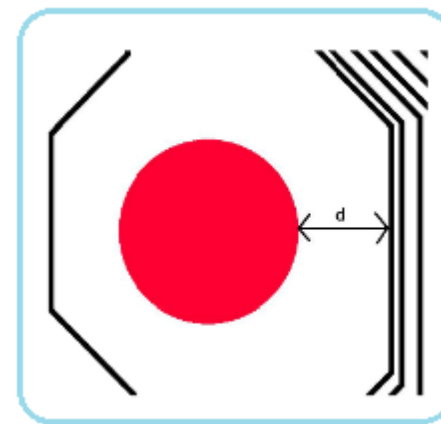


Figura 13 – Distância cobre-furo (furo não metalizado)

## 2.5 ELEMENTOS PRÓXIMOS A BORDA DA PLACA

Existem valores limites a serem respeitados para o posicionamento de furos e trilhas (qualquer área com cobre) próximos à borda da placa.

### Cobre

É muito importante que o traçado condutor respeite os limites mínimos de distância à borda da placa. A violação destes valores pode permitir que durante a fabricação, mais especificamente no processo de acabamento mecânico, o traçado condutor seja atingido pela fresa acarretando em rebarbas indesejadas na placa.

Como evitar isto?

Respeitando os valores mínimos assinalados na tabela abaixo:

TRAÇADO	TIPO DE ACABAMENTO MECÂNICO				
	FRESADO	VINCADO (30°)		VINCADO (20°)	
		CAMADAS EXTERNAS	CAMADAS INTERNAS	CAMADAS EXTERNAS	CAMADAS INTERNAS
DUPLA FACE	0,30mm	0,40mm	---	0,35mm	---
MULTICAMADAS	0,50 (camadas internas)		0,75mm		0,50mm
	0,30 (camadas externas)				

Tabela 8 – Limites mínimos de distância Cobre-fresa-vinco

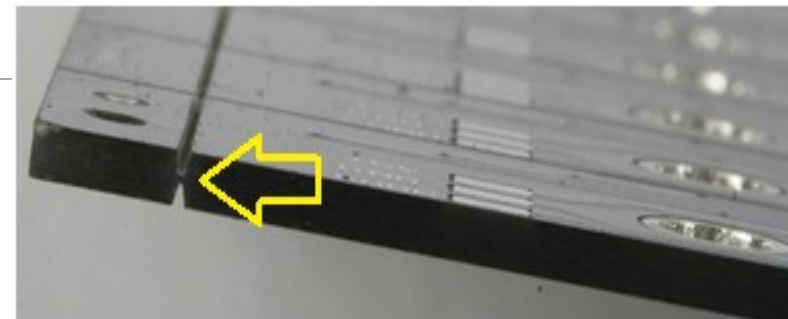


Figura 14 – PCI vincada (visão transversal)

Para uma placa vincada, recomendamos que seja utilizado ângulo de vincagem de 20°, com tolerância de  $\pm 5^\circ$ .

X: Espessura da PCI

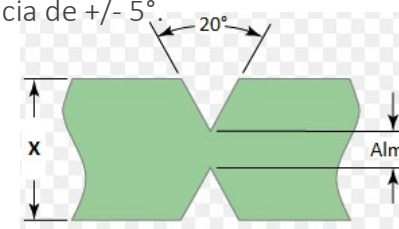
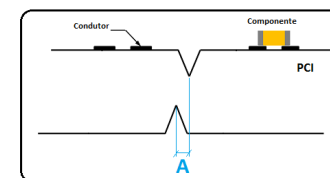


Figura 15 – Ângulo do vinco

Quanto a tolerância de variação na posição (figura 16) e variação na profundidade do vinco (figura 17), a tolerância recomendada é de  $\pm 0,10\text{mm}$ .



Deslocamento de posição do vinco

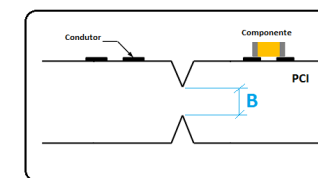


Figura 17 – 'B' Variação na profundidade do vinco

## 2.6 TIPOS DE ACABAMENTO MECÂNICO

### Furo

Com os furos também há necessidade de respeitar limites mínimos. Furos que estejam próximos à borda, seja ela vincada ou fresada poderá sofrer com uma “parede” insuficiente, o que por vezes poderá se romper no momento da montagem da placa.

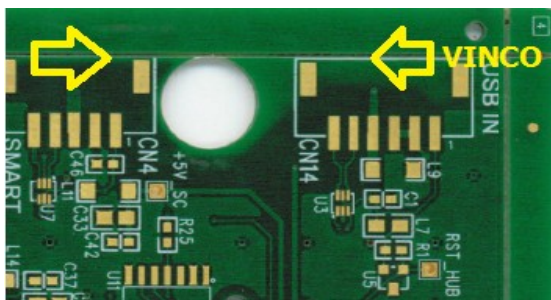


Figura 18 – Antes da retirada da borda falsa



Figura 19 – Após a retirada da borda falsa

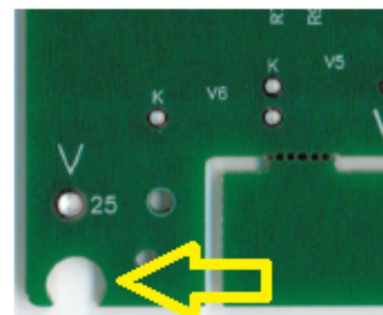


Figura 20 – Furo sem parte da sua parede

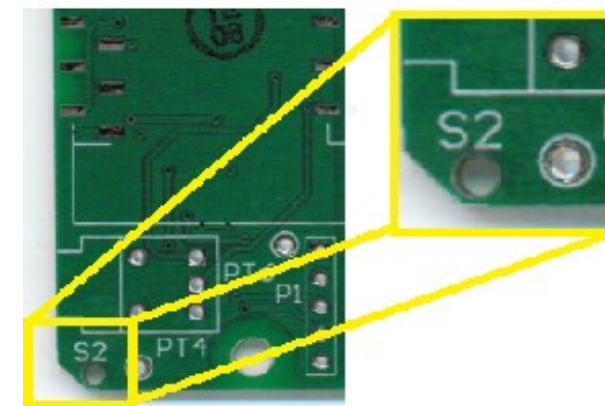


Figura 21 – Furo muito próximo a borda

Os valores mínimos à serem respeitados são de:

TIPO DE ACABAMENTO MECÂNICO	
Fresado	Vincado
0,40mm	0,60mm

Tabela 9 – Valores limites para os diferentes tipos de acabamento



## 2.6 TIPOS DE ACABAMENTO MECÂNICO

### 2.6.1 FRESADO

Trata-se de outra opção de acabamento mecânico para uma PCI, utilizado basicamente quando a placa é unitária.

### 2.6.2 VINCO

É uma opção de acabamento para placas fabricadas em painel. Abaixo, segue uma imagem (em perfil) de uma placa com este tipo de acabamento:

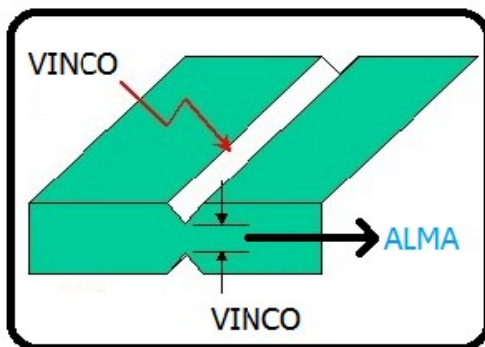


Figura 22 – Imagem em perfil de uma PCI com vinco

Os valores recomendados são:

ESPESSURA DA PCI	ALMA DO VINCO	TOLERÂNCIA
Menor que 1,20mm	0,30mm	+/- 0,10mm
Maior ou igual a 1,20mm e Menor que 2,40mm	0,40mm	

Tabela 10 – Alma de vinco com sua tolerância Vs. Espessura da PCI

\*Espessuras superiores a 2.40mm deverão ser analisadas caso a caso. Vale ressaltar que, com este tipo de acabamento, após a depanelização, as placas irão apresentar uma variação em seu dimensional final, isto devido à rebarba gerada após a individualização das placas. Esta rebarba é bastante irregular.

Abaixo, segue imagem em destaque de uma placa depanelizada. Pode ser observada toda a rebarba existente, ela pode afetar o dimensional final da placa na ordem aproximada de 0.10mm até 0,30mm para cada lado vincado.

## 2.6 TIPOS DE ACABAMENTO MECÂNICO

### 2.6.2 VINCO

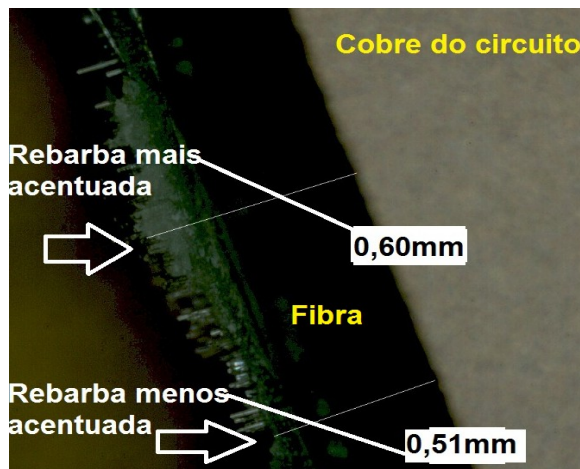


Figura 23 – Imagem em destaque da rebarba após a depanelização de uma PCI vincada

### 2.6.3 FRESADO COM FUROS DE PICOTES

Esta combinação é mais uma das opções que podem ser usadas pelos projetistas de PCI, quando desejam que as placas sejam fabricadas em painel.

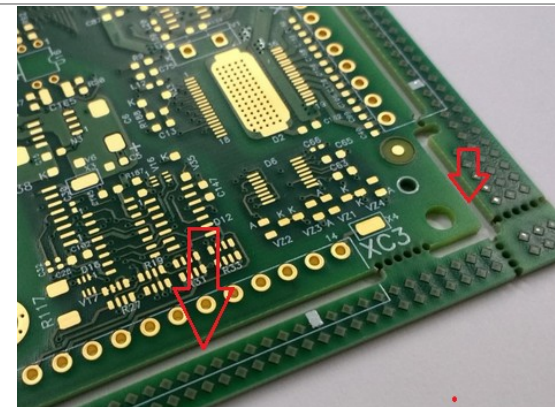


Figura 24 – Painel com rasgos (fresado) + furos de picotes

As setas em vermelho indicam alguns dos rasgos feitos por fresa, já as setas em azul alguns dos blocos de furos de picotes empregados no painel. Vale ressaltar que quando utilizado esta opção de acabamento mecânico, deve-se avaliar o dimensional do painel, área que conterà os recortes através da fresa, espessura da placa visando garantir que o painel não apresente fragilidade mecânica, o que por sua vez irá acarretar em prováveis quebras no processo de fabricação ou mesmo no processo de montagem das PCI's. Vale ressaltar que optando por fabricar a PCI em painel, o projetista deve escolher se o fará através das opções apresentadas nos itens 2.6.1, 2.6.2, 2.6.3 ou ainda a associação de dois dos acabamentos.



## 2.6 TIPOS DE ACABAMENTO MECÂNICO

### 2.6.4 CHANFRO

Este acabamento é usado para os conectores de borda, aqueles que geralmente são encaixados em slots. O chanfro permite que o encaixe no slot seja feito com maior facilidade, sem causar danos ao slot e também a PCI.

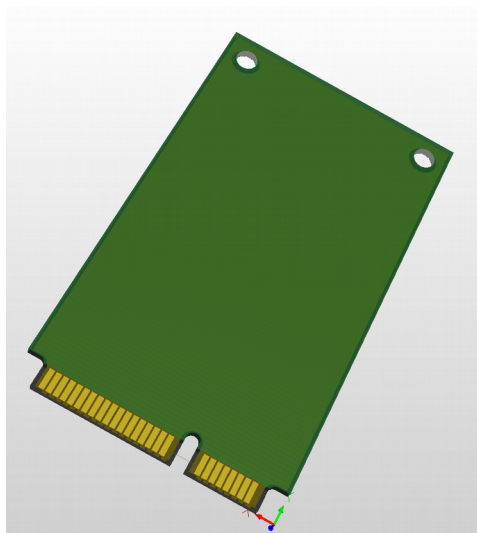


Figura 25 – Imagem ilustrativa de uma placa com conectores dourados

Os valores padrão utilizados para chanfro são:

A= 0,50mm +/-0,20mm (Alma do Chanfro);  
B= 20°,30° e 45° (Ângulos do Chanfro).



Figura 26 – Alma e ângulo de chanfro

Os valores levam em conta uma placa dupla face partindo de um laminado base 1.60mm e multilayers com espessura final de 1.60mm (medindo sobre o total).

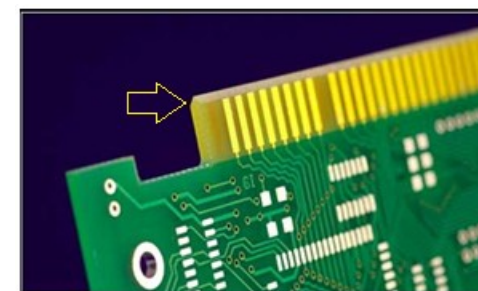


Figura 27 – Imagem ilustrativa de uma PCI com Chanfro nas condições padrão

## 2.6 TIPOS DE ACABAMENTO MECÂNICO

### 2.6.5 REBAIXO E ESCAREADO

Acabamento feito por broca ou fresa na superfície da placa geralmente para acomodar elementos mecânicos de maneira que não fique sobressalente.

-Tolerância do Rebaixo de  $\pm 0.20\text{mm}$

Informações que o cliente deve especificar:

- Ângulos do escareado:  $20^\circ$ ,  $30^\circ$  e  $45^\circ$ ;
- Diâmetro (abertura) do rebaixo ou escareado;
- Tolerância do rebaixo ou escareado (mínimo deve ser de  $\pm 0.20\text{mm}$ );
- Profundidade do rebaixo ou escareado (tolerância mínima de  $\pm 0.20\text{mm}$ );
- Diâmetro do furo passante no rebaixo ou escareado;
- Lado (face) da placa que o rebaixo ou escareado deve ser feito.



Figura 28 – Imagem ilustrativa (seção transversal) de um rebaixo

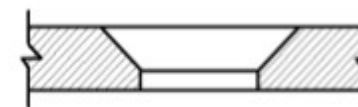


Figura 29 – Imagem ilustrativa (seção transversal) de um escareado

## 2.7 CARBONO

Há duas características a serem observadas: a isolamento entre pads de carbono(A) e a isolamento entre pads de carbono e trilhas(B). O valor que recomendamos é de 0.40mm em 'A' e 'B'. Caso este valor não seja possível ser respeitado, o limite mínimo deverá ser verificado pelo cliente sob consulta em 'A' e 'B' pela engenharia de processo Circuibras.

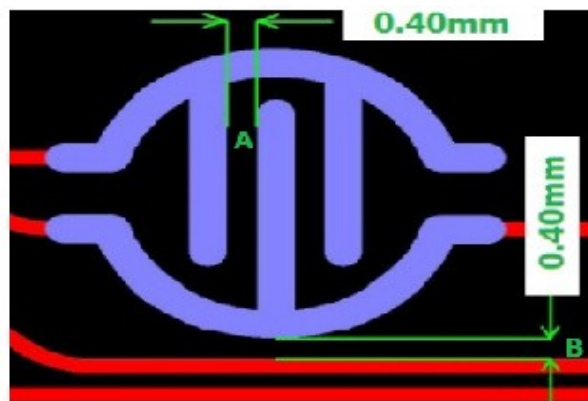


Figura 30 – Isolações mínimas a serem respeitadas para pads com Carbono

A resistência do Carbono aplicado sob a superfície da PCI é menor ou igual a  $90 \Omega$  no cupom da figura 31 abaixo.

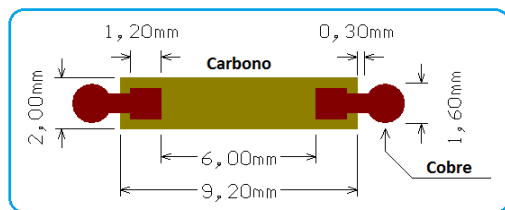


Figura 31 –Layout do cupom de Carbono

O pad de carbono deve possuir as mesmas dimensões do pad de cobre. A máscara de solda deverá ter um “avanço” sobre o pad de cobre conforme os valores indicados na tabela:

LARGURA DO PAD DE COBRE E CARBONO	AVANÇO DA MÁSCARA DE SOLDA (cada lado)
0,40 a 0,49mm	0,10mm
0,49 a 0,59mm	0,12mm
Maior ou igual a 0,60mm	0,15mm

Tabela 11 – Valores recomendados

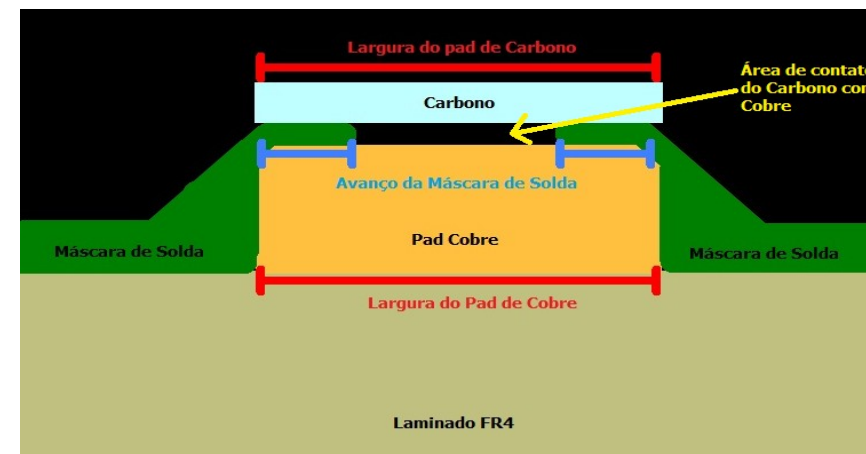


Figura 32 – Secção transversal de uma PCI (pad's de cobre, Carbono e máscara de solda)

## 2.8 CLEAR SILK SCREEN

É necessário que a distância entre as inscrições da serigrafia e os pads (SMD, Through Hole e BGA) seja no mínimo de 5 mil (0.127mm). Duas áreas são afetadas quando há inscrição sobrepondo pads: o teste elétrico do fabricante de circuito impresso e a montagem de componentes. Isto porque a tinta da serigrafia corresponde a um material isolante.

A Circuibras disponibiliza de um recurso chamado "Clear Silk-Screen", o qual elimina todos os traços da serigrafia que estejam a uma distância inferior a 5 mil (0.125mm) dos pads do circuito. As imagens abaixo ilustram uma serigrafia com traços sobrepondo pads e como ficou após a utilização do "Clear Silk-Screen". NOTA: Para os pads embutidos que são definidos pela máscara de solda, se não estiveram a 5mils de distância o ajuste deverá ser manual.

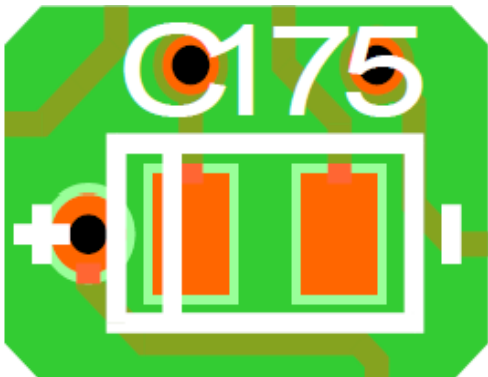


Figura 33 – Simbologia antes do clear

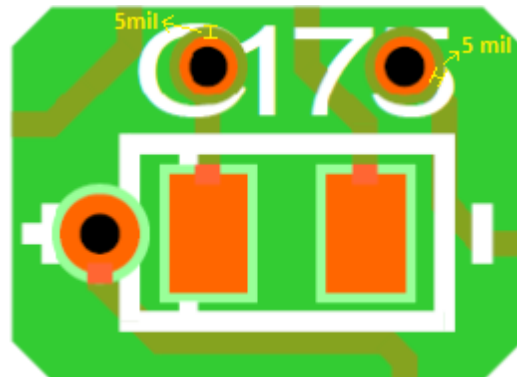


Figura 34 – Simbologia após o clear

Um outro problema comum que acontece são com as linhas que contornam e demarcam o posicionamento de componentes. Quando tais linhas ficam a uma distância inferior à 5mil após o processo de clear silkscreen, essas linhas sofrem um afinamento e por vezes, acabam inclusive sendo totalmente removidas. Abaixo, seguem imagens que exemplificam isto:

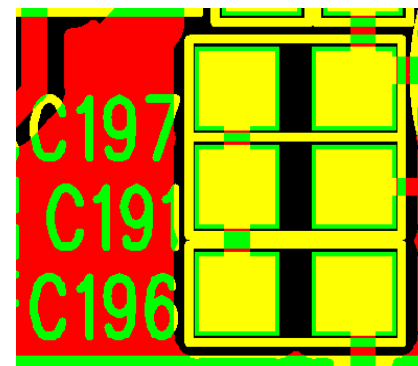


Figura 35 – Simbologia antes do clear

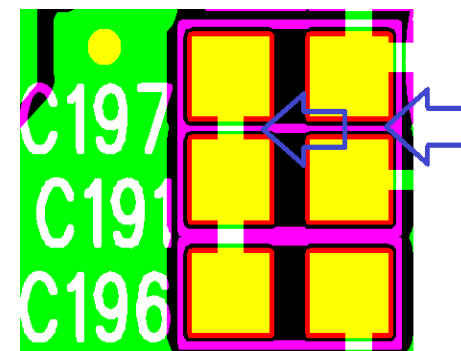


Figura 36 – Simbologia após o clear

## 2.8 CLEAR SILK SCREEN

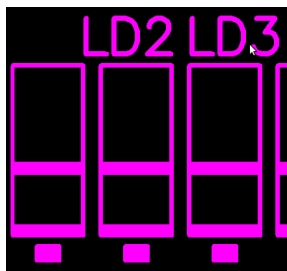


Figura 37 – Simbologia  
antes do clear



Figura 38 – Simbologia  
após o clear

Recomendamos que toda simbologia, seja ela uma inscrição ou então linhas que demarcam a posição de um componente, respeite a distância mínima citada acima. Isto permitirá que após o clear silkscreen, não haja nenhum dano para a mesma. Caso não seja respeitada esta distância mínima no arquivo original do cliente, a simbologia será seccionada ou até mesmo eliminada pela Circuibras para evitar que haja risco da mesma ser depositada sobre os pads.

Outro dado importante a ser considerado na elaboração dos footprints por parte dos layoutistas (fase de desenvolvimento do layout da PCI) é respeitar os valores mínimos informados abaixo, isto garante a legibilidade das informações presentes na Simbologia:



Figura 39 – Largura mínima do traço



Figura 40 – Altura mínima do traço

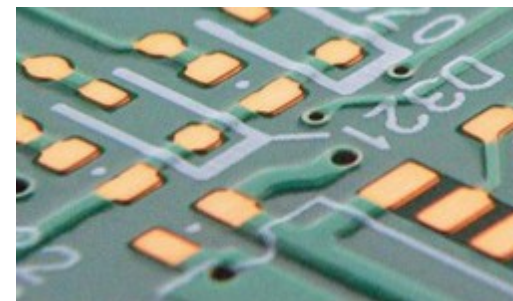


Figura 41 – Simbologia legível

## 2.9 SOLDER OUT (PEELABLE)

Trata-se de uma pasta aplicada sob a região determinada que, após cura térmica, assume uma forma elástica, se assemelhando à uma borracha. É utilizado geralmente quando se deseja proteger dado componente do processo inicial de soldagem para que o mesmo seja soldado manualmente em etapa posterior.

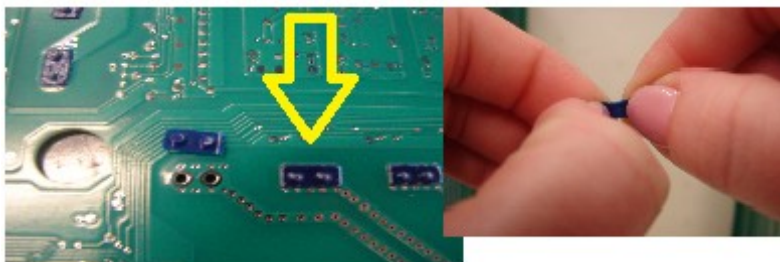


Figura 42 – PCI com Solder out (película de cor azul)

É importante respeitar distâncias mínimas entre a região que deve receber o solder out e a região que não deve ser protegida pela película.

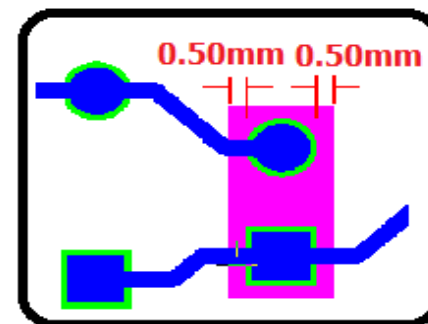


Figura 43 – Limites do Solder out

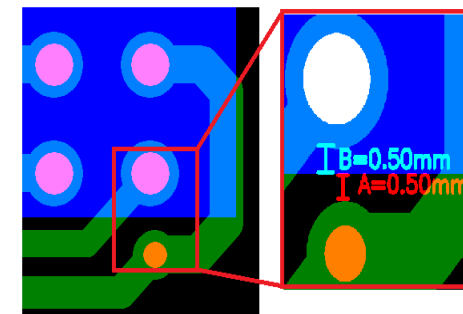


Figura 44 – Limite mínimo do Solder out

Além disto, o diâmetro de furo máximo recomendado para aplicação de solder out é de 2.0mm. Diâmetros maiores sob consulta.



## 2.10 CONECTOR DOURADO

Este tipo de conector é utilizado para encaixe em slots. A douração destes pads é feita através de um processo eletrolítico. Sob a superfície de cobre, são depositados um camada mínima de Níquel de  $5.0\mu\text{m}$  e após, um camada mínima de Ouro de  $0.8\mu\text{m}$ . Abaixo, uma imagem exemplo de uma PCI com conector dourado.



Figura 45 – PCI com pads dourados

## 2.11 ACABAMENTO SUPERFICIAL

É o acabamento depositado sob a superfície dos terminais de componente. Atualmente, a Circuibras disponibiliza 3 diferentes tipos. São eles:

- Hal Sn/Pb - Hot air leveling ou Hasl - Hot air solder leveling  
Trata-se do acabamento superficial ainda mais utilizado no mercado. Este acabamento é a combinação de uma liga Estanho (Sn) e Chumbo (Pb), com camada de 63% e 37% respectivamente.

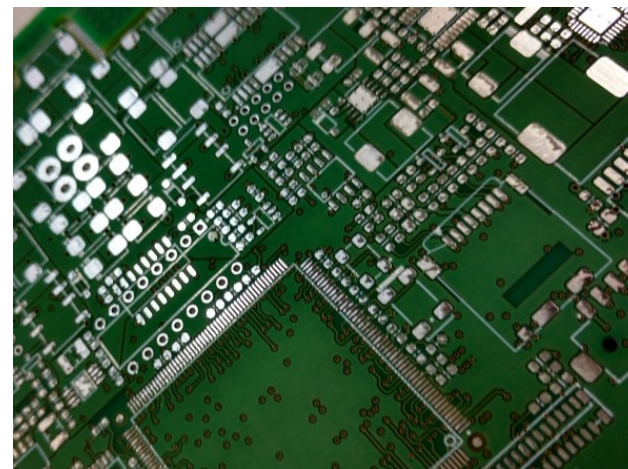


Figura 46 – PCI com HAL Sn/Pb

Não recomendamos este acabamento em placas mais críticas, que possua componentes do tipo BGA. O prazo de validade deste acabamento superficial é de 12 meses.

## 2.11 ACABAMENTO SUPERFICIAL

### - ENIG - Electroless Nickel Immersion Gold

Este acabamento se dá por aplicação de Níquel e Ouro por imersão em banhos químicos. A camada de Níquel vai de 3.0 à 7.0 $\mu$ m, a de Ouro de 0.06 à 0.12 $\mu$ m. O prazo de validade deste acabamento superficial é de 12 meses.

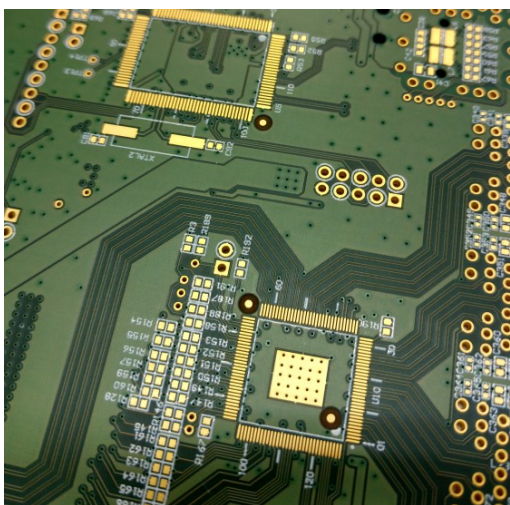


Figura 47 – PCI com ENIG

### - OSP – Organic Surface Protection

Este acabamento é uma proteção de superfície através de substância orgânica. Produtos químicos reagem com a superfície do cobre durante o processo gerando substâncias organo-metálicas que protegem a superfície do cobre da oxidação. O prazo de validade deste acabamento superficial é de seis meses.

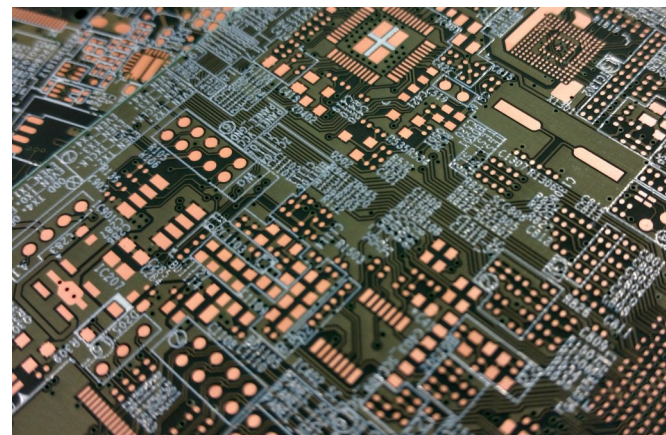


Figura 48 – PCI com OSP



## 2.12 PLUGGING

Trata-se de furos que serão preenchidos completa ou parcialmente por máscara de solda ou tinta específica para esta finalidade.

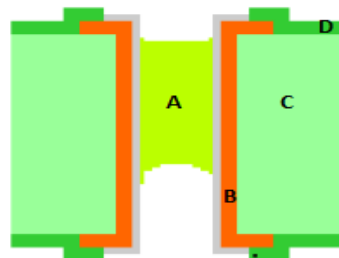


Figura 49 – Plugging (A)

A: Plugging;  
 B: Cobre;  
 C: Resina epóxi com fibra de vidro (Laminado FR4);  
 D: Máscara de solda.

### Requisitos para aplicação de plugging em PCI:

PREENCHIMENTO DA VIA	REQUISITO DO GERBER
Até 90%	Máscara de solda fechada em ambas as faces (top e bottom)
Até 50%	Máscara de solda fechada em uma das faces (top ou bottom)

Tabela 12 – Condições para preenchimento das vias plugadas

Nos casos onde no Gerber original houver vias abertas em ambas as faces, para ser feito o plugging é essencial que ao menos uma delas seja fechada. Isto é feito adicionando uma ilha na máscara de solda, seu diâmetro mínimo respeita o seguinte cálculo:

***Diâmetro da Ilha = Diâmetro da broca (vide item 2.3) + 0.10mm.***

Abaixo, segue imagem que ilustra como fica o aspecto na superfície da placa, após a adição desta ilha. Este procedimento será feito apenas com a validação do cliente.

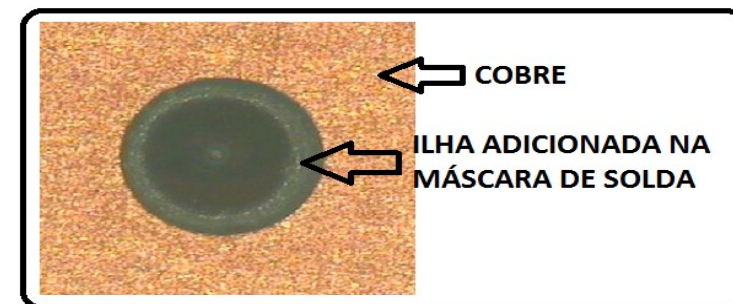


Figura 50 – Ilha adicionada na máscara de solda

As regras citadas são válidas para os acabamentos ENIG, OSP e HAL.

Atenção: PCIs com Blind vias devem ter os furos vias todos abertos ou todos fechados pela máscara de solda e plugado. Não pode ter furos vias abertos e fechados pela máscara de solda.

## 2.13 POLÍGONOS

A forma como são desenhados os polígonos no software de CAD corresponde a uma característica importante do layout. É desejável (não obrigatório) que os Polígonos sejam aqueles totalmente preenchidos ao invés daqueles compostos por “grades”, uma vez que estes últimos podem trazer sérios transtornos para o processo produtivo devido às pequenas áreas que deverão ser corroídas.

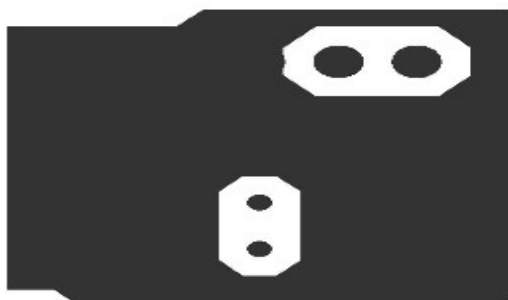


Figura 51 – Polígono com preenchimento total

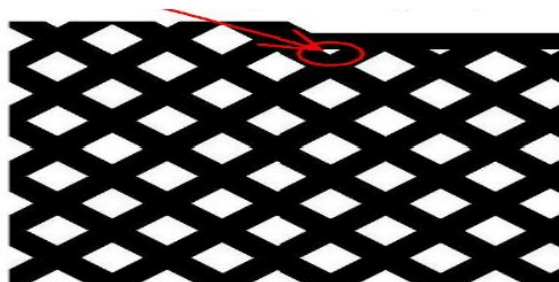


Figura 52 – Polígono formado por grades

O espaçamento entre as linhas que formam os Polígonos também deve ser levado em conta, pois se o espaço for maior ou igual a largura da linha, existirão falhas na construção do polígono (vide imagem abaixo) que deverão ser retocadas durante o processo de preparação da documentação.

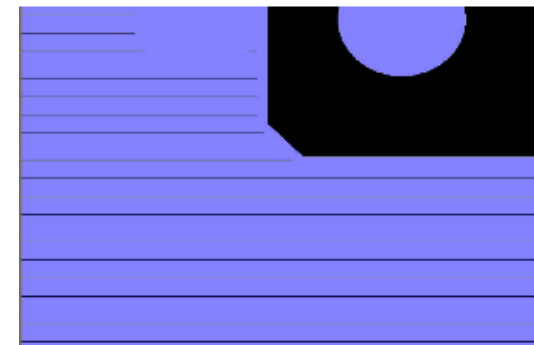


Figura 53 – Espaçamento maior ou igual a largura das linhas = Polígono contendo falhas

Na imagem abaixo, pode-se observar um Polígono corretamente preenchido, formado por linhas de 8 mil e espaçamento de 7 mil (espaçamento menor do que a largura das linhas).

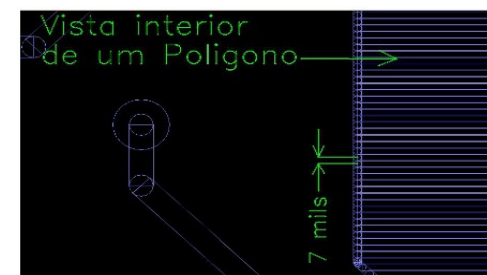


Figura 54– Espaçamento < do que a linha = Polígono perfeitamente preenchido

## 2.14 PAD NÃO FUNCIONAL

Pads não funcionais correspondem a pads que não possuem conexões em camadas internas. Estes não tem funcionalidade elétrica e podem criar isolações críticas nas camadas internas. É importante eliminar estes pontos das camadas internas durante a fase de layout, mas a Circuibras pode eliminá-los diretamente nos arquivos Gerber desde que tenha autorização para isto.

As imagens abaixo indicam dois exemplos do antes e depois.

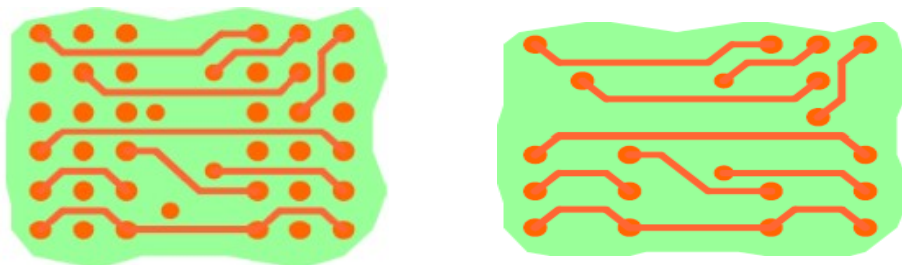


Figura 55 – Antes (PCI com pads não funcionais) e Depois (PCI sem pads não funcionais)

Breve explicação dos problemas que podem ocorrer caso não sejam extraídos:

Durante o processo de confecção das camadas internas é transferida a imagem do circuito para os UTs, que na maioria das vezes, são layers que contém grandes áreas de massa com pequenas isolações e uma ilha no centro destas isolações, que não tem nenhuma ligação e/ou função elétrica (Pad não funcional).

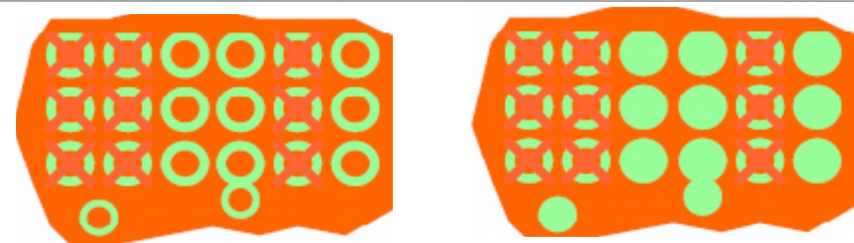


Figura 56– Antes (PCI com pads não funcionais) e Depois (PCI sem pads não funcionais)

Por estas isolações serem bem pequenas, formam-se pequenas ligações que causam curto entre estas ilhas e os condutores próximos. Não é feito um teste elétrico após a corrosão, pois como ainda não foram feitos os furos na placa e muito menos a metalização, em cada face cada ilha é um final de NET, ficando inviável a sua verificação por meio de teste elétrico, sendo a verificação feita por forma de uma inspeção visual.

Os painéis vão para a prensagem e para os demais processos de fabricação. Quando chegam ao Teste Elétrico e é detectado algum curto interno, não há o que fazer para recuperar a placa, por não termos mais acesso as camadas internas. A eliminação destes pads, não afetará a metalização dos furos, pois a metalização é ancorada pelos pads das camadas externas que não sofrem nenhum tipo de alteração.

Os internos de placas em sinal, contém pads não funcionais próximos de pistas, sendo também necessária sua eliminação.

Nosso software de CAM faz a eliminação de Pads não funcionais com eficiência e não traz riscos ao seu projeto.

## 2.15 VENTING

Corresponde a uma técnica extremamente importante para o processo produtivo. Diz respeito à colocação, no circuito, de pads (em cobre) que ficarão cobertos pela máscara de solda e que não receberão nenhuma furação. A sua função é a de promover uma melhor distribuição de cobre no circuito para se evitar problemas durante a eletro-deposição do metal (processo de espessamento).

O Venting padrão Circuibras corresponde a pads em forma de losango, cujos lados medem 50 mil. São colocados automaticamente, via software, a uma distância mínima de 48 mil dos traçados condutores (pistas, ilhas, polígonos) e dos furos não metalizados.

A figura 57 mostra uma placa que necessitaria da colocação de Venting. A figura 58 mostra esta mesma placa após a aplicação de Venting. Cabe aqui salientar que a utilização de Venting é feita somente mediante a aprovação do cliente.

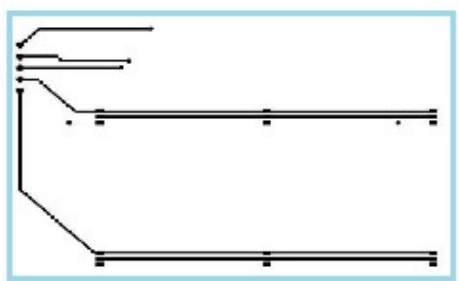


Figura 57 – PCI sem venting

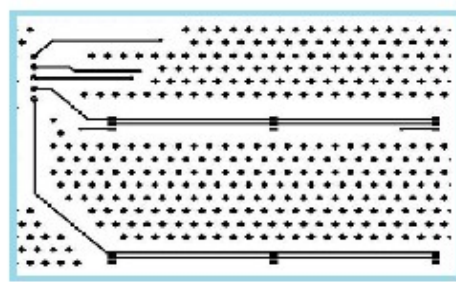


Figura 58 – PCI com venting

## 2.16 FUROS BLIND VIA E BURIED VIA

A Circuibras produz placas de tecnologia Blind Hole (furo cego) e Buried Hole (furo enterrado). Estas tecnologias são utilizadas em placas que possuem furos que não atravessam todas as camadas.

Abaixo, apresentamos uma figura que ilustra os 3 tipos de furação:

- 1: Furação passante (todas as camadas)
- 2: Blind via
- 3: Buried via

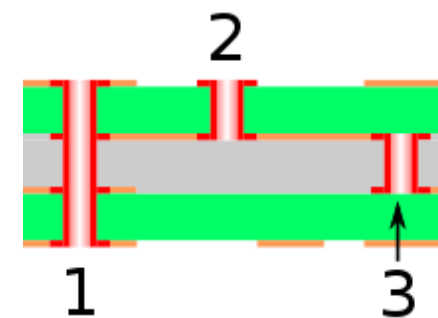


Figura 59 – Furo passante, Blind via e buried via

Atenção: Em PCIs com blind vias e buried vias, confirmar com o cliente o cobre inicial e final a ser processado.

## 2.16 FUROS BLIND VIA E BURIED VIA

A furação passante é a convencional utilizada. Foi inserida na imagem apenas para podermos fazer a distinção entre cada uma delas. A furação Buried vias é feita diretamente no UT, ou seja, acaba sendo por este motivo um furo passante para o processo. A menor espessura de UT para um furo Buried Via é de 0.50mm. Já a furação Blind via é feita após a prensagem das camadas internas (em uma Placa Multicamadas). Um aspecto muito importante à ser contemplado é o Aspect Ratio.

Aspect Ratio:

É a relação entre a 'altura [Y]' e o diâmetro do furo [X].

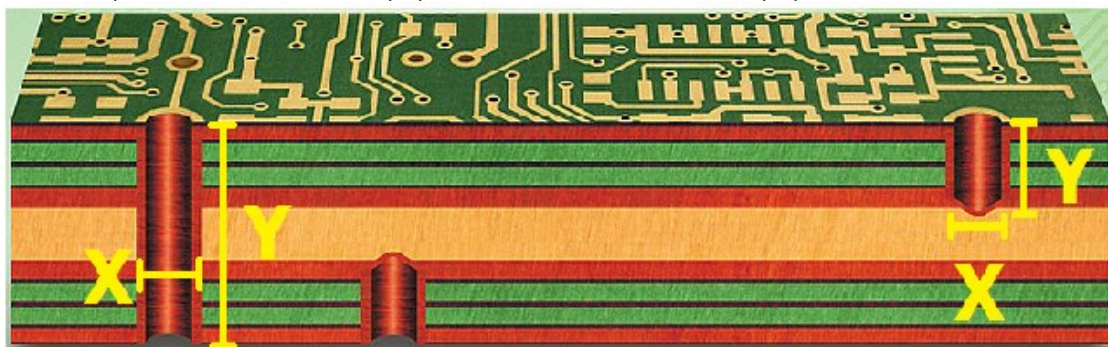


Figura 60 – Furação passante e Blind via (1 para 2 e 4 para 3)

Valores máximos Circuibras:

Furos passantes: 15:1

Furos Blind vias: 1:1

## Breve explicação sobre o Aspecto Ratio:

Tomaremos para o exemplo, um furo Blind Via que seja da camada externa 1 (top layer) até a camada 2 (camada interna 1). Esse furo tem o diâmetro final de 0.30mm.

Aspect Ratio é a relação entre a Somatória (S) de todos os materiais existentes entre a Camada externa 1 e Camada interna 1, dividido pelo diâmetro do furo:

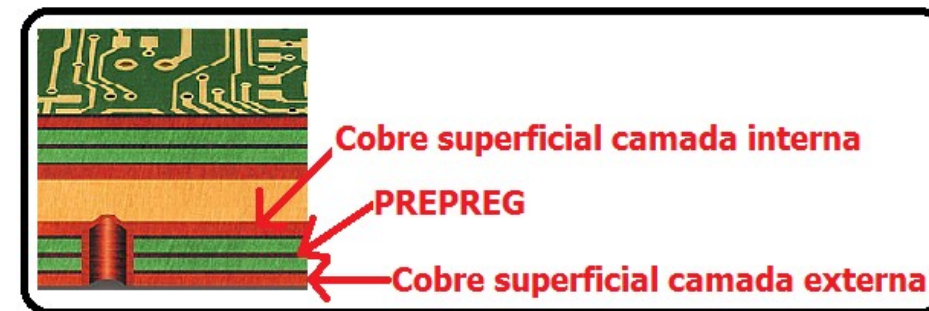


Figura 61 – Obtenção da somatória 'S'

O 'S' é obtido através da somatória das camadas de cobre (externa e interna), espessura do prepreg que isola tais camadas, mais 10% do valor obtido.



## 3 ARQUIVOS ELETRÔNICOS

O formato mais comum dos arquivos eletrônicos para a fabricação de circuitos impressos é o Gerber. O processo de conversão do formato CAD para o formato Gerber deve ser feito pela própria área de CAD, visando uma maior segurança para a geração da documentação. Podemos citar dois motivos para se enviar os arquivos em formato Gerber para o fabricante de circuitos impressos:

- Maior segurança para a conversão, uma vez que a mesma máquina que "roteou" a placa irá gerar os arquivos Gerber. Desta forma eliminam-se os problemas que podem ser gerados pelas diferenças de configuração entre o Software de CAD que originou a placa e aquele que gerou os arquivos Gerber.

- Maior proteção ao projeto, uma vez que o arquivo PCB não é submetido à Internet (que não é um ambiente seguro), mas sim os arquivos Gerber, os quais trazem apenas as informações necessárias para o processo de fabricação das placas, ocultando os detalhes referentes ao "roteamento".

### 3.1 FORMATO GERBER

É desejável que os arquivos sejam fornecidos em formato Gerber RS274-X por se tratar de um formato facilmente portátil para os diversos softwares de CAM, proporcionando segurança e agilidade para os processos da área de CAM.

Porém as demais variações do formato Gerber são bem suportadas, mas em alguns casos é necessário o desenvolvimento de interpretadores para a lista de aberturas o que acaba retardando os processos de Orçamento e Manipulação Eletrônica. Uma característica importante nos arquivos Gerber é que os mesmos sejam do tipo Flashed Pads e não do tipo Drawn Pads.

As Figuras 62 e 63 ilustram a visão interior de um arquivo Gerber para demonstrar as diferenças existentes entre estes dois tipos.

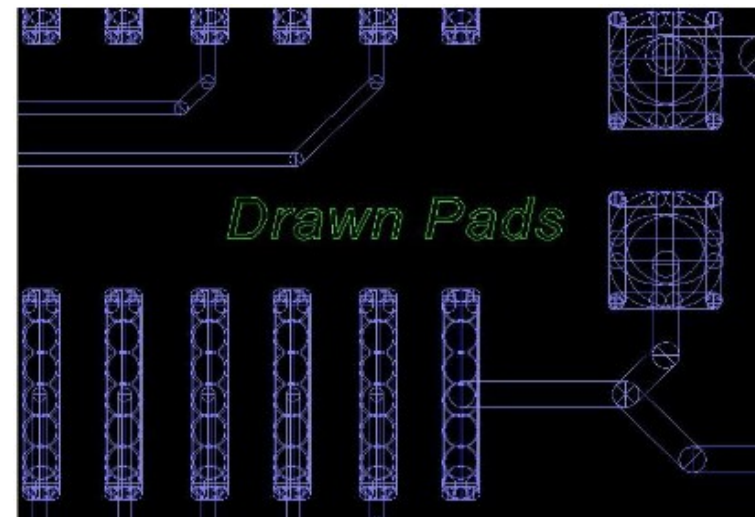


Figura 62 – Vista interior do tipo Drawn pads

## 3.1 FORMATO GERBER

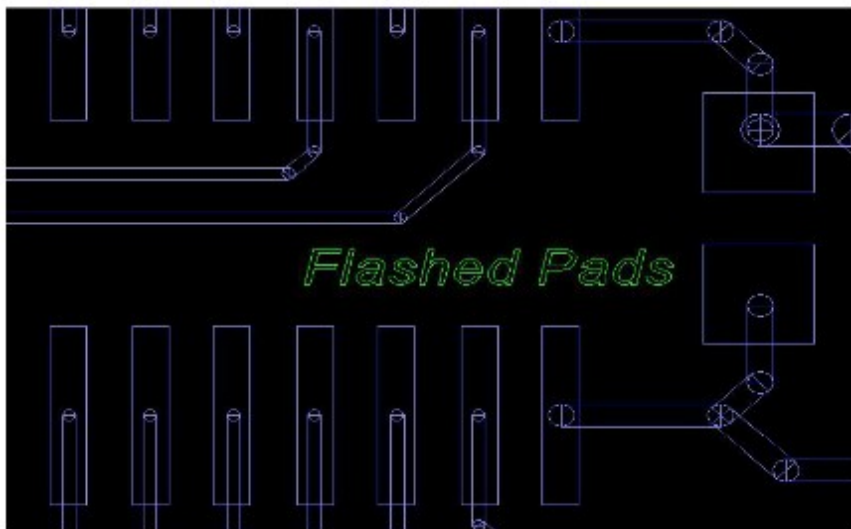


Figura 63 – Vista interior do tipo Flash pads

Algumas atividades da área de CAM necessitam de arquivos em Flashed Pads, para que haja uma correta interpretação das Nets. Além disto, este tipo de arquivo é mais “leve”, o que facilita a sua manipulação e seu intercâmbio via e-mail.

Outro aspecto a ser observado diz respeito à construção dos polígonos.

A Figura 64 mostra um exemplo de um polígono que torna o arquivo Gerber muito “pesado”, pois é formado por várias linhas com aproximadamente 1 mil de largura e desenhadas em duas direções (eixo X e eixo Y).



Figura 64 – Polígono “pesado” (desenhado em 2 sentidos com linhas de 1mil)

A Figura 65 ilustra a construção de um Polígono que é formado por linhas com 8 mil de largura e desenhadas apenas no eixo X, o que torna o arquivo bem mais “leve”. A observação deste detalhe facilita as atividades da preparação da documentação.

## 3.1 FORMATO GERBER

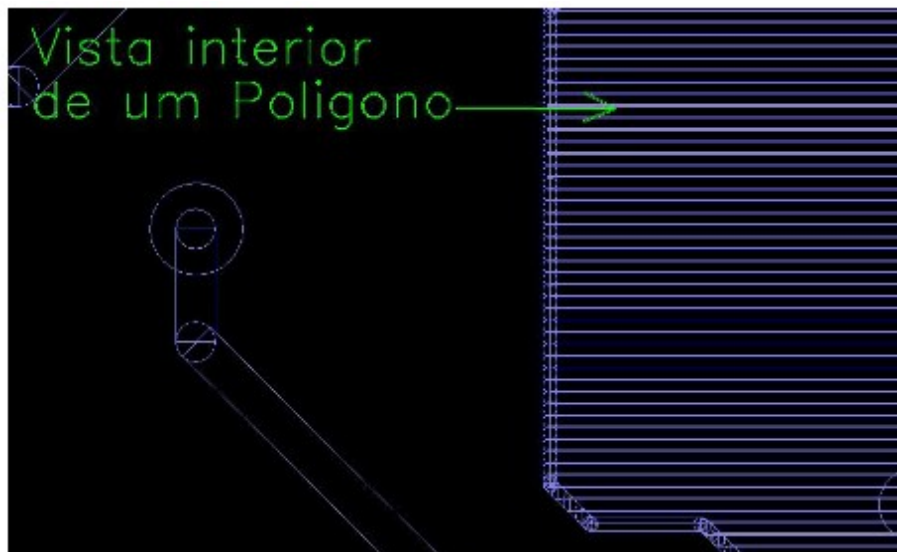


Figura 65 – Polígono otimizado (linhas com 8 mil  
desenhadas somente em uma direção)

## 3.2 NET LIST

É extremamente importante o envio da Netlist da placa para se garantir a integridade elétrica do projeto. Os formatos mais comuns seriam o IPC-D-356, IPC-D-356A, Tango ASCII ou Protel ASCII.

Outros formatos de netlist podem ser estudados com a Circuibras através de engenharia reversa para garantir compatibilidade com o software de CAM. De posse destes arquivos a Circuibras pode realizar uma comparação entre a Netlist do CAD e a Netlist extraída a partir dos arquivos Gerber.



# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## 4 APROVEITAMENTO DO PAINEL DE PRODUÇÃO CIRCUIBRAS

A Circuibras fabrica as suas placas em painéis com medidas padrões. Estes painéis foram desenvolvidos com o objetivo de otimizar o processo produtivo.

A tabela 12 descreve as medidas utilizadas para os painéis padrões de placas dupla-face e face-simples, enquanto que a Tabela 13 estão relacionados os painéis padrões de placas multicamadas (3 e 4 camadas). Já a Tabela 14 apresenta os valores para placas Multicamadas (5 ou mais camadas). Tais medidas correspondem a área útil de cada painel

	Dimensões no eixo X	Dimensões no eixo Y
<b>Painel 1</b>	340mm	590mm
<b>Painel 2</b>	445mm	590mm
<b>Painel 3</b>	520mm	590mm

Tabela 12 – Face Simples e Dupla Face

	Dimensões no eixo X	Dimensões no eixo Y
<b>Painel 1</b>	437mm	589mm
<b>Painel 2</b>	512mm	589mm

Tabela 13 – Muticamadas (3 e 4 camadas)

	Dimensões no eixo X	Dimensões no eixo Y
<b>Painel 1</b>	419mm	584mm
<b>Painel 2</b>	494mm	584mm

camadas)

*Placas multicamadas com stack up em Core e placas de 3 a 4 camadas com espessura igual ou inferior 1.20mm devem respeitar os valores citados na Tabela 13.*

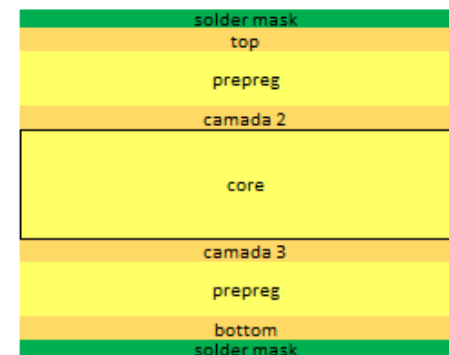


Figura 66 – Exemplo de Stack up em FOIL (ele possui um Core)

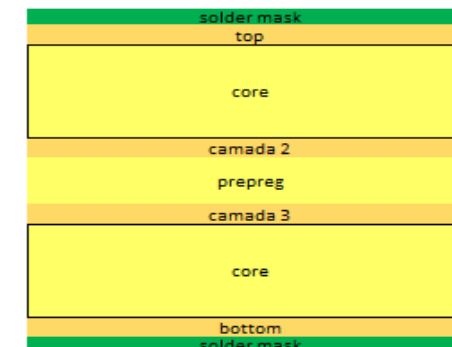


Figura 67 – Exemplo de Stack up em CORE (as camadas externas são alojadas diretamente nos cores)

## 4 APROVEITAMENTO DO PAINEL DE PRODUÇÃO CIRCUIBRAS

Ao longo do tempo a Circuibras tem verificado que muitos clientes não se preocupam em adequar seus blanks ao melhor aproveitamento do painel de produção. Em alguns casos um mal aproveitamento pode representar em um acréscimo de até **30%** nos custos da placa.

Do ponto de vista do custo de fabricação, é importante colocar o maior número possível de placas dentro dos painéis de produção. Além disto, a utilização de painéis vincados favorece a redução do custo pois o acabamento vincado é mais rápido do que o fresado. Ao fazer a montagem do painel (blank), levar em conta as medidas dos painéis padrão utilizados no processo de fabricação CIRCUIBRAS (vide página anterior).

No exemplo 1 pode ser visto um exemplo de mal aproveitamento do painel de produção.

### Exemplo 1. (Multilayer 4 camadas)

Dimensão da PCI unitária: 143,45 X 278,25mm.

Dimensão do Painel do cliente: (Montagem de **2X1** com bordas falsas de 5mm): 286,90 X 288,25mm.

Neste exemplo, o painel de produção que possibilita a menor perda é o 437 X 589mm, mesmo assim o aproveitamento deste painel é de 66% e o restante da área útil será descartado na fabricação:

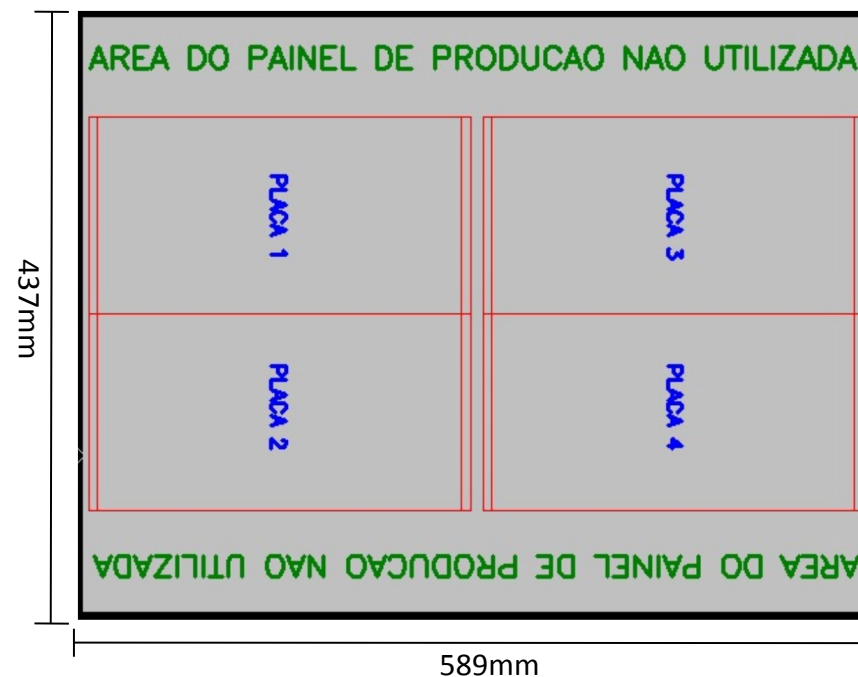


Figura 68 – Exemplo de mal aproveitamento do painel de produção

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## 4 APROVEITAMENTO DO PAINEL DE PRODUÇÃO CIRCUIBRAS

### Solução:

Conseguimos evitar esta perda e obter o máximo aproveitamento do painel de produção se simplesmente acrescentarmos mais uma placa ao painel do cliente, ou seja, de um painel com 4 placas passarmos a ter 6 placas por painel de produção (Medidas do painel **3X1** [430,35 X 288,25mm]). Com esta alteração, passamos de **66%** para um aproveitamento próximo dos **95%**.

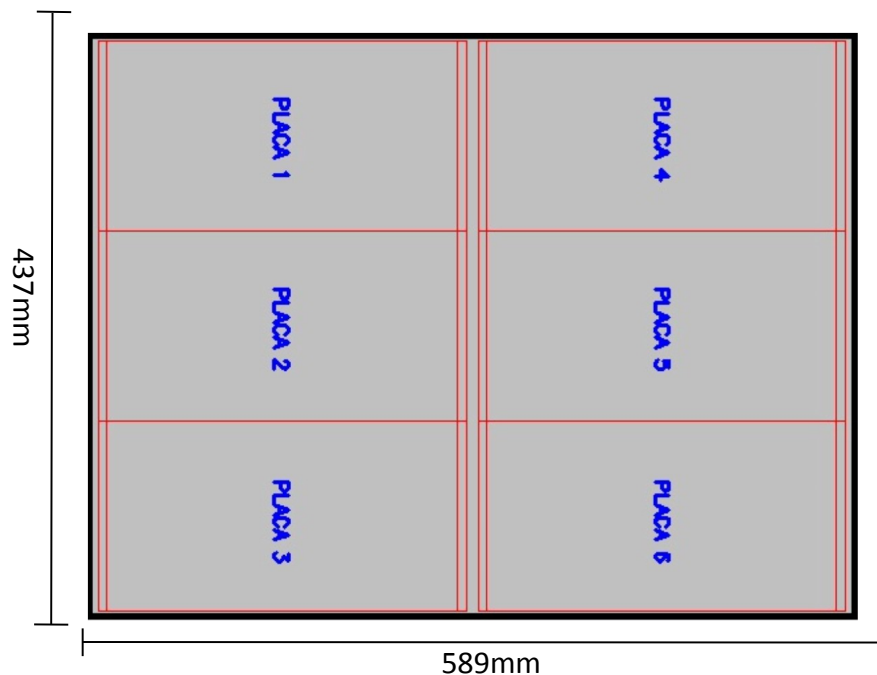


Figura 69 – Exemplo de bom aproveitamento do painel de produção

A redução no custo pode chegar até **30%**.

Além disto você contribui com meio ambiente, reduzindo a geração de resíduos sólidos.

## 5 BOAS PRÁTICAS P/ AGILIZAR O PROCESSO DE ANÁLISE CRÍTICA

Os itens citados abaixo estão relacionados aos arquivos que formam a Especificação Técnica do Projeto.

- 5.1 Enviar a netlist da placa (ver item 3.2);
- 5.2 Enviar um arquivo de desenho mecânico, contendo os dimensionais e as tolerâncias mecânicas. É desejável que este desenho contemple ao menos um furo cotado à borda;
- 5.3 Enviar um arquivo de diagrama de furação, contendo os diâmetros finais de cada furo e as respectivas tolerâncias. Todos os furos devem ser claramente classificados como sendo metalizados ou não metalizados;
- 5.4 Assegurar que não existam divergências entre os as dimensões extraídas do gerber e aquelas descritas no desenho mecânico;
- 5.5 Assegurar que não existam divergências entre o diagrama e o(s) arquivo(s) de furação;
- 5.6 Enviar um arquivo de Especificações Técnicas que contemple os seguintes itens:
  - a) Tipo do material, espessura final da placa, tolerância e local de medição da espessura;
  - b) Espessura do cobre;
  - c) Espessura dos dielétricos (em placas multi-camadas) ou deixar claro que estes parâmetros podem ser definidos pela Circuibras;
  - d) Indicar claramente qual deve ser a seqüência física dos arquivos em placas multicamadas;
  - e) Cor da máscara de solda;
  - f) Cor da serigrafia;
  - g) Tipo do acabamento superficial;
  - h) Informar se aceita que o fornecedor adicione Ventings (ver item 2.15);
  - i) Informar se aceita que o fornecedor adicione Teardrop (ver item 2.3.1);
  - j) Informar se aceita que o fornecedor reduza o diâmetro final dos furos de passagem (vias), visando melhorar o anel mínimo na área de junção entre os pads e as pistas;



k) Especificar um local aonde possa ser inserido o logotipo da Circuibras. É importante, também, informar se o logotipo deve ser inserido em cobre ou em serigrafia. Caso não exista um local específico, informar que a Circuibras está autorizada a inserir o logotipo em qualquer região. Neste caso o local será escolhido de forma a não prejudicar nem o cobre e nem a serigrafia da placa.

l) Para o acabamento mecânico, se faz necessário a inclusão de três furos não metalizados de 1.90mm nas placas para que as mesmas possam ser fixadas no equipamento de CNC. É importante inserir estes furos no projeto ou especificar um local aonde tais furos possam ser inseridos. Caso não exista um local específico, informar que a Circuibras está autorizada a inseri-los em qualquer região. Neste caso os locais serão escolhidos de forma a não prejudicar nem a serigrafia e nem a integridade elétrica das placas.

*Projeto em parceria com Cliente: A Circuibras elaborou um documento chamado Especificação Técnica Padrão, esse documento possui uma lista de todas as informações relevantes para um processo seguro de intercâmbio de arquivos entre o cliente e o fornecedor, além disto o Departamento de Engenharia possui um projeto chamado Melhoria Contínua, ele é baseado em uma análise criteriosa da documentação do cliente e um feedback completo de tudo que pode ser aplicado para deixar sua documentação técnica mais completa e segura. Contate a Circuibras e peça mais informações.*

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## 6- Tabela com Capabilidades

CAPABILIDADE CIRCUIBRAS		
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	PADRÃO	SOB CONSULTA
Número de camadas	1-16 camadas	> 16 camadas
Matéria prima	FR4 - Lead Free Compatible FR4 - Halogen Free	n/a
TG	150°C	> 150°C
Tipos de produtos	Placas com controle de impedância , BGA & Fine Pitch Board, HF & RF (alta frequência e Rádio frequência)	HDI
Máscara de solda Cores disponíveis	Camada mínima de 6um ou conforme IPC SM 840 Verde, Azul, Preto, Vermelho e Branco	outras cores
Legenda (simbologia / silk) Cores disponíveis	Largura mínima do traço: 0.101mmm (4mils) Altura mínima do caracteres: 0.70mm (28mils) Branca e Preta.	outras cores
Acabamento Superficial	HAL (Sn/Pb) Hot Air Leveling ENIG - Electroless Nickel Immersion Gold - RoHS OSP – Organic Solderability Preservatives - RoHS	n/a

Tabela 15 – Capabilidades (parte I)

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## 6- Tabela com Capabilidades

CAPABILIDADE CIRCUIBRAS			
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	PADRÃO		SOB CONSULTA
Outros acabamentos	Solder Out (Peelable) Plugging vias Contatos com pasta de Carbono Connectores dourados conf. IPC 6012 ou espec. do cliente		n/a
Teste Elétrico	Flying probe e testing fixture Conforme IPC 9252 Classe 2 (100% das placas são testadas).		n/a
Embalagem	A vácuo Material antiestático Com dessecante sílica gel 20 placas / sub-panel por pacote		n/a
Espessura mínma da PCI	0.60mm (24mils)		< 0.60mm (24mils)
Espessura máxima da PCI	3.20mm (126mils)		> 3.20mm (126mils)
Área útil máxima dos painéis disponíveis	1 a 2 camadas	340mm x 590mm (13.4' x 23.2') 445mm x 590mm (17.5' x 23.2') 520mm x 590mm (20.5' x 23.2')	n/a
	3 a 4 camadas	437mm x 589mm (17.2' x 23.2') 512mm x 589mm (20.1' x 23.2')	
	> 4 camadas	419mm x 584mm (17.5' x 23.0') 494mm x 584mm (19.4' x 23.0')	

Tabela 16 – Capabilidades (parte II)

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## 6- Tabela com Capabilidades

CAPABILIDADE CIRCUIBRAS			
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	PADRÃO		SOB CONSULTA
	Camada de Cobre	Trilha e Isolação	Trilha e Isolação
Menor trilha / Isolação no externos	1/3oz (12um)	0,101mm (4mils)	Abaixo 0,101mm (4mils) até 0,076mm (3mils)
	1/2oz (17.5um)	0,101mm (4mils)	Abaixo 0,101mm (4mils) até 0,076mm (3mils)
	1oz (35um)	0,127mm (5mils)	Abaixo 0,127mm (5mils) até 0,101mm (4mils)
	2oz (70um)	0,178mm (7mils)	Abaixo 0,178mm (7mils) até 0,152mm (6mils)
	3oz (105um)	0,229mm (9mils)	Verificar com a Eng. de processo Circuibras
Menor trilha / Isolação no internos	1/2oz (17.5um)	0,076mm (3mils)	Abaixo de 0,076mm (3mils) até 0,050mm (2mils)
	1oz (35um)	0,101mm (4mils)	Abaixo de 0,101mm (4mils) até 0,076mm (3mils)
	2oz (70um)	0,152mm (6mils)	Abaixo de 0,152mm (6mils) até 0,127mm (5mils)
	3oz (105um)	0,190mm (7.5mils)	Abaixo de 0,190mm (7,5mils) até 0,165mm (6,5mils)
Camada de cobre no interior dos furos metalizados	20um (0.008") com teardrop >=25um (0.0010") sem teardrop		
Anel mínimo	101um (4mils) com teardrop		101um (4mils) sem teardrop
Menor diâmetro de furo	152um (6mils)		< 152um (6mils)
Tolerância de furação	+/- 101um (4mils)		< +/- 101um (4mils)
Tolerância dimensional	+/- 0.20mm a +/- 0.13mm (8mils a 5.1mils)		< +/- 127um (5mils)
Tolerância dimensional das trilhas	+/- 20%		+/- 10%

Tabela 17 – Capabilidades (parte III)

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## 6- Tabela com Capabilidades

CAPABILIDADE CIRCUIBRAS			
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS		PADRÃO	SOB CONSULTA
Impedância controlada		+/- 10%	< +/- 10%
Espessura mínima de prepreg		78um (3.1mils)	n/a
Espessura do cobre base externo		1/2oz (17.5um) a 3oz (105um)	> 3oz (105um)
Espessura do cobre base interno		1/2oz (17.5um) e 1oz (35um)	> 1oz (35um) até 2oz (70um)
DAM mínimo da (máscara de solda)		Cores das máscaras de solda	
		Verde, Vermelho e Azul DAM de 76um (3mils)	n/a
		Branco e Preto DAM de 127um (5mils)	n/a
Aspect ratio		15:1	>15:1
Aspect ratio para furis Blind vias		1:1	n/a
Vincos	Espeçura da placa	Alma, Tolerância e Ângulo do vinco	
	>=1.2mm <=2.4mm	0.4mm +/- 0.1mm 20º ou 30º	n/a
	< 1.2mm <=0.5mm	0.3mm +/- 0.1mm 20º ou 30º	
Planicidade, Empenamento e Torção		<= 0.75%	n/a
Critério de Aceitabilidade		IPC A CLASSE 2	

Tabela 18 – Capabilidades (parte IV)



## ANEXOS

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## A- Gráfico Largura de uma trilha X Camada superficial de cobre e Corrente Elétrica X Temperatura:

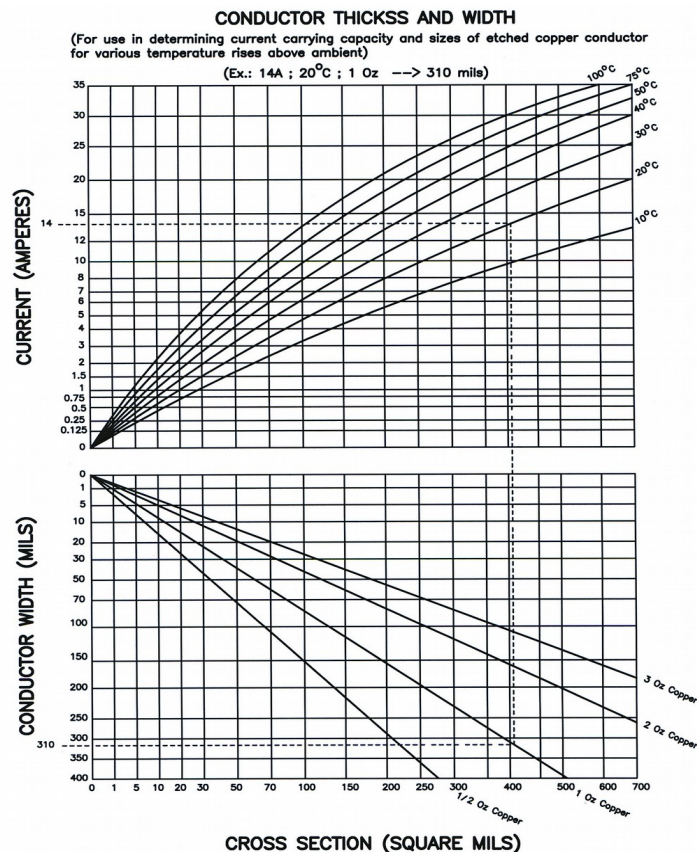


Figura 70 – Gráfico relacionando valor de corrente elétrica Vs. Largura do condutor (Fonte: IPC 2152)

## B- Espessura final da PCI (Onde medí-la?)

O laminado base que utilizamos para iniciar a fabricação de uma placa dupla face, possui espessura nominal de 1.60mm (Classe B - norma IPC 4101C, pág 13 ), com tolerância de variação  $\pm 0.13\text{mm}$ . Soma-se a isto que ao longo do processo de fabricação, serão adicionados em média mais 0.15mm ao laminado base, contemplando os processos de espessamento (adição de cobre no interior dos furos), aplicação de máscara de solda, dentre outros acabamentos. Diante disto é muito importante termos uma definição por parte do cliente a respeito de onde será feito a medição da espessura final da placa:

Sobre o laminado base (para placas sem restrições mecânicas na espessura final);

Sobre o total (laminado base + cobre + máscara) (para placas com restrições mecânicas na espessura final). Para este caso deve ser informado a tolerância desejada para o controle de espessura. Exemplo: Se a chapa de 1.60mm estiver em sua tolerância tendendo à máxima, ela estará com 1.73mm, somando-se mais 0.15mm aproximadamente dos processos citados acima, teremos ao final a PCI próxima à 1.90mm, podendo em alguns casos até superar este valor.

No próximo slide, segue imagem da página 13 da Norma IPC-4101C, onde aparece a tolerância do laminado base que citamos no texto acima. Ressaltamos que trata-se de uma convenção mundial, não de uma exigência específica da Circuibras.

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## B1- Espessura final da PCI (Onde medi-la?)

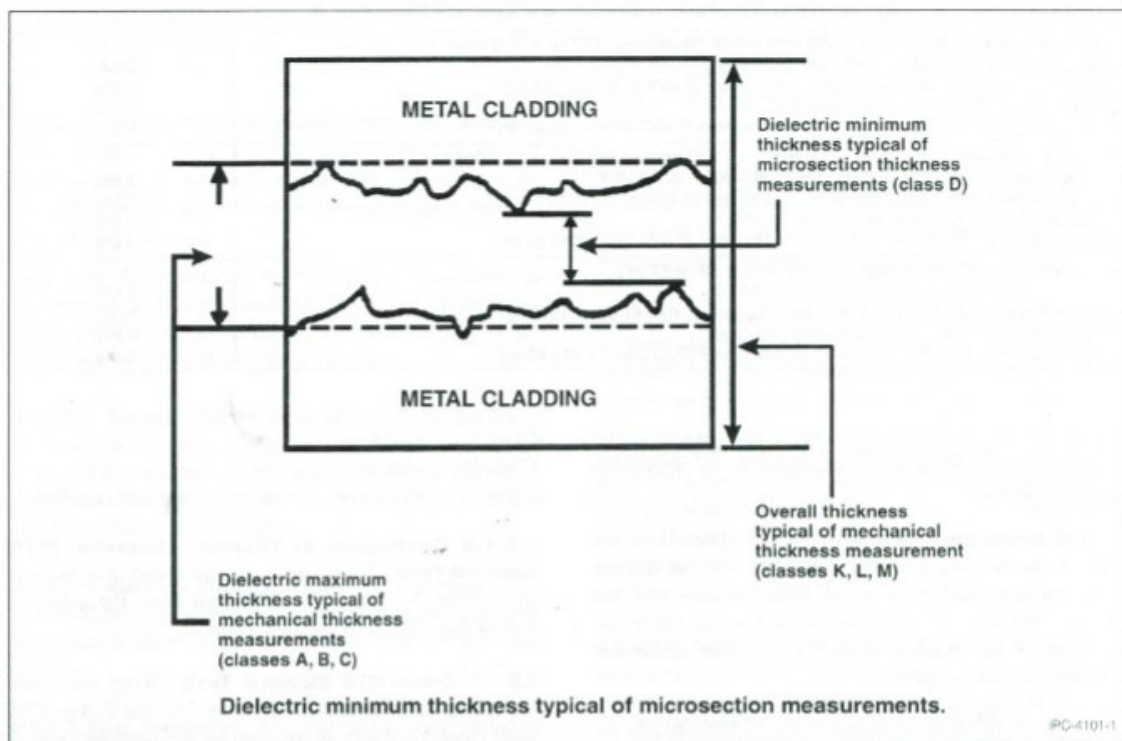


Figura 71 – Relação das tolerâncias para o Laminado base – parte I (Fonte: IPC-4101C )

Nominal Thickness of Laminate (mm) [in]	Class A/K (mm) [in]	Class B/L (mm) [in]	Class C/M (mm) [in]	Class D (mm) [in]
0.025 to 0.119 [0.0009 to 0.0047]	± 0.025 [± 0.000984]	± 0.018 [± 0.000709]	± 0.013 [± 0.000512]	-0.013 [-0.000512] + 0.025 [+ 0.000984]
0.120 to 0.164 [0.0047 to 0.0065]	± 0.038 [± 0.00150]	± 0.025 [± 0.000984]	± 0.018 [± 0.000709]	-0.018 [-0.000709] + 0.030 [+ 0.00118]
0.165 to 0.299 [0.0065 to 0.0118]	± 0.050 [± 0.00197]	± 0.038 [± 0.00150]	± 0.025 [± 0.000984]	-0.025 [-0.000984] + 0.038 [+ 0.00150]
0.300 to 0.499 [0.0118 to 0.0196]	± 0.064 [± 0.00252]	± 0.050 [± 0.00197]	± 0.038 [± 0.00150]	-0.038 [-0.00150] + 0.050 [+ 0.00197]
0.500 to 0.785 [0.0197 to 0.0309]	± 0.075 [± 0.00295]	± 0.064 [± 0.00252]	± 0.050 [± 0.00197]	-0.050 [-0.0197] + 0.064 [+ 0.00252]
0.786 to 1.039 [0.0309 to 0.04091]	± 0.165 [± 0.006496]	± 0.10 [± 0.00394]	± 0.075 [± 0.00295]	N/A
1.040 to 1.674 [0.04091 to 0.06594]	± 0.190 [± 0.007480]	± 0.13 [± 0.00512]	± 0.075 [± 0.00295]	N/A
1.675 to 2.564 [0.06594 to 0.10094]	± 0.23 [± 0.00906]	± 0.18 [± 0.00709]	± 0.10 [± 0.00394]	N/A
2.565 to 3.579 [0.10094 to 0.14091]	± 0.30 [± 0.0118]	± 0.23 [± 0.00906]	± 0.13 [± 0.00512]	N/A
3.580 to 6.35 [0.14094 to 0.250]	± 0.56 [± 0.0220]	± 0.30 [± 0.0118]	± 0.15 [± 0.00591]	N/A

Figura 72 – Relação das tolerâncias para o Laminado base – parte II (Fonte: IPC-4101C )

Entendemos que não são todos os projetos que a espessura final da PCI se torna um fator crítico, no entanto como não temos o conhecimento de quais são eles, e com o objetivo de prevenir, a Circuibras realiza consulta a respeito deste tema em todos os modelos de produção. Vale ressaltar também que as variações máximas e mínimas na espessura do laminado base ocorrem com pouca frequência.

Caso seja da intenção do cliente uma padronização, ou seja, se não existem placas onde a espessura final seja crítica, podemos convencionar e evitar as consultas constantes feitas pela Circuibras na etapa de análise crítica.

# MANUAL DE PARÂMETROS TÉCNICOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS

## C- Laminados e Prepregs

Atualmente a Circuibras está homologada pela UL – Underwriters Laboratories para os seguintes laminados: Sheng Yi S1000 (Prepreg S1000B), ITEQ 158TC CAF (Prepreg IT158BS) e NAN YA NP155FR (Prepreg NP155FB). Recomendamos a utilização do Sheng Yi devido a disponibilidade.

Abaixo, segue a relação dos prepregs e laminados disponíveis:

PREPREG	
Denominação	Espessura (mm)
1080	0,078
2113	0,100
2116	0,120
7628	0,200

Tabela 19 – Relação dos Prepreg's comuns (itens de prateleira)

Os materiais indicados na tabela 16 são divididos em:

Fundo branco: materiais padrão (maior disponibilidade em estoque);

Fundo cinza: materiais com baixa consumo e que devem ser sujeitos a consulta. As opções não indicadas pelo "X" são itens que não fazem parte do estoque e em caso de necessidade deve ser consultado sobre a possibilidade de importação.

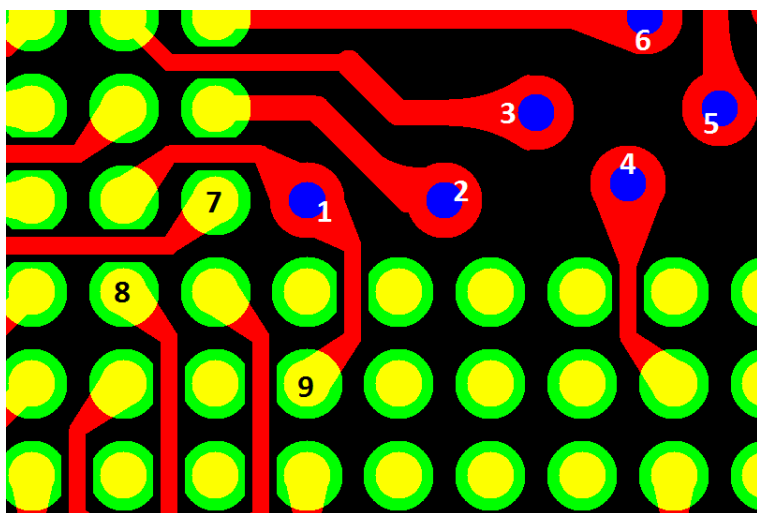
Para obter mais detalhes a respeito de características técnicas dos materiais, basta contatar o Departamento de Engenharia da Circuibras.

Laminados				
Espessura (mm)	Camada superficial de cobre			
	0,5oz - 0,5oz	1oz - 1oz	2oz - 2oz	3oz - 3oz
0,10	X	X		
0,13	X	X		
0,15	X	X		
0,20	X	X		
0,25	X	X		
0,35		X		
0,40		X		
0,50	X	X		
0,80	X	X	X	X
1,00		X		
1,20		X		
1,60	X	X	X	X
2,00		X	X	X
2,40		X		

Tabela 20 – Relação dos Laminados

## D- Tabela com Capabilidades

Os valores de capacidade citados nas tabelas anteriores e slides anteriores sinalizam valores Padrão e sob consulta. Valores “Padrão” correspondem aos valores que recomendamos que sejam os limites explorados durante o desenvolvimento do layout, no entanto, sabemos que existem circunstâncias que acabam por exigir trabalhar-se em um estado mais avançado. Para estes casos especiais, sinalizamos os valores “Sob consulta”. Estes valores indicam o limite máximo de capacidade e devem ser evitados pois irão influenciar diretamente no custo de fabricação da PCI.



Legenda:  
 Vermelho: cobre  
 Azul: furação  
 Verde: abertura na máscara  
 Amarelo: área exposta do cobre (sem a máscara de solda)

Figura 73 – N° 1, ao 5 exemplos de Coverage – N° 7 ao 9 exemplos de exposed

- Coverage: via/pad coberto pela máscara de solda;
- Exposed: via/pad aberto (sem) máscara de solda.

Legenda:  
 Verde: cobre;  
 Amarelo: abertura da máscara de solda (local onde não haverá aplicação de máscara de solda);  
 Vermelho: sobreposição de imagens do cobre sobre a abertura da máscara de solda;  
 A: Coverage; B: Bridge (DAM); C: Clearance

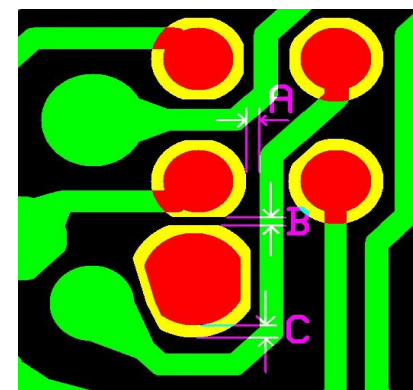


Figura 74– Coverage (A), DAM (B) e Clearance (C)

## E- Fiducial

Elemento em cobre, descoberto de máscara de solda que tem por objetivo permitir o melhor alinhamento nos processos de montagem de componentes. sobre a superfície de uma PCI.

Como o fiducial geralmente fica posicionado em região mais isolada (com menos cobre), pode receber uma camada maior de cobre durante processo de espessamento, isto o deixa mais exposto que o restante do circuito. A Circuibras sugere que seja incluído um anel em cobre ao redor da ilha. Este anel protegerá a ilha central para que durante os processos de fabricação de uma placa o fiducial não seja danificado por exemplo por pequenos atritos entre placa com placa. Abaixo, segue imagem que ilustra uma placa com fiducial mas sem o anel (imagem à esquerda) e ao lado um fiducial com o anel (imagem à direita).

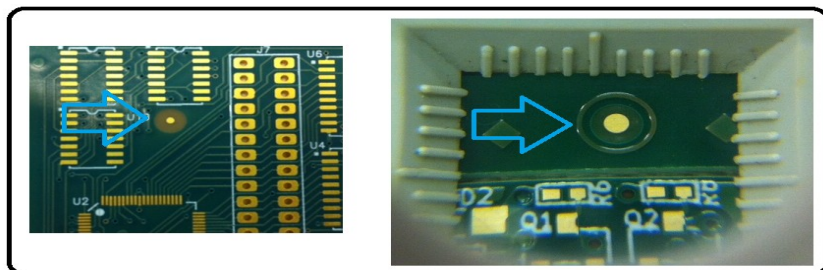
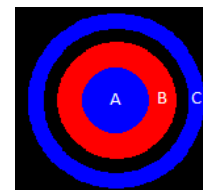


Figura 75 – Fiducial sem donut e fiducial com donut protetor

Abaixo, seguem as medidas recomendadas para o anel protetor e fiducial:



A: diâmetro de 1.00mm;  
B: diâmetro de 2.00mm;  
C: diâmetro: 3.00mm / largura: 0.50mm.

Figura 76 – Fiducial com donut



# Para maiores informações, contate-nos!

Contato:

Telefone: 41 3314 9000

Departamento Comercial [comercial@circuibras.com.br](mailto:comercial@circuibras.com.br)

Departamento de Engenharia: [engenharia@circuibras.com.br](mailto:engenharia@circuibras.com.br)

Site: [www.circuibras.com.br](http://www.circuibras.com.br)



**Underwriters  
Laboratories**

