

# PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO: MERCADO ATUAL E PERSPECTIVAS

Paulo Roberto de Sousa Melo  
Evaristo Carlos Duarte Rios  
Regina Maria Vinhais Gutierrez\*

---

\* Respectivamente, gerente e engenheiros da Gerência Setorial do Complexo Eletrônico do BNDES.

Os autores agradecem a colaboração dos bibliotecários Arthur Adolfo Guarido Garbayo e Maria de Lourdes de Jesus, da Associação Brasileira de Circuitos Impressos (Abraci) e das empresas Componel, Itautec-Philco, ITC Somacis, LG, Magneti Marelli, Micro Multek, Philips e Siemens VDO.

COMPLEXO ELETRÔNICO

## **Resumo**

**O** presente artigo busca atualizar – e completar – o panorama descrito, em trabalho publicado em 1998, do segmento de placas de circuito impresso, substrato principal sobre o qual se assentam os vários setores do complexo eletrônico.

*A importância desse segmento é crescente, na mesma medida em que o uso de placas multicamadas, de maior valor por unidade física, vem aumentando sua participação no mercado.*

*Além disso, tem-se verificado que a produção interna de placas pode ser fator importante na quebra de kits de produção nos setores que formam o complexo eletrônico.*

## Introdução

Desde a publicação, em março de 1998, de um artigo sobre o segmento de placas de circuito impresso (PCIs) [cf. Melo, Gutierrez e Rosa (1998)] ocorreram mudanças no cenário internacional, destacando-se a concentração da oferta e a migração de diversas linhas de produção de placas mais simples para países asiáticos de menores custos, particularmente a China.

Mudanças aconteceram também no mercado interno, igualmente em processo de concentração, e no qual as importações vêm apresentando peso crescente.

A situação da indústria eletrônica brasileira e sua dependência cada vez maior de componentes não fabricados no país foram analisadas em detalhes em Melo, Rios e Gutierrez (2001). Embora o pano de fundo seja exatamente o mesmo dos demais componentes e não exista equipamento ou módulo eletrônico que não faça uso de pelo menos uma PCI, as placas não foram tratadas naquele estudo por constituírem uma classe com características técnicas e mercadológicas particulares.

A recente crise energética que se abateu sobre o país terá reflexos sobre as importações do complexo eletrônico: por um lado, espera-se num primeiro momento uma retração da demanda de bens eletrônicos de consumo; e, por outro, a necessidade sistêmica de economizar energia levará certamente ao aumento no conteúdo de eletrônica embarcada em diversos equipamentos, eletrodomésticos etc. Outro item que apresentará crescimento é o de lâmpadas compactas fluorescentes, ainda sem produção no país, apesar da baixa complexidade das PCIs nelas contidas.

Assim, mais que atualizar dados, este trabalho pretende completar o cenário brasileiro dos componentes eletrônicos, incluindo a eletrônica embarcada automotiva e a circunstancial explosão do consumo de lâmpadas fluorescentes eletrônicas. Busca também analisar a balança comercial setorial e sugerir ações para o BNDES e seus interlocutores.

Vale lembrar que a leitura deste texto poderá ser feita de forma independente, porém será mais produtiva quanto maior for o conhecimento do artigo de Melo, Rios e Gutierrez (2001).

## Aspectos Tecnológicos

### Caracterização do Produto

A PCI é um componente básico, largamente utilizado em toda a indústria eletrônica, sendo constituída por uma placa (ou cartão) onde são impressas ou depositadas trilhas de cobre. Enquanto a placa se comporta como um isolante (dielétrico), as trilhas têm a função de conectar eletricamente os diversos componentes e as funções que representam.

A PCI tanto constitui substrato mecânico para os componentes eletrônicos que formam o circuito (resistores, capacitores, circuitos integrados, transistores, diodos e componentes magnéticos) como viabiliza, devido às trilhas de cobre, o contato entre esses elementos. Convém observar que as propriedades elétricas do circuito estão intimamente ligadas ao dimensionamento dessas trilhas, mais especificamente à sua largura, espessura e espaçamento.

Inicialmente, fabricavam-se somente PCIs de simples face, em que as trilhas de cobre ficavam localizadas sobre um dos lados da placa, sendo os componentes montados sobre o outro. Para estabelecer o contato trilha-componente, os terminais dos componentes passavam por furos efetuados nas placas, sendo a seguir realizada a soldagem, que fazia a junção elétrica entre as duas partes.

Com a miniaturização crescente de produtos e componentes, foi desenvolvido um novo processo de ligação componente-trilha, denominado *surface mounting device* (SMD), o qual, em vez de efetuar a ligação elétrica por terminais que atravessam os furos, passou a fazer diretamente a ligação entre os terminais e as trilhas por um processo semelhante à colagem, com o uso de uma pasta de solda, dispensando-se grande parte dos furos na placa.

De maneira geral, a miniaturização dos componentes provocou a redução das dimensões das trilhas de cobre e do seu espaçamento. Houve também aumento do grau de integração do circuito, que passou a desempenhar um número maior de funções em decorrência da montagem de mais componentes na mesma área física. Mas foi o aumento da complexidade das interligações que desencadeou a outra grande mudança na tecnologia de processo: primeiro, surgiram as placas de *dupla face* com trilhas nos dois lados da PCI e, posteriormente, as placas multicamadas ou *multilayer*.

Nestas últimas, as trilhas são impressas nas duas faces externas da PCI e também em camadas intermediárias isoladas entre si pelo mesmo material que compõe a base da placa, conhecido comercialmente como *pregreg*. A ligação entre os vários níveis de cobre das trilhas da placa multicamada é feita mediante furos metalizados. Embora o mercado se concentre ainda em placas de quatro, seis ou oito camadas, já existem algumas aplicações com cerca de 32 camadas. Para se ter uma idéia da complexidade de construção de uma placa multicamada, vale dizer que seu processo produtivo envolve mais de 30 etapas.

É claro que a indústria de bens de capital para o segmento está por trás das inovações desse processo, detendo a Itália, entre todos os países, a maior participação quando se fala em equipamentos para placas multicamadas.

Mais recentemente, implantou-se uma nova tecnologia para a produção de placas cada vez menores e de grande integração: as *microvias*, que apresentam em geral seis camadas ou mais e visam atender majoritariamente aos segmentos de *notebooks* e terminais de telefonia celular. No contexto da miniaturização crescente, as trilhas precisam ser cada vez mais estreitas e os furos cada vez de menor diâmetro. Como os furos de diâmetro inferior a 0,25 mm não podem ser obtidos por usinagem mecânica, para superar tal limite inicialmente utilizou-se um processo idêntico à revelação fotográfica (photovia), que vem sendo substituído pela tecnologia a *laser*. Outro aspecto interessante é que os furos não precisam ser do tipo “passante”, podendo apresentar duas morfologias – *blind* (cego) ou *burried* (enterrado). Uma grande aplicação das microvias destina-se à telefonia celular de terceira geração, que envolverá o tráfego de voz, dados e imagem a alta velocidade. O preço de uma *microvia* chega a alcançar a marca de US\$ 400/m<sup>2</sup>.

Outra tecnologia que começa a ser utilizada com mais frequência é a de placas de circuito impresso *flexíveis*, cuja denominação decorre de sua característica física de maleabilidade e plasticidade, ao contrário das outras PCIs, que são rígidas. Essas placas admitem construção basicamente em simples e dupla face. Por sua dimensão e peso reduzido em relação às demais PCIs, são empregadas em funções de teclado em terminais celulares, em controles, remotos ou não, de bens de consumo, *hardware* associado a computadores pessoais (impressoras, por exemplo), além de circuitos eletrônicos para controle de injeção de combustíveis em veículos. O preço médio de tais placas situa-se em torno de US\$ 20/m<sup>2</sup>. Ressalte-se que no Brasil existe apenas um fabricante dessas placas, a Pressac, enquanto a japonesa Ibidem aparece como o mais importante fabricante mundial.

Uma das formas de classificar as PCIs leva em conta o material que as constitui, que a indústria costuma designar como “laminado”.

Quando a base do laminado é um aglomerado de papel e resina fenólica, utiliza-se a nomenclatura FR-2 e, em função de seus limites quanto à resistência mecânica, o mesmo somente se presta à montagem em simples face. O principal cliente desse tipo de PCI é a indústria de aparelhos de televisão, sendo ainda bastante utilizado em aparelhos eletrônicos de consumo e eletrodomésticos de maneira geral, como, por exemplo, sistemas de som, receptores de sinais abertos de TV via satélite, jogos eletrônicos, máquinas de lavar roupa etc.

Outra classe de placa é a denominada FR-4, na qual o laminado é de fibra de vidro, material mais resistente do que aquele usado na FR-2, sendo assim encontrado também nas configurações de dupla face e *multilayer*. Em razão desse atributo, encontra aplicação em setores que necessitam de especificações mais rígidas, tais como informática, telecomunicações, controles industriais, automatização bancária, automatização comercial, entre outros.

Convém observar que existe outro tipo de laminado, genericamente designado CEM-x, constituído por um material composto de papel, resina e fibra de vidro, que pode ser entendido como um tipo intermediário entre a FR-2 e a FR-4. Inicialmente, havia apenas a configuração CEM-1, de simples face, concebida para atender aos requisitos de resistência a elevadas temperaturas e a grandes amplitudes térmicas requeridos pela indústria automotiva (eletrônica embarcada). Mais tarde, foi desenvolvida a classe CEM-3, que difere da anterior pela utilização de *jumpers* ou conectores de prata, que possibilitam contato elétrico mais eficiente entre os componentes eletrônicos do circuito.

Quanto às microvias, existem as seguintes possibilidades de substrato: FR-4, FR-5 (o *prepreg* convencional é substituído por material cerâmico), poliimida, aramida e teflon. Essas configurações, com exceção da FR-4, são exclusivas para microvias. No caso das PCIs flexíveis, o laminado pode ser do tipo poliimida ou poliéster.

É comum também denominar circuito convencional aquele cuja base é uma “placa” FR-2 e utilizar-se a terminologia “profissional” para os substratos FR-4 ou FR-5.

## Processos de Fabricação

O processo mais utilizado para a obtenção de uma PCI, conhecido como “subtrativo”, tem como ponto de partida um laminado, que sofre prensagem com uma folha de cobre sobre uma ou ambas as faces, conforme se pretenda obter uma placa de simples ou dupla face. Na seqüência, é feita a limpeza química do cobre, que recebe uma camada de material sensível à luz ultravioleta, conhecido como *photo resist*. Em seguida, procede-se à deposição de um filme que reproduz a morfologia do circuito desejado, sendo que o mesmo é exposto à luz ultravioleta (revelação fotográfica).

Convém observar que existem, nessa última camada, regiões mais escuras que protegem o *photo resist* da radiação ultravioleta, permanecendo macias ao fim do processo de revelação, ficando desprotegida a região de cobre sob as mesmas. Por outro lado, a parte mais clara do filme, sob a ação da luz ultravioleta, sofre processo de endurecimento ocasionado pela polimerização de suas moléculas, que corresponde a regiões onde o cobre ficou protegido.

Procede-se, então, à remoção mecânica da região menos resistente do *photo resist*, sendo que o cobre debaixo das outras partes, sensibilizadas pela luz e, portanto, mais resistentes, permanece protegido. Utilizando-se um processo de ataque ou corrosão, todo o cobre que ficou exposto é removido. Finalmente, a porção mais resistente do *photo resist* é retirada, aplicando-se um processo mecânico de usinagem, ficando impressas na placa as trilhas de cobre que reproduzem o formato do circuito desejado. No final, são realizados tratamentos superficiais e de acabamento, além de testes elétricos e inspeção visual em toda a superfície da placa. A seqüência de procedimentos anteriormente descrita é a base para a fabricação das camadas internas de uma PCI *multilayer*, ressaltando-se que a fase de testes é mais complexa, em razão da necessidade de se averiguar a integridade das várias camadas, principalmente com relação às regiões isolantes e aos condutores.

Para a fabricação de placas de simples e dupla face, existe uma rota alternativa ao processo descrito, sendo usual denominá-lo “aditivo”, em razão de não haver a justaposição de folhas de cobre ao laminado, como no processo subtrativo. Em uma placa de material isolante (laminado) aplica-se uma substância que será responsável pela fixação posterior do cobre, realizando-se na seqüência a impressão serigráfica do negativo que reproduz o desenho das trilhas, que consiste na aplicação de uma tinta especial. Por meio de processos químicos de deposição, o cobre preenche áreas do laminado não cobertas pela tinta, que será removida em seguida. Completando o processo, o laminado passa por tratamentos superficiais e testes.

Na prática, o processo aditivo é pouco utilizado, em razão de sua tecnologia ter sido desenvolvida e empregada por um número bastante reduzido de empresas. Mais especificamente, a Kolmorgan – empresa que detinha a patente do processo – interrompeu suas atividades, o que contribuiu decisivamente para que essa alternativa não evoluísse, inclusive por não haver incorporado a técnica de revelação fotográfica. Sobre esse aspecto, o processo subtrativo, de natureza não proprietária, dispõe cada vez mais de materiais adequados à revelação fotográfica, denominados *photo resist* ou *dry film*, para a obtenção das trilhas, sempre menores e menos espaçadas, o que vai ao encontro do requisito de miniaturização dos circuitos.

Pelo processo fotográfico, a menor trilha que pode ser obtida é de 0,10 mm, ao passo que na alternativa serigráfica são inviáveis dimensões inferiores a 0,25 mm. Assim, as PCIs multicamadas são fabricadas apenas pelo processo subtrativo, estando o processo aditivo praticamente em desuso, salvo no caso da fabricação de placas de simples face, providas de conexões ou *jumpers* de prata *strap argent*, destinadas à eletrônica embarcada automotiva.

Convém observar que a fabricação de PCI de dupla face é normalmente obtida graças a um aperfeiçoamento do processo

aditivo, conhecido como *panel plating*, que, no entanto, não requer laminado isento de cobre (insumo mais barato, portanto), além de substituir a serigrafia por revelação fotográfica. Nesse processo, utiliza-se o paládio, que atua como catalisador do processo de deposição do cobre. Além disso, a adição de estanho melhora a soldabilidade, contrapondo-se ao efeito deletério do chumbo. O processo de precipitação do cobre dura cerca de 20 horas e, como não requer corrente elétrica, não pode ser considerado galvanoplastia. Uma variante desse processo é o *pattern plating*, que possui a imagem do circuito definida antes da deposição do cobre, resultando em maior controle no percentual desse insumo na PCI acabada.

Em quaisquer dos processos anteriormente descritos, o laminado passa por furação antes das etapas de revelação fotográfica ou serigrafia, o que é feito em prensas ou furadeiras automáticas para orifícios de diâmetro a partir de 0,25 mm e por revelação fotográfica (*photovia*) para dimensões a partir de 0,10 mm. Esse tipo de usinagem deve espelhar o formato do circuito pretendido, que deve levar em consideração o seu grau de miniaturização. Terminada a fase de testes, o laminado, que já pode ser considerado como PCI acabada, é cortado para que as bordas indesejáveis sejam eliminadas e as placas impressas separadas. Isso ocorre na fabricação de PCIs de superfícies menores, pois as medidas do laminado se encontram minimamente padronizadas.

Para a obtenção de placas *multilayer*, a etapa inicial consiste na fabricação de camadas mais internas, o que normalmente é feito pelo processo subtrativo. A etapa seguinte envolve a prensagem – sob determinadas temperatura e pressão – dessas camadas, intercaladas com material isolante, comercialmente conhecido como *prepreg*. Depois, são agrupados diversos painéis (camadas internas mais *prepreg*) para a etapa de furação, cujos orifícios têm por objetivo promover o contato elétrico entre as várias camadas da PCI. Ao fim dessa etapa, procede-se à verificação do número de furos de cada conjunto, além de escovação mecânica com o intuito de remover cavacos. Devem ser agregadas também a esse conjunto as faces mais externas, de cobre, efeito obtido por imersão em banho químico, que resulta na deposição desse metal.

No processo de impressão das trilhas metálicas nas camadas externas da PCI, utiliza-se a técnica de revelação fotográfica em procedimento semelhante ao da fabricação das camadas internas, exceto pelo fato de que o *photo resist*, em relação às regiões claras e escuras, equivale ao oposto do filme utilizado nas faces internas, correspondendo ao seu “negativo”. Para a etapa de metalização dos furos, utiliza-se o método eletrolítico de deposição de cobre (galvanoplastia). Em seguida, faz-se a deposição de estanho, que vai proteger as trilhas de cobre da corrosão durante o posterior ataque, resultando no desenho do circuito pretendido. O *photo resist* e o estanho são removidos mecanicamente, ao que se segue a remoção

química (corrosão) do cobre exposto. Depois, coloca-se sobre a PCI um filme fotográfico que auxilia na preservação da integridade do circuito. Isso é feito mediante novo procedimento de exposição à luz ultravioleta, que atua no sentido de proteger os contatos elétricos da oxidação. Terminada a exposição, a parte não sensibilizada do filme é removida por meio de lavagem, havendo a cura dessa “máscara” em seguida.

Para que se possa indicar a posição de cada componente a ser montado no circuito, a simbologia correspondente é impressa com a utilização de técnica serigráfica, havendo finalmente a inclusão do acabamento de chumbo, pela imersão do painel em metal de solda fundido e sopro de ar quente. Em seguida, as bordas indesejáveis da placa são removidas por fresagem, que também se presta à separação das várias placas porventura impressas no mesmo laminado.<sup>1</sup> Complementando o processo, são realizados testes elétricos e inspeção visual, ficando as PCIs prontas para embalagem e expedição.

Mais recentemente surgiram processos de fabricação de microvias<sup>2</sup> para satisfazer alguns requisitos, advindos da miniaturização dos aparelhos eletrônicos, principalmente aqueles destinados à telefonia celular. Alguns fatores foram críticos para inviabilizar a utilização da PCI *multilayer* convencional:

- quanto menor o diâmetro do orifício, mais oneroso é o processo de furação mecânica;
- concentrar os furos de menor diâmetro, conhecidos como vias, nas camadas mais externas é economicamente mais viável;
- utilizar laminado usual, substrato de resistência mecânica adequada à sustentação dos componentes do circuito: FR-4;
- minimizar a quantidade de furos na placa (economia); e
- abrigar até duas camadas de alta densidade de microvias na PCI (configuração *multilayer*).

Existem, atualmente, duas rotas possíveis para a fabricação de microvias, concebidas a partir do processo subtrativo:

- *photo via*: pode utilizar líquido fotossensível em substituição ao filme fotográfico, sendo as microvias obtidas por revelação fotográfica (tecnologia mais antiga, praticamente restrita a empresas japonesas para a produção de placas-mãe de *notebooks*); e
- *laser*: combina o laminado convencional (FR-4) com folhas de cobre impregnadas com resina, sendo os orifícios das camadas mais internas feitos por furação a *laser* (o processo vem se consolidando como tecnologia dominante, especialmente para a fabricação de PCIs para celulares).

<sup>1</sup>O processo de furação anteriormente realizado garante uma precisa separação de cada “placa” impressa em um mesmo laminado.

<sup>2</sup>Essencialmente variações do processo subtrativo, que substituem, na maior parte dos casos, a furação mecânica pelo método a laser.

As PCIs flexíveis surgiram para atender às aplicações em que os requisitos plasticidade e miniaturização eram fundamentais, especialmente em teclados de aparelhos eletrônicos. Os processos para a sua fabricação envolvem técnicas bastante semelhantes às utilizadas para a fabricação de PCIs rígidas, exceto pela utilização de materiais que apresentam propriedades mecânicas desejadas para as camadas mais internas, principalmente a poliimida e o poliéster, sendo que a face externa da placa deve apresentar elevada resistência para que possa abrigar os componentes eletrônicos do circuito, sendo normalmente de alumínio ou aço inoxidável. Existe também a deposição de ouro sobre as trilhas de cobre com intuito de otimizar o contato elétrico entre os componentes.

## Insumos

O principal insumo da indústria de PCIs é o laminado, cujo custo representa cerca da metade do preço da PCI, no caso de a base ser FR-2, ou cerca de 25% desse preço, se a base for FR-4. Cabe observar que tanto o laminado quanto a PCI são medidas em m<sup>2</sup>. Quanto ao cobre, pode-se dizer que não representa um item crucial na estrutura de custos da indústria de PCIs, embora convenha observar que o Brasil importa concentrado de cobre.

Os clientes finais de PCIs, constituídos pelas indústrias de tecnologia da informação, telecomunicações e eletrônica embarcada, exigem que esse produto esteja de acordo com especificações técnicas bastante rígidas, como, por exemplo, as normas do organismo norte-americano United Laboratories, sendo que um processo de certificação de um fornecedor de placas pelo cliente leva entre seis meses e um ano. Além disso, na prática, tanto o laminado quanto o cobre, que devem ter altíssima precisão (composição química, tolerância dimensional etc.), são quase sempre importados.

Vale observar que normalmente o cliente envia um arquivo digitalizado da PCI pela Internet, onde está inserido o conceito de *design partnership*, ou seja, circuito e produto são projetados de forma conjunta para atender melhor às necessidades deste último. Existem fornecedores de placas que, em função da demanda dos produtos finais, estão se especializando em oferecer a seus clientes diversos tipos de PCIs, prática conhecida no mercado como *one stop shop*, sendo importante ressaltar que isso também significa aumento de eficiência (economia) no processo produtivo.

Em alguns casos, é empregada grafite como insumo na fabricação de placas, porque o carbono protege o contato metálico contra a oxidação em “botões” de controles remotos de televisores e aparelhos de som, entre outros.

No Brasil, existe apenas um fabricante de laminado com cobre – a Prepreg (ex-Perstorp) – e um fabricante de laminado nu – a Formiline. Essas empresas não atendem inteiramente à demanda da indústria nacional de PCIs, obrigada a recorrer aos fornecedores internacionais.

**A**s PCIs são componentes fundamentais, presentes em todo e qualquer bem eletrônico, seja de informática, telecomunicações, consumo, automatização ou módulo de eletrônica embarcada. A sua utilização, porém, determina que se atenda a especificações mais ou menos rigorosas, de acordo com a complexidade e responsabilidade das tarefas a serem executadas pelo produto final.

Uma forma de classificação muito comum para PCIs toma como base o laminado (placa isolante com fina camada de cobre) com o qual elas são construídas, dando origem a duas categorias:

- circuitos convencionais: utilizam laminados formados por aglomerado de papel impregnado com resina fenólica e são empregados em produtos eletrônicos de consumo como eletrodomésticos, brinquedos, áudio e vídeo; e
- circuitos profissionais: a partir de laminados de fibra de vidro, integram produtos de informática, telecomunicações, automatização e eletrônica embarcada.

Essas duas categorias referem-se aos circuitos rígidos, uma vez que os circuitos flexíveis são construídos a partir de filmes de poliéster e poliimida.

Outra classificação muito conhecida divide as PCIs de acordo com o número de camadas de trilhas metálicas impressas na placa isolante. Haveria, assim, placas de simples face, de dupla face e de múltiplas camadas ou *multilayers*. No caso das PCIs rígidas, a primeira classe geralmente corresponde aos circuitos convencionais e as outras duas aos circuitos profissionais. Quanto às placas flexíveis, esta forma de classificação também pode ser aplicada.

De acordo com o Technology Market Research Council (TMRC), em 2000 o mercado mundial de PCIs rígidas ultrapassou US\$ 38,8 bilhões, enquanto o de placas flexíveis foi de US\$ 3,9 bilhões. Analisando-se somente as placas rígidas, verifica-se que o mercado mundial a partir de 1997, quando atingiu US\$ 28,8 bilhões, tem crescido a uma taxa média anual superior a 10%.

A presença cada vez maior da eletrônica e, portanto, das PCIs na vida do homem contemporâneo, devido à informática, às telecomunicações e à eletrônica embarcada, automotiva e de bens

## **Mercado Internacional**

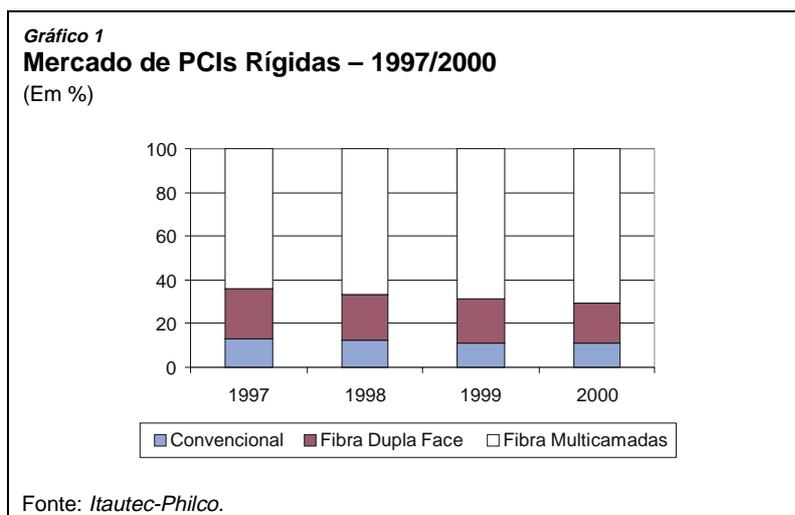
de consumo, justifica esse crescimento. Por outro lado, a crescente utilização de tecnologias mais complexas vem privilegiando o valor de mercado dos circuitos multicamadas em detrimento daqueles mais simples, como pode ser visto no Gráfico 1.

O valor das PCIs aumenta de acordo com a sua complexidade. Entretanto, a análise física do mercado mundial permite concluir que existe atualmente o predomínio dos circuitos multicamadas. Segundo o TMRC, em 2000 eles foram responsáveis por 47% do consumo mundial de laminados rígidos, enquanto os circuitos convencionais atingiram 32% e os outros circuitos 21%.

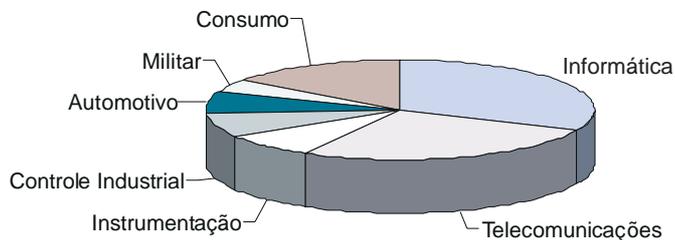
A composição da demanda em valor de PCIs rígidas, discriminada pelos vários segmentos da indústria eletrônica, pode ser vista no Gráfico 2, permitindo inferir a importância dos circuitos multicamadas.

Se, por ocasião do estudo anterior [Melo, Gutierrez e Rosa (1998)], a concentração da indústria de PCIs era pequena, isso não mais se verifica. Devido à crescente concorrência, os fabricantes de bens eletrônicos finais têm dado ênfase ao seu empreendimento principal: o fornecimento de soluções (sistemas) e equipamentos. Tais empresas, muitas das quais possuíam fábricas cativas de PCIs, vêm sistematicamente vendendo suas unidades de produção de componentes e terceirizando os serviços de montagem de placas e equipamentos. Nesse sentido, grandes montadoras de placas estabeleceram-se no cenário internacional, elevando as escalas demandadas de componentes, chegando algumas delas a adquirir plantas de produção de PCIs. Para fazer frente a essas escalas, tem ocorrido a fusão entre fabricantes de PCIs.

Por outro lado, a crescente miniaturização e sofisticação dos produtos eletrônicos vem ensejando o surgimento de PCIs



**Gráfico 2**  
**Demanda de PCIs por Setor**



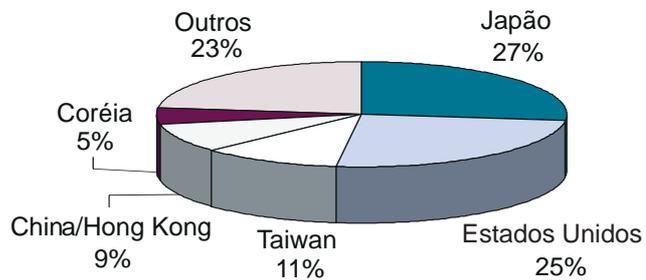
Fonte: Itaotec-Philco.

extremamente complexas, seja pelo grande número de camadas, seja pelas reduzidas dimensões de trilhas e espaçamentos e pelos diâmetros dos furos, muitos passíveis de serem obtidos apenas com a utilização de raio *laser*. Como consequência, a indústria de PCIs demanda, hoje, grandes investimentos em capital e tecnologia. Mesmo as placas de simples face, por pressões de custo, requerem elevados graus de automatização das plantas. A indústria de PCIs assume, assim, cada vez mais, contornos de uma indústria mundial e de capital intensivo.

Como indústria eletrônica globalizada, a localização das fábricas de placas de menor complexidade está se deslocando em direção à Ásia. Nos países centrais (Estados Unidos e Japão) e na Europa ficam as plantas de maior agregado tecnológico, como aquelas de placas de alta *performance* (para aviônicos, satélites, aplicações militares e médicas etc.) e as com destinação típica para grandes servidores (informática) e equipamentos de telecomunicações. Em economias emergentes, nas quais a qualificação da mão-de-obra já é elevada (por exemplo, Coréia, Taiwan e Cingapura), são produzidas placas de média complexidade, como as destinadas a microcomputadores. Já as fábricas de placas de face simples, próprias para produtos de consumo, estão basicamente concentradas na China, nas Filipinas e na Tailândia. É interessante observar que a componente de custo relativa à mão-de-obra é muito pequena nesse caso, tendo em vista a grande automatização das fábricas, não podendo, portanto, ser atribuída a ela o fato de as PCIs chinesas serem “imbatíveis” em preço no mercado internacional. Aliás, ainda não é conhecida a verdadeira causa desse fato.

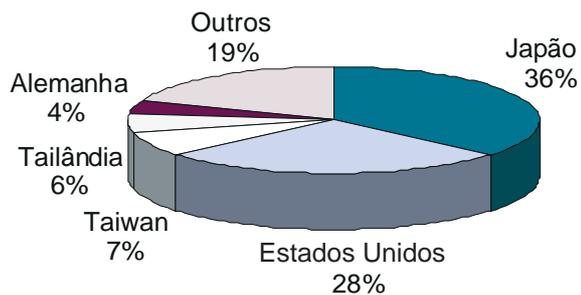
Vale destacar o papel do Japão, líder em faturamento tanto de PCIs rígidas quanto flexíveis, como pode ser visto nos Gráficos 3 e 4. Nesse país também vem diminuindo a fabricação de PCIs mais simples e aumentando a produção das placas de maior complexida-

**Gráfico 3**  
**Produção de Placas Rígidas em 2000**



Fonte: TMRC.

**Gráfico 4**  
**Produção de Placas Flexíveis em 2000**



Fonte: TMRC.

de. Por exemplo, cerca de metade das placas que utilizam as chamadas microvias são fabricadas no Japão, que as fornece para terminais celulares, câmeras digitais, *notebooks*, *palm tops* e, principalmente, bases de montagem de chips de circuitos integrados.

Os grandes fornecedores mundiais são apresentados na Tabela 1, juntamente com os respectivos países de origem. Todas essas empresas são capazes de fornecer uma imensa gama de produtos, dos mais simples aos mais complexos, seguindo a estratégia de ser capaz de suprir um fabricante OEM com todos os tipos de placa que ele necessite (conceito conhecido como *one shop*). Muitas dessas empresas possuem fábricas em mais de um país, obedecendo à lógica de localização acima descrita.

Tabela 1

**Principais Fabricantes Mundiais**

EMPRESA	LOCALIZAÇÃO
Sanmina	Estados Unidos
Viasystem	Estados Unidos
CMK	Japão
Ibiden	Japão
Hitachi Group	Japão
Nippon Mektron	Japão
Compeq Manufacturing	Estados Unidos
Multek	Taiwan
Fujitsu	Estados Unidos
Tyco PCB	Japão

Fonte: Itaotec-Philco.

A maior parte do mercado brasileiro de PCIs tem sido suprida por importações, pois, apesar de a indústria nacional ser competitiva quanto à qualidade de seus produtos e praticar preços coerentes com os fabricantes americanos e europeus, a concorrência com os países asiáticos é extremamente difícil. Lá estão localizadas as principais plantas de produtos eletrônicos do mundo e, assim, suas fábricas de PCIs operam com grandes escalas, reduzindo significativamente os preços das placas produzidas. Além disso, bens eletrônicos recentes, como terminais celulares ou equipamentos de telecomunicações de última geração, utilizam placas extremamente complexas, cuja tecnologia de fabricação ainda não está disponível no país.

O outro fator determinante das importações é que muitas PCIs fazem parte de *kits* completos para montagem, como é o caso da maioria dos bens de informática e de boa parte dos bens de consumo, tirando a competitividade econômica de foco. A baixa escala de alguns tipos de placas também tem justificado a sua importação, tanto sob a forma de placas nuas quanto de módulos ou subconjuntos montados. Vale observar que a importação, ainda que limitada, de placas montadas tem sido admitida pela Lei de Informática – que abrange grande parte dos bens para telecomunicações – e também na Zona Franca, embora o processo produtivo básico (PPB) para o complexo, de modo geral, exija a montagem dos componentes nas placas para a obtenção de benefícios fiscais.

Portanto, para dimensionar o mercado brasileiro é importante conhecer o comportamento recente da importação de PCIs, tanto na forma de placa nua como de placa montada. Segundo empresas do setor, uma placa nua representa, em média, cerca de

## Mercado Brasileiro

7% do valor de uma placa montada, o que permite saber o montante aproximado da importação de placas contidas em módulos. Por outro lado, o preço da produção interna de PCIs destinadas ao mercado brasileiro está cerca de 15% acima do equivalente internacional, correspondendo aos custos de internação. Assim, corrigindo-se esse valor faturado e somando-o ao total das importações, chega-se ao valor estimado do mercado brasileiro, em dólares FOB, como pode ser visto na Tabela 2.

Trata-se, pois, de um mercado com valor total estimado em torno de US\$ 430 milhões para 2001, considerando-se apenas o crescimento histórico médio internacional, próximo de 10% ao ano. Contudo, as restrições de ordem tecnológica fazem com que o mercado-alvo das empresas estabelecidas ou prestes a se instalar no país seja menor que o mencionado.

Assim, em trabalho elaborado para dimensionar o mercado-alvo de PCIs rígidas, uma empresa do setor analisou separadamente os segmentos de consumo, telecomunicações, informática e automotivo. Foi estimado o consumo de PCIs em cada um dos principais produtos fabricados no país, sendo os totais obtidos multiplicados pelo número de unidades produzidas nos três últimos anos. Os resultados encontrados são apresentados no Gráfico 5 com a evolução da participação de cada segmento nesse mercado, quantificado de acordo com a área produzida (metros quadrados).

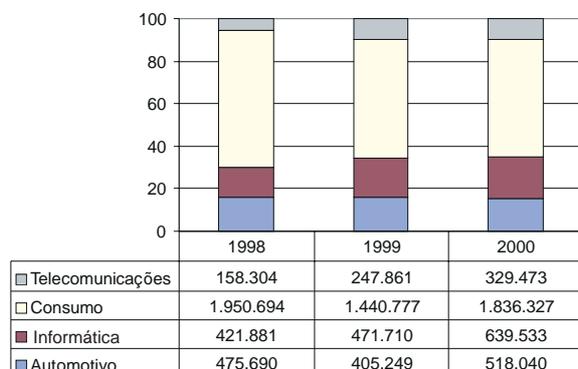
Observa-se que a demanda física visada pelas empresas brasileiras ainda está muito concentrada no segmento de consumo, principal razão da redução do mercado total em 1999, ano em que a produção da eletrônica de consumo caiu expressivamente. Como exemplo, a produção de televisores em cores, que em 1998 atingiu 5,8 milhões de aparelhos, passou para 4,1 milhões em 1999 e 5,3 milhões em 2000.

**Tabela 2**  
**Importação e Mercado Interno de PCIs – 1999/2000**  
(Em US\$ Mil)

	1999	2000
Importação de Placas Nuas	150.620	217.284
Importação de Placas Montadas	691.097	899.829
Placas Nuas Contidas nas Placas Montadas Importadas	48.377	62.988
<b>Total de Importações</b>	<b>198.997</b>	<b>280.272</b>
Faturamento para o Mercado Interno	93.000	127.000
<b>Vendas Internas Corrigidas</b>	<b>79.000</b>	<b>108.000</b>
<b>Mercado Brasileiro</b>	<b>277.977</b>	<b>388.272</b>

Fontes: Abraci, Abinee e BNDES (Secex).

**Gráfico 5**  
**Mercado-Alvo Brasileiro por Segmento (m<sup>2</sup>) – 1998/2000**  
 (Em %)



Fontes: *Empresas do setor.*

A informática se desenvolve em um mercado crescente, apesar de as estimativas terem sido bastante conservadoras, uma vez que consideraram apenas o mercado formal, sem incluir, por exemplo, a enorme parcela da informática denominada *gray market*, hoje estimada em mais de 50% do mercado total.

A penetração da eletrônica embarcada é marcante, tanto no segmento de consumo, que não vai além das placas de simples e dupla face, quanto no automotivo, que gradativamente passa a fazer uso de placas mais complexas, caso das multicamadas para as unidades controladoras, as quais, contudo, coexistem com outras mais simples, como as bases dos painéis de automóveis.

Finalmente, observa-se o crescimento do segmento de telecomunicações, pequeno em termos físicos (área total das placas), se comparado aos outros, por estar sujeito à contínua miniaturização dos equipamentos, porém demandante de placas mais elaboradas e muito mais caras, utilizadas na produção nacional, como as de grande número de camadas e as microvias.

De acordo com o trabalho mencionado na página anterior, o mercado a ser atingido pelas empresas brasileiras a curto e médio prazos situa-se ao redor de 3,3 milhões de metros quadrados. Entretanto, a produção nacional de PCIs, majoritariamente voltada para o mercado interno, tem evoluído em patamar bastante inferior, como pode ser visto na Tabela 3. Esse fato pode ser atribuído, principalmente, à importação de *kits* completos ou mesmo de placas montadas – legalmente importadas ou não – para confecção dos bens finais.

É importante observar que ao final da década de 80 o mercado interno era praticamente atendido pela produção brasileira, sendo a redução da participação nacional nesse mercado um fenômeno do início dos anos 90 e que vem se aprofundando a cada ano.

Tabela 3

**Produção Física de PCIs – 1989 e 1995/2001**(Em m<sup>2</sup>)

PRODUÇÃO	1989	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001 <sup>a</sup>
Profissional	585.000	432.000	427.000	509.000	412.000	408.000	475.000	267.000
Convencional	1.000.000	800.000	1.300.000	1.000.000	900.000	706.000	871.000	422.000
<b>Total</b>	<b>1.585.000</b>	<b>1.232.000</b>	<b>1.727.000</b>	<b>1.509.000</b>	<b>1.312.000</b>	<b>1.108.000</b>	<b>1.346.000</b>	<b>689.000</b>

Fonte: Abraci.

<sup>a</sup>Até junho.

Ele coincide com o final da reserva de mercado para a informática e a exposição das empresas brasileiras produtoras de bens eletrônicos à concorrência internacional [cf. Melo, Rios e Gutierrez (2001)]. Com o fechamento de diversas empresas, seus fornecedores passaram a ter problemas de mercado e, conseqüentemente, desapareceram também muitos fabricantes de PCIs.

O crescimento do mercado de placas em 1996 originou-se da “bolha” de consumo ocasionada pelo Plano Real, a qual não resistiu após 1997. Em 2000, observa-se uma pequena recuperação da produção nacional de PCIs, em consonância com a expansão da indústria eletrônica, apesar de o efeito de tal expansão ter sido atenuado pela maciça importação de *kits*.

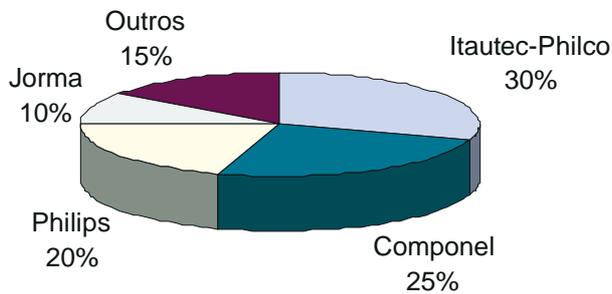
A indústria brasileira de PCIs está passando também pelo processo internacional de concentração, no qual tradicionais fabricantes têm sido vendidos, total ou parcialmente, a grandes grupos estrangeiros. Porém, o principal fenômeno aqui verificado foi a substituição pura e simples de placas nacionais por importadas. Assim, o número de empresas brasileiras de PCIs, que chegou a ser superior a 200 na década de 80, hoje se resume a cerca de 40.

Os 40 fabricantes brasileiros correspondem a uma oferta ainda pulverizada entre várias pequenas empresas, basicamente fornecedoras de placas convencionais para protótipos e séries muito pequenas, que atuam ao lado de alguns grandes fabricantes. Entre estes, encontram-se as produções cativas de placas convencionais, como as da Philips e as da Componel, empresa do grupo CCE especializada em componentes e que, a partir de uma origem cativa, vem suprindo expressivo número de clientes nos segmentos de consumo e automotivo. A Itautec-Philco (Divisão Itaucom), líder na fabricação de PCIs de simples face, tem como principais clientes a própria fábrica de eletrônicos de consumo da Itautec-Philco e a indústria de eletrônica automotiva. Nesses dois segmentos situam-se também os clientes da Jorma, uma das mais antigas fornecedoras de placas do país.

A contribuição de cada um desses fabricantes para a produção nacional de placas rígidas de simples face está representada no Gráfico 6.

Gráfico 6

**Produção Nacional de PCIs de Simples Face**



Fontes: Empresas do setor.

Quanto às placas multicamadas, a líder no Brasil é a Micro Multek (ex-Microeletrônica), que hoje pertence à Flextronics, grande montadora internacional de equipamentos OEM. A Micro Multek fornece principalmente às indústrias de telecomunicações e automotiva. Já a Itautec-Philco está iniciando a fabricação de PCIs multicamadas, produzindo também placas de dupla face para a eletrônica embarcada automotiva e para telecomunicações (Adiboard). Por fim, destaca-se a ITC Somacis (ex-Intercircuit), cujo controle passou, no final de 2000, ao grupo italiano Somacis. A antiga empresa era herdeira da estrutura de fabricação de placas cativa da Ericsson e dedicava-se ao suprimento dos fabricantes de equipamentos de telecomunicações com placas de simples e dupla face. Com o novo investidor, surgiu também uma nova linha de produção de placas multicamadas, atualmente em instalação.

Além dos *kits*, os fabricantes brasileiros enfrentam forte concorrência dos produtos asiáticos, da mesma forma que as empresas americanas e européias. Como já foi dito, estas últimas têm procurado a especialização em placas de maior valor agregado e conteúdo tecnológico inovador como estratégia para defender-se da agressiva política de preços praticada principalmente pelas fábricas chinesas. A esmagadora maioria das placas produzidas na China são de simples face, com preços da ordem de US\$ 15/m<sup>2</sup> FOB, valor abaixo do preço médio internacional, que é, para esse tipo de placa, de US\$ 18/m<sup>2</sup>. Quando internadas em Manaus, onde estão localizadas as principais demandantes brasileiras (montadoras de bens de consumo), as placas chinesas atingem US\$ 19/m<sup>2</sup>. Para enfrentar essa concorrência, as empresas brasileiras de simples face possuem o trunfo da proximidade, já que a distância inviabiliza as revisões de projeto das placas, necessárias à evolução e às adaptações dos bens finais ao mercado consumidor. Esse trunfo é eficaz quando a velocidade de resposta tem primazia sobre o diferencial de preços, uma vez que a PCI de simples face produzida no Brasil, em média,

é superior a US\$ 25/m<sup>2</sup>, sem impostos. Naturalmente esse preço varia em função da escala, possibilitando que para grandes séries sejam utilizadas linhas automatizadas que permitem atingir valores mais reduzidos.

Já a indústria automobilística requer garantia de qualidade e alta confiabilidade dos produtos eletrônicos. Conseqüentemente, o desenvolvimento dos fornecedores de PCIs é demorado, sendo necessária a homologação de produtos não apenas junto às montadoras de módulos eletrônicos, mas também junto aos projetistas dos próprios veículos. Tais requisitos de qualidade, nem sempre atendidos pelas indústrias asiáticas, representam um argumento a favor da indústria brasileira. Nesse sentido, têm sido verificadas vendas de PCIs para montadoras no exterior, principalmente pela Itautec-Philco, que em 2000 exportou US\$ 13,5 milhões.

Além da necessidade de maiores escalas, os principais entraves à redução de preços pela indústria brasileira são a grande carga tributária que incide sobre os produtos, principalmente os impostos cumulativos, e a dependência de matérias-primas importadas.

Há alguns anos a indústria de PCIs vem pleiteando a compatibilização das alíquotas de imposto de importação e de IPI que incidem sobre os seus principais insumos com as correspondentes alíquotas das placas nuas. Segundo a Abraci, uma política industrial de incentivo à produção local de componentes deveria desonerar tanto quanto possível as matérias-primas frente à taxaço do produto final, de forma que as placas nacionais tivessem maior competitividade quando comparadas com as importadas. Na Tabela 4 podem ser vistas as alíquotas referentes às placas nuas e aos principais insumos utilizados na fabricação das PCIs, bem como as respectivas participações desses insumos na composição de custos de uma placa média. Cabe observar adicionalmente que tanto o *dry film* quanto a tinta para máscara de solda, além das brocas para furação, têm origem externa.

O pleito da Abraci tem apoio também da Abinee e foi levado à discussão no Fórum da Competitividade do Complexo Eletrônico,

**Tabela 4**  
**Insumos, Custos e Tributação de PCIs**  
(Em %)

BENS	IMPOSTO DE IMPORTAÇÃO	IPI	PARTICIPAÇÃO NOS CUSTOS
Placa Nua de Circuito Impresso	13	10	-
Laminado Cobreado	15	4	24
<i>Dry Film</i>	17	18	14
Tinta para Máscara de Solda	17	0	9
Brocas	21	8	1,5

Fonte: Abraci.

coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Aprovada inicialmente, a idéia de compatibilização de tarifas está sendo estudada para todos os produtos do complexo, em particular para os componentes eletrônicos, sendo aguardada ainda para este ano uma proposta do governo federal sobre o assunto.

Como foi visto, o principal insumo utilizado pela indústria de PCIs brasileira é o laminado, que possui um único fornecedor nacional e não atende a todo o mercado, tornando obrigatória a importação de laminados, especialmente aqueles de menor demanda. Os preços praticados por esse fornecedor, segundo a indústria de PCIs, aproximam-se dos preços internacionais dos laminados similares acrescidos dos custos de internação.

A Tabela 5 mostra a evolução das importações de laminados FR-2 e FR-4 nos últimos anos e permite a sua comparação com as vendas da indústria brasileira de PCIs no mercado interno.

*Tabela 5*

**Importação de Laminados e Faturamento Local – 1997/2000**

(Em US\$ Mil)

	1997	1998	1999	2000
<b>Faturamento Local</b>	<b>80.000</b>	<b>72.000</b>	<b>93.000</b>	<b>127.000</b>
Importação de FR-2	2.610	1.440	2.742	5.140
Importação de FR-4	4.694	1.297	856	3.338
<b>Total das Importações</b>	<b>7.304</b>	<b>2.737</b>	<b>3.598</b>	<b>8.478</b>

Fonte: *Abraci (Secex)*.

**A**té 30 de junho de 2001, persistia a tendência de aumento do déficit da balança comercial do complexo eletrônico, que, comparado ao primeiro semestre de 2000, apresentou aumento surpreendente de 43%, conforme mostra a Tabela 6.

Desde que esses índices passaram a ser acompanhados sistematicamente (1990), nunca ocorreu, de um ano para outro, variação tão expressiva. Note-se ainda que as exportações mantiveram-se muito próximas dos valores do primeiro semestre de 2000 (99,8%), houve um aumento extraordinário das importações de equipamentos para telecomunicações (70,8%) e manteve-se o ritmo de crescimento das importações de componentes isolados (+ 10,5% no período).

Esses dois setores responderam por 84% do déficit comercial do complexo em 2001 e tradicionalmente vêm se mantendo à frente dos demais setores, ainda em relação ao déficit. Adicionalmente, o setor de eletrônica de consumo (único a ter saldo positivo em

## Comércio Exterior

### A Balança Comercial do Complexo Eletrônico

Tabela 6

**Brasil: Balança Comercial do Complexo Eletrônico – 1996/2001**

DISCRIMINAÇÃO	1996	1997	1998	1999	2000	2000 <sup>a</sup>	2001 <sup>a</sup>
<b>Importações</b>	<b>6.480,5</b>	<b>7.536,3</b>	<b>6.833,1</b>	<b>6.561,6</b>	<b>8.751,6</b>	<b>3.769,6</b>	<b>4.911,7</b>
Informática	1.454,3	1.489,1	1.528,7	1.447,0	1.853,0	829,2	893,9
Eletrônica de Consumo	1.037,1	1.048,4	622,7	370,4	411,4	189,1	215,5
Telecomunicações	1.925,2	2.664,2	2.578,7	2.540,3	3.160,0	1.264,0	2.159,1
Componentes	2.063,9	2.334,6	2.103,0	2.203,9	3.327,2	1.487,3	1.643,2
<b>Exportações</b>	<b>1.006,2</b>	<b>1.157,5</b>	<b>1.153,1</b>	<b>1.403,7</b>	<b>2.452,5</b>	<b>1.107,5</b>	<b>1.105,3</b>
Informática	280,7	267,9	247,3	336,8	374,7	175,8	152,6
Eletrônica de Consumo	386,1	411,5	371,0	353,5	433,7	221,0	198,8
Telecomunicações	154,1	288,1	329,1	484,2	1.310,3	565,4	615,8
Componentes	185,3	190,0	205,7	229,2	333,8	145,3	138,1
<b>Déficit</b>	<b>(5.474,3)</b>	<b>(6.378,8)</b>	<b>(5.680,0)</b>	<b>(5.157,9)</b>	<b>(6.299,1)</b>	<b>(2.662,1)</b>	<b>(3.806,4)</b>

Fonte: Secex. Agregação BNDES.

<sup>a</sup>Até junho de cada ano.

2000) voltou a apresentar déficit, fortemente influenciado pelo crescimento das vendas dos aparelhos DVD (*digital video disk*), quase que em sua totalidade adquiridos no exterior sob a forma de *kits*.

As Tabelas 7 e 8 apresentam de forma detalhada o movimento das exportações e das importações desses dois setores.

O aumento das importações de equipamentos de telecomunicações atingiu praticamente todos os segmentos. A exceção foram as partes e peças para celulares, que apresentaram queda em função da desaceleração do crescimento da demanda interna e da redução das vendas externas, notadamente para a Argentina.

Uma das razões para esse crescimento nas compras externas pode estar na utilização, pelas operadoras de serviços, do ex-tarifário instituído pela Resolução 6 da Camex, de 22 de março de 2001, que reduziu para 4% as alíquotas de importação incidentes sobre os "sistemas integrados de redes multisserviços por comutação ATM e TDM para tráfego multimídia". A especificação de tais "sistemas" inclui itens das posições 8471.8019, 8517.3011, 8517.3069 e 8517.5041.

O déficit comercial do setor de componentes não surpreende, uma vez que ainda não houve implantação de unidade fabril de porte no país de tais insumos. Além disso, a eletrônica continua a ganhar espaço com o crescimento da informática e das telecomunicações, assim como a eletrônica embarcada vem sendo incorporada aos mais diversos produtos.

Registre-se que as exportações de componentes só têm alguma expressão em relação aos itens cinescópios (LG, Philips e Samsung), capacitores (Icotron e Epcos) e circuitos integrados (res-

Tabela 7

**Brasil: Balança Comercial do Setor de Telecomunicações – 1996/2001**

(Em US\$ Milhão)

DISCRIMINAÇÃO	1996	1997	1998	1999	2000	2000 <sup>a</sup>	2001 <sup>a</sup>
<b>Importações</b>	<b>1.925,2</b>	<b>2.664,2</b>	<b>2.578,7</b>	<b>2.540,3</b>	<b>3.160,0</b>	<b>1.264,0</b>	<b>2.159,1</b>
Terminais Telefônicos	25,4	51,3	43,4	32,0	47,3	18,5	22,0
Comutação de Voz e Dados	108,2	207,6	219,9	279,5	435,5	142,4	277,3
Multiplexação	79,8	152,8	144,3	180,1	299,8	104,4	211,1
Partes e Peças para Comutação e Multiplexação	170,0	242,4	292,7	328,6	471,0	182,7	302,1
ERBs	588,5	509,5	294,6	224,7	44,5	17,3	49,4
Telefones Celulares	–	27,3	120,6	110,4	4,7	1,5	3,5
Outros Transmissores	31,2	318,4	335,7	213,9	311,0	118,2	220,8
Outros Aparelhos de Telecomunicações	177,7	229,1	230,2	140,1	264,8	108,7	255,6
Fios, Cabos e Outros Condutores	261,0	312,6	296,1	231,9	365,2	137,9	453,4
Partes e Peças para Transmissores	483,4	613,2	601,2	799,1	916,2	432,4	363,9
<b>Exportações</b>	<b>154,1</b>	<b>288,1</b>	<b>329,1</b>	<b>84,2</b>	<b>1.310,3</b>	<b>565,4</b>	<b>615,8</b>
Terminais Telefônicos	1,3	6,8	8,4	13,2	17,8	9,2	6,2
Comutação de Voz e Dados	19,2	26,1	12,3	30,9	16,3	8,7	8,8
Multiplexação	15,2	49,8	27,0	8,6	7,5	5,0	6,6
Partes e Peças para Comutação e Multiplexação	22,2	17,1	28,6	31,2	71,8	24,0	27,4
ERBs	7,1	0,2	5,3	43,5	161,6	62,2	120,9
Telefones Celulares	–	84,7	104,2	188,2	717,0	285,6	273,5
Outros Transmissores	1,8	7,1	37,0	48,8	70,0	27,0	47,1
Outros Aparelhos de Telecomunicações	6,9	16,1	29,3	16,0	12,0	5,0	5,8
Fios, Cabos e Outros Condutores	64,5	60,7	56,6	72,9	117,6	60,7	65,8
Partes e Peças para Transmissores	15,9	19,5	20,4	30,9	118,7	78,0	53,7
<b>Déficit</b>	<b>(1.771,1)</b>	<b>(2.376,1)</b>	<b>(2.249,6)</b>	<b>(2.056,1)</b>	<b>(1.849,7)</b>	<b>(698,6)</b>	<b>(1.543,3)</b>

Fonte: Secex. Agregação BNDES.

<sup>a</sup>Até junho de cada ano.

tritas às memórias montadas, a partir de *wafers* importados, pela Itautec).

Os circuitos integrados correspondem a 50% das importações totais de componentes adquiridos isoladamente, atingindo quase US\$ 820 milhões no primeiro semestre de 2001. Outras estimativas de empresas do complexo apontam para importações anuais entre US\$ 3 bilhões e US\$ 4 bilhões de circuitos integrados que entram no país já montados em placas ou produtos acabados.

Tabela 8

**Brasil: Balança Comercial do Setor de Componentes – 1996/2001**

(Em US\$ Milhão)

DISCRIMINAÇÃO	1996	1997	1998	1999	2000	2000 <sup>a</sup>	2001 <sup>a</sup>
<b>Importações</b>	<b>2.063,9</b>	<b>2.334,6</b>	<b>2.103,0</b>	<b>2.203,9</b>	<b>3.327,2</b>	<b>1.487,3</b>	<b>1.643,2</b>
Capacitores	128,3	133,6	101,9	119,4	200,8	92,1	95,1
Resistores	69,0	83,6	74,5	68,4	94,4	41,1	54,2
Diodos e Transistores (Semicondutores Discretos)	186,7	198,6	215,6	254,5	354,4	161,3	174,6
Circuitos Impressos	90,1	108,6	119,4	139,1	217,5	92,4	111,1
Circuitos Integrados	809,6	940,7	866,5	1.059,5	1.568,0	712,0	816,8
Cinescópios e Válvulas	532,8	522,2	392,9	286,3	523,7	235,0	225,8
Dispositivos de Cristal Líquido	18,3	19,9	24,8	67,6	120,9	57,8	43,3
Outros Componentes	229,1	327,4	307,4	209,1	247,5	95,6	122,3
<b>Exportações</b>	<b>185,3</b>	<b>190,0</b>	<b>205,7</b>	<b>229,2</b>	<b>333,8</b>	<b>145,3</b>	<b>138,1</b>
Capacitores	35,9	35,3	36,4	31,0	39,7	17,9	19,5
Resistores	23,1	24,6	20,8	18,9	18,2	9,2	5,0
Diodos e Transistores (Semicondutores Discretos)	4,8	7,4	12,3	7,6	9,2	3,8	5,7
Circuitos Impressos	17,7	20,2	13,5	12,3	18,7	7,1	11,0
Circuitos Integrados	8,8	7,8	5,8	6,1	41,5	6,5	16,8
Cinescópios e Válvulas	78,7	82,5	102,2	134,6	180,3	93,2	71,0
Dispositivos de Cristal Líquido	–	–	0,5	1,9	0,6	0,1	0,2
Outros Componentes	16,3	12,2	14,2	16,8	25,6	7,5	8,9
<b>Déficit</b>	<b>(1.878,6)</b>	<b>(2.144,6)</b>	<b>(1.897,3)</b>	<b>(1.974,7)</b>	<b>(2.993,4)</b>	<b>(1.342,0)</b>	<b>(1.505,1)</b>

Fonte: Secex. Agregação BNDES.

<sup>a</sup>Até junho de cada ano.

## A Balança Comercial das PCIs

O comércio externo de PCIs pode ocorrer por meio de compra e venda das chamadas placas nuas – *printed circuit bare* (PCB) –, em que a placa é adquirida somente com as trilhas e furos, e por meio das placas já montadas, total ou parcialmente, em que os componentes eletrônicos já estão conectados à placa.

Note-se que na balança comercial de componentes apresentada no item anterior constam somente as placas nuas, enquanto as placas montadas aparecem distribuídas nos diversos setores, seguindo uma classificação, pela NCM, que busca uma correspondência com seu uso final. Os principais itens pesquisados localizam-se nas posições a quatro dígitos 8473, 8517, 8529, 8542 e 9032. Observe-se também a dificuldade de pesquisar isoladamente a quantidade de placas incluídas na eletrônica embarcada, notadamente as que compõem módulos importados de forma “fechada”.

A Tabela 9 mostra os volumes de importação e exportação desde 1996.

Enquanto as placas nuas tiveram a sua importação evoluindo a uma taxa média de 24% a.a., as placas montadas apresentaram crescimento médio no período mencionado de 19%, o que poderia indicar uma certa tendência de montagem interna para seguir o PPB. Os valores, contudo, são muito díspares, com um volume de placas montadas muito superior, não possibilitando uma projeção favorável ao PPB na sua forma atual, sequer como indutor da mera montagem interna.

Merece atenção o fato de que até abril de 2001 percebia-se uma tendência de aumento do déficit, tanto de placas nuas como de placas montadas, sendo que representantes do setor acreditam num déficit global superior a US\$ 1,2 bilhão.

Tabela 9

**Brasil: Balança Comercial de Circuito Impresso e Placa Montada – 1996/2001**

ANO	IMPORTAÇÃO		EXPORTAÇÃO		SALDO COMERCIAL	
	PCIs	Placa Montada	PCIs	Placa Montada	PCIs	Placa Montada
1996	90.101	438.454	17.719	90.799	72.382	347.655
1997	108.890	451.578	20.194	26.240	88.696	425.338
1998	120.393	547.185	13.511	23.085	106.882	524.100
1999	150.620	691.097	12.281	34.071	138.339	657.026
2000	217.284	899.829	18.677	74.013	198.607	825.816
2001 <sup>a</sup>	76.318	319.024	6.052	23.699	69.815	295.325

Fonte: Abraci/Secex.

<sup>a</sup>Até abril.

O segmento de PCIs vem apresentando crescimento expressivo da demanda nos últimos anos, refletindo a incorporação da eletrônica em todos os setores da economia.

## Conclusão

O Brasil apresenta competitividade crescente nas placas mais simples, utilizadas na eletrônica de consumo e mesmo em alguns itens da eletrônica embarcada automotiva.

Ocorre, porém, que o mercado aponta para uma evolução tecnológica cada vez maior, rumo às placas multicamadas, de maior valor agregado e utilizadas intensamente nos setores mais dinâmicos do complexo, a saber: a informática e a automatização e as telecomunicações.

Sem fabricantes de porte dessas placas, às quais se incorporam atualmente as *microvias*, o país não poderá contar com um instrumento importante para romper o esquema de importação de *kits* completos que caracteriza grande parte da indústria eletrônica instalada no país.

Entretanto, os dados do mercado brasileiro referentes a placas e a produtos finais mostram a existência de oportunidades de investimento na implantação de fábricas de PCIs, no estado da arte, tanto de produtos de informática, em que se destacam as placas-mãe para computadores pessoais (produção interna de três milhões e meio de unidades em 2001), quanto de placas repetitivas para telecomunicações, como as placas de assinantes para telefonia fixa e as placas de função semelhante nas estações rádio-base de telefonia celular. Não é de se desprezar também o mercado de placas para terminais de telefones celulares, cuja produção, acredita-se, poderá estabilizar-se em torno de 10 milhões de unidades nos próximos anos, produto que apresenta, inclusive, expressiva exportação.

Identifica-se, assim, nesse segmento, a necessidade de atração de *players* internacionais, ao lado do apoio à expansão e à modernização do parque hoje existente.

Finalmente, é oportuno frisar que o BNDES vem apoiando os investimentos da Itautec na implantação de linhas de multicamadas, bem como, através de apoio à CCE, vem ajudando a consolidá-la como grande fornecedora de placas mais simples.

## Referências Bibliográficas

MELO, P. R. S., GUTIERREZ, R. M. V., ROSA, S. E. S. Complexo eletrônico: o segmento de placas de circuito impresso. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 7, p. 93-108, mar. 1998.

MELO, P. R. S., RIOS, E. C. S. D., GUTIERREZ, R. M. V. Componentes eletrônicos: perspectivas para o Brasil. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 13, p. 3-64, mar. 2001.

<http://www.abinee.org.br>

<http://www.abraci.org.br>

<http://www.mektron.co.jp>

<http://www.viasystems.com>

<http://www.ipc.org>