

Programa Nacional de Microeletrônica – Design
Atração, Fixação e Crescimento de Empresas de Projeto de Componentes
Microeletrônicos no Brasil
Ministério da Ciência e Tecnologia
Secretaria de Política de Informática

No Brasil de hoje, empresarialmente amadurecido, não resta qualquer dúvida sobre a importância da microeletrônica, com seus componentes de inovação, redução de custo e compactação, na competitividade das empresas.

A grande questão sempre foi a inserção competitiva deste setor no País, até agora sem grandes sucessos.

Esforços nacionais de manufatura foram feitos e algumas empresas na época da reserva de mercado instalaram unidades em nosso território, visando o mercado local, e retiraram-se quando da abertura abrupta de mercado na década de 90. Restaram pouquíssimas empresas locais e apenas uma continua do mesmo porte da época, a Itaucom, montando e testando circuitos integrados – memórias.

O que é importante constatar é que todo o esforço resultou num contingente de recursos humanos qualificados que pode e deve ser aproveitado em prol do crescimento econômico do País.

Os componentes eletrônicos foram responsáveis por um déficit da balança comercial da ordem de R\$3 bilhões em 2000. Mais da metade deste valor, R\$1,7 bilhões, deveu-se aos circuitos integrados.

Com produção local irrisória e com o constante aumento da participação desses componentes no valor dos produtos eletrônicos, em praticamente todos os setores industriais, esta cifra só tende a aumentar.

Portanto, faz-se necessário um esforço nacional para diminuir o impacto negativo dessa situação na economia do país.

A proposta do Programa Nacional de Microeletrônica – Design - inova no foco empresarial, buscando atrair, fixar e promover o crescimento de DESIGN HOUSES – empresas de projeto de circuitos integrados - no País, valendo-se do racional da capacitação básica existente, da enorme demanda de pessoal capacitado em projeto em todos os países desenvolvidos, da oportunidade de atração externa que o crescimento acelerado do setor das Tecnologias da Informação vem trazendo e, da constatação que a agregação de riqueza local oriunda do segmento de maior valor agregado na cadeia de produção de CIs(chips) – o projeto – é muito mais abrangente, com maior oferta de trabalho de alto nível e de melhor relação custo/benefício.

Paralelamente, as estruturas de apoio a processo implantadas nas universidades com o apoio do programa ajudam a viabilizar a ação de capacitação na área de processos em geral, incluindo-se aí tecnologias emergentes como a nanotecnologia.

Conceito

Para um melhor entendimento do Programa a FIG 1, a seguir, busca sintetizar o movimento existente em torno de uma comunidade robusta de projetos de CIs.

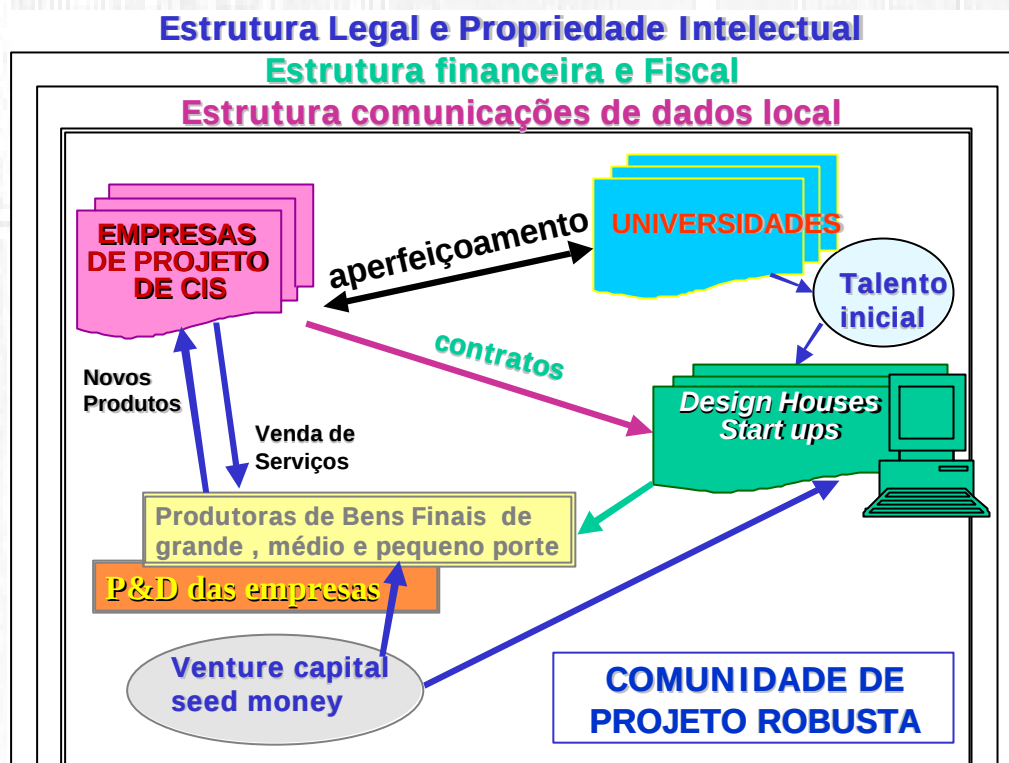


FIG 1

As estruturas legal e de propriedade intelectual, financeira e fiscal e de comunicações de dados formam a moldura necessária que um país precisa apresentar para a atração e fixação de empresas atuantes no setor.

Universidades de excelência geram o Talento Inicial necessário para a disseminação e implantação de *start ups* de *design houses*, pequenas empresas de projeto que comercializam sua propriedade intelectual, nos mercados local e internacional.

As empresas de projeto de CIs, em geral de grande porte, internacionais, são atraídas aos países que oferecem recursos humanos qualificados e facilidades de disseminação do conhecimento em projeto que garanta um ambiente de competição não selvagem.

Os novos produtos de solução eletrônica, hoje quase que exclusivamente *chips* +*software*, obrigam a um relacionamento estreito dos produtores de bens finais com as empresas de CIs, na concepção destes produtos, seja ele um automóvel, um roteador ou um brinquedo.

A existência no País de Empresas Internacionais de Projeto acaba por atrair as engenharias de suas clientes, em função da relação mais próxima entre elas, fortalecendo as engenharias e o P&D destas empresas no País.

Para fazer frente à demanda internacional as empresas de projeto de CIs vão buscar no mercado pequenas *design houses* com soluções e/ou capacitação em projeto para acelerar seus desenvolvimentos, contratando as *start ups*.

Ao mesmo tempo estas *design houses* oferecem ao mercado de pequenas empresas locais de bens finais a oportunidade de incorporar ao seu produto a inovação, compactação, confiabilidade e oportunidade que os CIs trazem, ajudando a acelerar a entrada destas empresas no mercado internacional, ansioso por inovações.

A hoje crescente área de *venture capital* e *seed money* apóia o crescimento tanto das *design houses* como das próprias empresas de bens finais criando-se uma comunidade robusta de projeto, responsável pela aceleração da inovação e conseqüente oportunidade de entrada dos produtos no mercado internacional.

Equacionamento

Para garantir a formação da comunidade robusta de projeto pretendida o programa apóia-se em três pontos que a FIG 2 resume.



FIG. 2

O tripé de equacionamento apoio trata de:

- 1) formação de Recursos Humanos e estrutura de suporte tecnológico para a própria formação de RH
- 2) atração de empresas de projeto de CIs internacionais, desenvolvimento e disseminação de *start ups* de *design houses*, numa parceria entre governos federal e estadual e empresas de microeletrônica e de bens finais, e
- 3) acesso a mercados, tanto local como internacional, com o apoio das próprias empresas que podem agir como *brokers* internacionais, com a participação crescente de residentes para aprendizagem dos processos.

Operacionalização

A aceleração da formação de Recursos Humanos torna-se imperiosa tanto para a atração das empresas de CIs como para a geração das *start ups* que viabilizam o programa.

A FIG 3 dá uma idéia geral desta operacionalização.

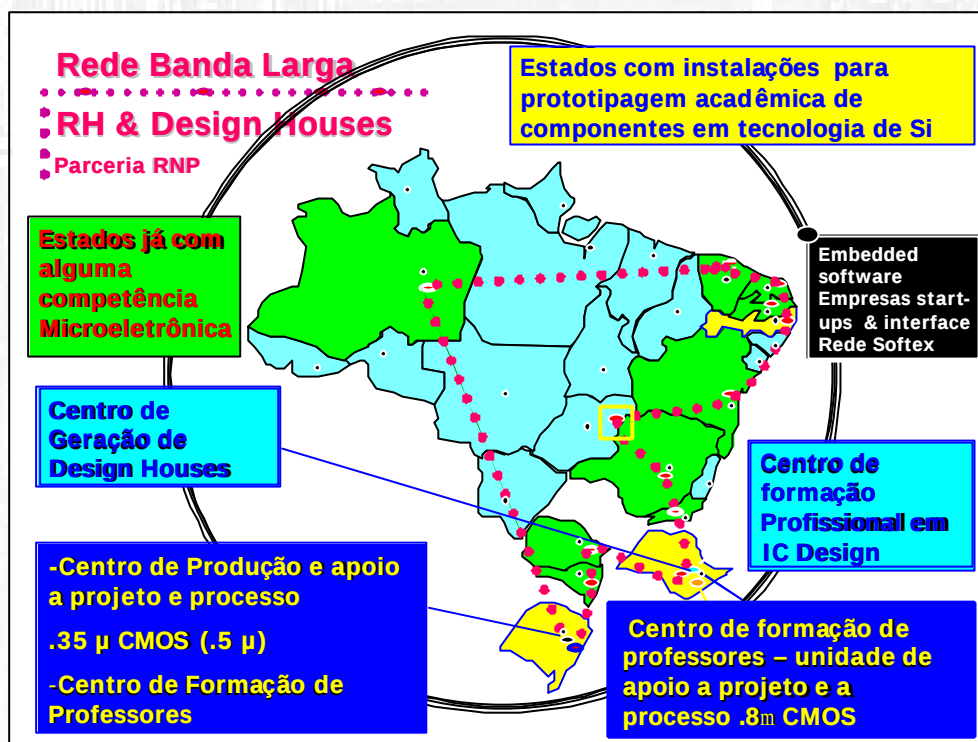


FIG 3

Estados Âncora

O Programa adotou a estrutura de dois Estados âncoras, parceiros fundamentais do Programa, o Estado de São Paulo - SP e o Estado do Rio Grande do Sul - RS, a partir dos quais se estende uma rede de alta velocidade para os demais Estados com capacitação inicial na área e atinge os demais Estados da Federação na promoção de *start ups* para o desenvolvimento de CIs e *embedded software*.

O Programa rodará sobre uma rede de banda larga (alta velocidade), numa parceria com a RNP – Rede Nacional de Pesquisa - como um programa temático de utilização deste tipo de rede. A rede apóia o transporte de dados e interliga os Estados âncora e os Centros de Formação e apoio às *design houses* nos 12 Estados e no DF, onde já há alguma competência em microeletrônica no Brasil.

Destes, 3 Estados: Pernambuco, São Paulo e Rio Grande do Sul apresentam instalações para prototipagem acadêmica de componentes em tecnologia de Silício (Si), além de competência na área de projeto de CIs.

A interface com a rede Softex permitirá o desenvolvimento de empresas de software dedicadas a *embedded software*, provendo soluções para os produtos microeletrônicos. A rede

de microeletrônica estará disponível de forma operacional nos Estados em Setembro e já está em ritmo acelerado para fechar o link com Manaus, AM.

O Estado âncora RS será sede do **Centro de Produção e Apoio a Projeto e Processo**, com um processo padrão de .35 μ CMOS (rodará provavelmente em .5 μ) e também um **Centro de Formação de Professores**, este já em operação com a primeira turma em funcionamento, em parceria com a UFRGS.

Os equipamentos do Centro de Produção são cedidos pela Motorola Semicondutores.

O Estado âncora SP será sede do **Centro de Apoio a Projeto e Processo**, com a atualização de suas instalações com equipamentos para .8 μ CMOS e também um **Centro de Formação de Professores**, também já em operação na UNICAMP - LED e na USP- LSI

Os equipamentos do Centro de Apoio também são cedidos pela Motorola Semicondutores.

Esforço Acadêmico

O esforço acadêmico permitirá a mudança de cenário brasileiro na área no curto e longo prazos, com a multiplicação de recursos humanos qualificados no setor.

A tabela 1 mostra um levantamento dos recursos humanos - doutores e mestres - formados anualmente.

Tabela 1	Instituição	Mestre	Doutor	Total
	UFRGS	11	4	15
	UFSC	2	1	3
	EPUSP	9	6	15
	UNICAMP	8	5	13
	UFRJ	2	2	4
	EFEI	2		2
	UFPe	3	1	4
	UnB	4	1	5
	Total	41	20	61

A Tabela 2 mostra um resumo dos recursos humanos formados, junto com uma sugestão de números alvos anuais de longo prazo, tendo por base, os números encontrados nos países como França, Canadá e Inglaterra. Estes dados nos dão uma estimativa do esforço necessário que deve ser feito pelo setor acadêmico.

Tabela 2	Alunos/ano	Atual	Alvo	Fator X
	Mestres	41	300	7,5
	Doutores	20	80	4

Abaixo uma relação dos grupos universitários que atuam na área:

UFRGS:	Informática, Engenharia e Física
UFSC	Engenharia
USP	Escola Politécnica, Escola de Engenharia de São Carlos, Física
UNICAMP	Engenharia, CCS, Física e Computação
UNESP	Engenharia de Guaratinguetá e Engenharia de Ilha Solteira
ITA	Engenharia Elétrica, Física.
UFRJ	Engenharia e NCE
UFMG	Computação e Física
EFEI	Engenharia (Itajubá)
UnB	Engenharia
UFBA	Engenharia
UFPe	Engenharia e Física
UFPb	Engenharia
UFRN	Informática
UFSM	Eletrônica e Computação
UFPeI	Computação
PUCRS	Informática e Elétrica

Entre os grupos acima, apenas 4 instituições possuem instalações completas de fabricação de componentes em tecnologias de silício: UFRGS (IF), UNICAMP (CCS), USP (Politécnica) e UFPe (IF).

Outros centros não universitários relacionados: ITI, LNLS, INPE, I. Eldorado.

Especialização Profissional em projeto de CIs.

A par deste esforço de formação acadêmica, a componente de formação profissional de recursos humanos já está estruturada e é baseada em curso de projetista de circuitos integrados em operação e que já contabiliza cerca de 30 profissionais formados em projeto de circuitos integrados, aptos a realizar projetos aceitos internacionalmente, todos absorvidos pelo setor produtivo.

Este Centro terá a responsabilidade de especialização de pessoal nas técnicas de projeto de CIs, já com o foco de imediata absorção pelas empresas de projeto assim como para estimular a criação de *design houses*.

A formação está dividida em duas fases, durante as quais o curso será ministrado em um número crescente de localidades. Cada curso, inicialmente, terá a capacidade de formar 25 profissionais e duração de nove meses.

Inicialmente as atividades estão tendo lugar em Campinas, sob o gerenciamento do Instituto Eldorado e apoio técnico da Motorola Brasil – Brazil Semiconductor Technology Center – e das universidades envolvidas no processo.

O treinamento é aberto a todos os interessados através de pré-qualificação e o objetivo é estender, meio eletrônico, via rede, aos demais pontos de capacitação no País, em centros equipados para este fim.

A extensão se dará na segunda fase, quando o curso será ministrado concorrentemente no Instituto Eldorado e, por meio eletrônico, nos centros de mais três cidades brasileiras, preferencialmente distribuídas nas regiões sul, sudeste e nordeste.

A meta estabelecida é de especialização profissional de pelo menos 300 novos profissionais até 2003.

Os cursos contemplarão projeto de circuitos integrados digitais, analógicos e mistos, além de matérias relacionadas ao estímulo ao empreendedorismo.

A ementa mínima a ser seguida é apresentada na tabela 1, e será acrescida das disciplinas apropriadas.

A especialização visa tanto atender à demanda crescente das empresas de CIs aqui instaladas como a criação de *start ups* nos diversos Estados da Federação, ancoradas à rede.

MICROELETRÔNICA DIGITAL	
Introdução: Metodologia atual de Projeto de Circuitos Integrados; Fluxo de design, top down (alto ao baixo nível de abstração), modelamento HDL em diferentes níveis de abstração.	4 h
Fundamentos de Microeletrônica : Transistores, processo de fabricação, tecnologias de fabricação, modelos de simulação, layout, células básicas, FPGAs (matriz de portas programáveis por campo elétrico).	36 h
Linguagens de Descrição de Hardware : Principais características e aplicações do Verilog HDL.	40 h
SRS (Semiconductor Reuse Standards): Normas e regras para utilização do SoC (Systems on Chip), IP blocks reuse (utilização de blocos com propriedade intelectual), cores (núcleos de CPU).	8 h
Clocking : Design de circuitos síncronos versus projetos de circuitos assíncronismo, Skew (desvio de relógio), Clock tree , enable, reset, registradores.	32 h
Síntese de Circuitos e STA (Static Timing Analysis): Síntese de circuitos, modelamento HDL para síntese, STA, ferramentas, otimização de blocos, mapeamento para definição de uma tecnologia alvo, timing constraints (limites de tempo para o circuito), back annotation (cálculo introduzido na simulação para cobrir as carac. do circuito).	72 h
Testabilidade: DFT, Scan Cells, BIST, ATPG	40 h
Microcontroladores: Arquitetura HCO5/08 (atividades de laboratório utilizando kit Motorola ou simulador)	32 h
Verificação Funcional: Spec tagging, test benches, code coverage, drivers, monitors.	16 h
Projeto de fim de curso: Implementação do design de um sistema utilizando FPGA.	120 h
Empreendedorismo: Disciplinas voltadas para direcionar e despertar a capacidade de criação de novas empresas e novos negócios.	80 h
TOTAL	480 h

MICROELETRÔNICA ANALÓGICA	
Introdução: Metodologia atual de Projeto de Circuitos Integrados, Fluxograma do Design de Circuitos Integrados	4 h
Fundamentos de Microeletrônica : Modelos para Dispositivos de Circuitos Integrados, estrutura e funcionamento do transistor MOS, parâmetros de transistores de pequena geometria, capacitância, circuitos equivalente para pequenos sinais.	40 h
Tecnologia de Circuitos Integrados: Fabricação e fluxos de processo, considerações para economia e empacotamento na fabricação de circuitos integrados.	20 h
Blocos Básicos de Construção em Microeletrônica: Amplificadores a um e dois transistores, par diferencial, fontes de corrente e espelhos de corrente.	40 h
Amplificadores Operacionais & Realimentação: Aplicações do Amp Op, resposta em frequência, técnicas de compensação de off set, slew rate, realimentação.	40 h
Células Básicas de Microeletrônica: Estágios de saída, comparadores de tensão, Schmidt triggers, Gerador de bandgap, referenciais de corrente, sensores de temperatura.	40 h
Esquemáticos de Circuitos Integrados: Engenharia reversa, análise de circuitos integrados comuns.	16 h
Ferramentas de CAE: Schematic e Layout (Cadence), Simulator analógico (Mspice/ Pspice).	40 h
Verilog e Verilog A: Simulador digital, Simulação de circuitos mistos.	40 h
Projeto de fim de curso: Projeto de amplificadores operacionais; Projetos utilizando células básicas de ME	120 h
Empreendedorismo: Disciplinas voltadas para direcionar e despertar a capacidade de criação de novas empresas e novos negócios.	80 h
TOTAL	480h

Estabelecimento de *design houses* no país

A componente de estabelecimento de *design houses* está dividida em duas vertentes:

- 1) **A atração de empresas de projeto de CIs de grande porte** , ligadas a multinacionais do ramo de semicondutores como a Motorola, Intel, ST, AMD, Texas Instruments, Micronas, Philips e empresas similares.

Para concretizar a instalação de *design houses* de tais empresas no país, o programa prevê treinamento de equipes de projeto contratadas localmente , facilidades de financiamento, e apoio na implantação de suas unidades no País.

As facilidades da Lei de Incentivo à P&D para o setor de Informática também são consideradas para a aquisição de estações de trabalho e ferramentas de projeto. As *design houses* poderão ainda candidatar-se a receber bolsas de pesquisa do CNPq nas áreas de microeletrônica e relacionadas.

Em contrapartida aos benefícios oferecidos pelo programa, as empresas de projeto de CIs devem comprometer-se a:

- Operar no país por um número de anos pelo menos igual ao dobro do número de anos em que elas receberem os benefícios;

- Trazer para o país pelo menos um líder de projetos de circuitos integrados de suas unidades no exterior para cada cinco projetistas por elas contratados e formados no programa, ou participar com projetistas internacionais da equipe de treinamento de especialistas, no centro de especialização profissional em projeto de Cis
- Atender aos direitos de propriedade intelectual na negociação de projetos no País.

O programa tem como meta de atração:

- **duas** *design houses* estrangeiras em seu primeiro ano de funcionamento,
- **cinco** *design houses* no mercado no segundo ano e
- **dez** no terceiro ano,

cada uma com um número médio de 25 projetistas, empregando pelo menos **250** novos projetistas no país.

2) **Criação de *design houses* brasileiras**, seja na forma de novas empresas (*start-ups*), seja na forma de grupos ligados a empresas ou a centros de pesquisa nacionais.

Para concretizar a criação de *design houses* brasileiras o programa prevê o apoio a implantação e treinamento de equipe contratada localmente incluindo a fase do “*hands on*”, financiamento de instalação e operação.

As *start ups* poderão também receber recursos da Lei de Incentivo à Informática para a aquisição de estações de trabalho e ferramentas de projeto.

Finalmente, poderão também se candidatar a receber bolsas de pesquisa do CNPq.

O programa prevê que as novas *design houses* brasileiras operem em um modelo similar ao da Sociedade para a Promoção da Excelência do *Software* Brasileiro, Softex. Essas empresas serão também preparadas para a atração de *venture capital*, em parceria com o programa se empreendedorismo do Softex.

O programa tem como meta ter implantadas:

- **seis** *design houses* brasileiras em seu primeiro ano de funcionamento,
- **doze** *design houses* brasileiras no mercado no segundo ano e
- **trinta** *design houses* brasileiras no mercado no terceiro ano,

cada uma com um número médio de 5 projetistas, empregando pelo menos **150** novos projetistas.

Orçamento geral e cronograma básico do Programa

O programa como um todo tem cronograma básico de 3 a 4 (quatro) anos quando espera-se que a presença de empresas de grande porte estejam convivendo em sinergia com as de pequeno e médio porte geradas pelo programa e a maioria das atividades esteja já incorporadas ao dia a dia do setor.

Metas Físicas:

- Formação de profissionais mestres e doutores na área – **1500 em formação e 500 formados em 4 anos**
- Formação de especialistas em projeto de CIs –mínimo **de 300 em 3 anos**
- Atração/ criação de empresas de projeto de CIs:

	Empresas externas	Design Houses locais	Total	Projetistas
Ano 1	Duas (2)	Seis (6)	8	80
Ano 2	Quatro (4)	Dezesseis (16)	20	180
Ano 3	Dez (10)	Trinta (30)	40	400

Metas financeiras

- Criação de *Design Houses* e atração de Empresas de Projeto Internacionais no horizonte no horizonte de **3 anos - de R\$ 90 milhões.**
- Implantação da rede/ Centros de apoio a processo e projeto/ Centro de Produção/prototipagem: equipamentos/ obras /treinamento/operação – horizonte de **4 anos: R\$ 114,8 milhões**
- Formação de mestres e doutores e programa de pesquisa na área: **R\$33.5 milhões**

Total – horizonte 4 anos : R\$ 238,3 milhões

Adesão

A partir de agosto de 2001 o programa estará aberto à adesão de Empresas, Estados e Entidades sendo esta adesão formalizada através de instrumentos específicos acordados com a Secretaria de Política de Informática.
