

# **Ciência e Tecnologia no Brasil: Uma Nova Política para um Mundo Global**

## **A SITUAÇÃO ATUAL E O POTENCIAL DA ÁREA DE COMPUTAÇÃO**

**Carlos J. P. de Lucena**  
Departamento de Informática,  
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Este trabalho faz parte de um estudo realizado pela Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas por solicitação do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Banco Mundial, dentro do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II). As opiniões expressas neste texto são de responsabilidade exclusiva do autor

Novembro de 1993

## Índice

Sumário .....	<a href="#">1</a>
1. Introdução .....	<a href="#">3</a>
2. Uma Definição Pragmática para a Área de Computação. ....	<a href="#">4</a>
3. A Área de Computação no Brasil .....	<a href="#">5</a>
3.1 Breve Histórico .....	<a href="#">5</a>
3.2 Disseminação Científica e Tecnológica. ....	<a href="#">6</a>
3.2.1 Eventos da Sociedade Brasileira de Computação. ....	<a href="#">6</a>
3.2.2 A Escola de Computação .....	<a href="#">6</a>
3.2.3 As EBAIs .....	<a href="#">7</a>
4. Uma Avaliação dos Programas Acadêmicos. ....	<a href="#">8</a>
4.1 Um Pequeno Censo da Área Acadêmica. ....	<a href="#">8</a>
4.2 Os Institutos de Pesquisa. ....	<a href="#">10</a>
4.3 A Avaliação da CAPES .....	<a href="#">11</a>
5. Uma Avaliação das Políticas Tecnológica e Industrial .....	<a href="#">12</a>
5.1 Considerações Gerais .....	<a href="#">12</a>
5.2 Uma Discussão da Política de Informática .....	<a href="#">13</a>
5.2.1 Cartórios e Inexistência de Tecnologia .....	<a href="#">14</a>
5.2.2 Tecnologias eram Cópias Caras. ....	<a href="#">14</a>
5.2.3 A Indústria Brasileira de Informática Nunca Investiu em Pesquisa. ....	<a href="#">15</a>
5.2.4 A Indústria e a Pesquisa Brasileira em Geral Perderam com a Reserva. . .	<a href="#">16</a>
5.2.5 A Política de Informática foi Exclusivamente uma Política de Hardware. .	<a href="#">16</a>
5.2.6 O Período da Reserva foi a "Idade Média Científica e Tecnológica" do País. ....	<a href="#">16</a>
6. Evolução Previsível da Área de Computação no Brasil .....	<a href="#">17</a>
6.1 De uma Política de Hardware para uma Política de Software .....	<a href="#">17</a>
6.1.1 O Cenário Internacional .....	<a href="#">17</a>
6.1.2 Ações Relevantes do Governo na Atualidade .....	<a href="#">19</a>
6.1.2.1 Três Iniciativas que Trazem Esperanças para a Área de Computação. ....	<a href="#">19</a>
6.2 O Projeto DESI - Desenvolvimento Estratégico da Informática .....	<a href="#">19</a>
7. Estratégias Para a Integração da Universidade com a Indústria. ....	<a href="#">21</a>
7.1. Mestrado Cooperativo em Tecnologias de Software. ....	<a href="#">21</a>
7.1.1 Motivação .....	<a href="#">21</a>
7.1.2 Formato do Programa .....	<a href="#">21</a>
7.1.3 Implementação .....	<a href="#">22</a>

7.2. Transferência de Software Desenvolvido em Universidades Brasileiras para o Mercado Norte-Americano. . . . .	<a href="#">22</a>
7.2.1 Motivação. . . . .	<a href="#">22</a>
7.2.2 Formato do Programa . . . . .	<a href="#">22</a>
7.2.3 Implementação . . . . .	<a href="#">22</a>
7.3. Software para Telecomunicações. . . . .	<a href="#">23</a>
7.3.1 Motivação . . . . .	<a href="#">23</a>
7.3.2 Formato do Programa . . . . .	<a href="#">23</a>
7.3.3 Implementação . . . . .	<a href="#">23</a>
7.4 Generalização . . . . .	<a href="#">23</a>
8. Conclusões . . . . .	<a href="#">23</a>
Agradecimento. . . . .	<a href="#">24</a>
Referências . . . . .	<a href="#">24</a>

# A SITUAÇÃO ATUAL E O POTENCIAL DA ÁREA DE COMPUTAÇÃO

## Sumário

Para efeitos do presente relatório, a área de computação é definida através da enumeração dos grupos de interesse da SBC (Sociedade Brasileira de Computação). São eles: teoria da computação, bancos de dados, arquitetura de computadores, redes de computadores, computação gráfica e processamento de imagens, inteligência artificial, computadores e educação e engenharia de software. Informática em um sentido mais amplo também inclui, pelo menos, micro-eletrônica, automação industrial e matemática computacional. A legislação de Informática adota este segundo sentido.

As atividades na área de computação começaram relativamente cedo no Brasil. Os primeiros computadores da América Latina foram instalados no Brasil (contemporaneamente com a Argentina) e os primeiros programas acadêmicos na área foram iniciados no Brasil na mesma época em que estes programas estavam sendo criados nos países centrais (por volta de 67).

Há alguns anos o Brasil conta com, pelo menos, um programa de graduação em computação em cada uma das suas, aproximadamente, 100 universidades. Uma porcentagem substancial das cerca de 800 faculdades isoladas que existem pelo país também oferecem curso de formação em Tecnologia de Processamento de Dados. Existem hoje no país 13 programas de graduação em computação e os melhores desses programas têm nível comparável aos bons programas existentes no exterior.

Um aspecto que merece destaque especial neste relatório é o dinamismo da comunidade científica da área de computação no Brasil, no que se refere à sua reciclagem permanente através de eventos estaduais, nacionais e internacionais de mais variada natureza. Consideramos esta informação um indicador muito importante da atividade científica e tecnológica do setor.

Se usarmos o conceito amplo e nos referirmos a uma área de Informática (computação + microeletrônica + automação + matemática computacional) esta área teria em 1991 aproximadamente 300 doutores (provavelmente mais de 400 em 1993). O número de docentes doutores dobrou em apenas 3 anos (entre 88 e 91). Em 1991 os 13 programas de pós-graduação contavam com 1457 alunos (1235 M + 222 D). Em 1991 a pós-graduação em Computação no Brasil formou 253 alunos (233 M + 20 D). O corpo docente também dobrou entre 88 e 91.

O nosso diagnóstico para o rápido crescimento neste período foi relacioná-lo ao entusiasmo ainda reinante na indústria local de Informática nesta época, já que ela até 87/88 teve um desempenho excelente, apesar da economia brasileira ter tido maus resultados desde o início dos anos 80. Nos próximos anos, se o número de bolsistas no exterior não se alterar, estaremos recebendo 50 doutores por ano a partir de 1993. Isto sem contar os cerca de 20 que formamos no país por ano. Em outras palavras, o país poderia criar dois departamentos de computação ou um instituto de pesquisa nesta área por ano !

Considerando que computação é uma área muito nova, estes números brasileiros são muito bons. Por exemplo, a América do Norte forma cerca de 200 doutores em computação por ano. Ou seja, o Brasil forma 10% deste número por ano e recebe 25% deste número de doutores por ano da América do Norte e da Europa.

Na nossa opinião, os programas da PUC e da COPPE são programas consolidados há alguns anos e os programas da UFRGS, UFMG e UFPE são os que mais progrediram de 1985 até o

presente. De uma maneira geral, os programas mencionados e mais os programas da UNICAMP e da USP-SC têm, indiscutivelmente, padrões de qualidade internacional.

É preciso chamar atenção para o fato que inúmeras universidades no país estão no processo de criação de programas de pós-graduação na área. Mencionando apenas algumas que têm mostrado atividades de recrutamento muito intensas, pode-se mencionar: UNESP, PUC/SP, UFES, UFF, UFRN, UEM, UFSC e UFBA, dentre diversas outras.

Poucas áreas tecnológicas no Brasil tiveram a oportunidade de montar programas acadêmicos e de pesquisa enquanto se praticava uma política industrial para o mesmo setor. No presente relatório apresentamos o nosso ponto de vista sobre os prós e contras da política de Informática brasileira.

A principal crítica à política brasileira de Informática praticada de 75 até 92 pode ser resumida da seguinte forma: política de Informática e reserva de mercado foram sinônimos. Em outras palavras, muitos outros aspectos importantes previstos na lei não foram implementados ou foram implementados apenas superficialmente. Isto também, praticamente, equivale a dizer que só houve uma política industrial e que não foi posta em prática uma política tecnológica.

As principais críticas dirigidas à política de Informática são as seguintes:

(i) a reserva de mercado criou cartórios que não cumpriram o compromisso de desenvolver tecnologia localmente.

(ii) tudo o que foi e é produzido no Brasil são cópias "pioradas" e mais caras de tecnologias desenvolvidas em outras partes do mundo.

(iii) a indústria brasileira de Informática nunca investiu em pesquisa.

(iv) durante o período da reserva outras indústrias e a pesquisa científica em outras áreas diferentes da Informática (por exemplo, em Física e engenharias) tiveram um retrocesso, por não poder ter acesso a equipamentos mais sofisticados do que os fabricados no Brasil.

O relatório discute cada uma dessas críticas. A nossa opinião geral é a de que a reserva cumpriu um papel importante no desenvolvimento tecnológico brasileiro na área de Informática, mas, pelo menos 4 anos antes do seu término, lideranças políticas, industriais e acadêmicas já discutiam a inevitabilidade do seu final e uma transição racional para um mercado aberto e uma política "nova" para o setor.

O software é uma tecnologia essencial para todas as áreas do conhecimento. Empresas privadas, governos e outros setores da tecnologia requerem software complexo para sua operação. A indústria mundial de computação é talvez o negócio mais competitivo da história contemporânea e o componente software desta indústria se tornou a força principal por trás da inovação tanto em software quanto em hardware.

Apesar de sua importância, a tecnologia de software não está tão estabelecida quanto outras disciplinas da área de computação. Na verdade, esta tecnologia essencial está mais atrasada do que as demais tecnologias da computação.

A comunidade científica de computação no Brasil cobre hoje todas as áreas do conhecimento relacionadas ao software (nem sempre com massa crítica desejável na mesma instituição). Muitos

argumentos já foram usados para justificar porque o país deveria se dedicar fortemente à área de software. Uma coincidência nos levou a elaborar o seguinte argumento. `

Uma consulta ao Citation Index revelou que o Brasil produz cerca de 1% da produção científica mundial (expressa em publicações). Se o país conseguisse também exportar 1% do que é consumido pelo mercado mundial de software, o software seria, de longe, o nosso maior ítem de exportação somando algo da ordem de US\$ 2 bilhões ao comércio exterior do país. Esta analogia merece ser ponderada porque a correlação entre software e publicações é alta e também porque o cientista precisa entender bastante de "marketing" (conquistar um espaço na sua área internacionalmente etc) para ser capaz de publicar no exterior (ou seja, este tipo de talento não parece ser escasso no país).

A política brasileira de Informática foi por mais de uma década e meia, essencialmente, uma política para o hardware (equipamentos). Houve vários motivos para isto. Por um lado este período coincidiu com o início da estruturação da indústria internacional de software e a questão não era, em geral, bem conhecida no Brasil

Foi mais fácil convencer o empresário típico de que fabricar equipamentos para um mercado reservado é um negócio mais seguro e compreensível do que investir na inteligência de um grupo de jovens brilhantes que produzem um produto intangível: o software. Os empresários atípicos, no caso do software um técnico muito competente que se tornou empresário, começam a surgir agora no país (os donos das duas maiores empresas do mundo nesta área, Microsoft e Borland, satisfazem este perfil).

No relatório não propomos a repetição de um erro do passado, desta vez colocado ao contrário. Isto seria o apoio ao software ignorando o hardware. Acreditamos que a indústria de hardware precisa ser repensada em um novo quadro de parcerias (como se discutia em 1990). No entanto, é necessária a conscientização de que a prioridade deve ser colocada no software.

Na sua forma atual, o projeto DESI (Desenvolvimento Estratégico da Informática) é conduzido em parceria pelo CNPq (Diretoria de Projetos Especiais) e pelo PNUD. Este programa tem os seguintes méritos gerais: ele combina projetos surgidos espontaneamente da comunidade científica de computação com um projeto indutor que pretende estimular o surgimento de uma indústria nacional de software voltada para a exportação.

Na nossa opinião, este projeto, que é discutido no relatório, incorpora a única ação concreta do governo na atualidade, no sentido do desenvolvimento tecnológico da área de Informática no país. Hoje, o projeto DESI é o "PADCT" da área de Informática. Embora não seja suficiente para o desenvolvimento de toda a área, o projeto, como existe hoje, é uma ação estratégica muito importante.

O DESI articula três projetos independentes e de grande potencialidade para produzir resultados bastante específicos no prazo de três anos. Cada um dos três projetos isolados, RNP, PROTEM e SOFTEX, tem enorme potencialidade e deveriam ser independentemente institucionalizados no futuro. Atividades de todos os três projetos são candidatos naturais a serem considerados na época em que o PADCT fôr reformulado.

## **1. Introdução**

O presente relatório é parte do tema II da pesquisa "O Estado Atual e o Papel Futuro da Ciência e Tecnologia no Brasil". O tema II se refere a uma análise da situação atual e o potencial da pesquisa científica no Brasil. A coordenação geral da pesquisa é o Prof. Simon Schwartzman e a coordenação do tema II é responsabilidade do Prof. Eduardo Krieger.

## **2. Uma Definição Pragmática para a Área de Computação.**

Diferente dos relatórios sobre outras disciplinas este trabalho precisa começar discutindo terminologia. Isto se deve a uma certa confusão existente no Brasil entre os termos Computação e Informática.

Historicamente, o termo Informática foi introduzido no país em meados dos anos 60 como uma tradução das expressões Computer Science (usada nos EEUU) e Computing Science (usada na Inglaterra). Poucos anos antes esta tradução já havia sido feita na França (Informatique) e na Alemanha (Informatik). Este é, por exemplo, o motivo pelo qual alguns dos departamentos pioneiros na área no Brasil chamam-se Departamentos de Informática (quando deveriam ser Departamentos de (Ciência da) Computação.

A generalização do termo Informática deveu-se principalmente à política de Informática praticada no Brasil, de fato, desde 1974 e, por lei, de 1982 até 1992. Esta política procurou reservar o mercado interno de pequenos e médios sistemas digitais da área de Informática para empresas/tecnologias nacionais. A interpretação da antiga Secretaria Especial de Informática (SEI), incorporada na legislação para a área, estendeu a definição de Informática para incorporar as áreas de microeletrônica e automação industrial.

Não cabe neste relatório uma discussão técnica sobre a abrangência desejável para os conceitos de Informática e Computação. O que nos fez optar por discutir em separado a área de Computação são argumentos bastante pragmáticos.

Com o amadurecimento científico e tecnológico da área de Informática no país (no sentido SEI) várias sociedades científicas foram sendo criadas desde meados dos anos 70. Todas elas são bastante ativas há vários anos. Cada sociedade congrega, obviamente, especialistas com interesses afins. São elas a Sociedade Brasileira de Computação (SBC), a Sociedade Brasileira de Automática (SBA), a Sociedade Brasileira de Microeletrônica (SBMicro) e a Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional (SBMAC).

Os especialistas da SBC atuam na área de computação (no Brasil o termo "cientista da computação" não é muito difundido como na América do Norte), os especialistas da SBA e SBMicro são engenheiros e os especialistas da SBMAC são matemáticos. A interpretação da SEI a que nos referimos nunca alterou a organização dos comitês do CNPq e da CAPES (que existem desde 1975 e 1980, respectivamente).

Nestes órgãos os processos de pesquisadores da SBC vão para o Comitê de Computação no CNPq e para o de Informática na CAPES (que cobre as mesmas áreas que o Comitê do CNPq). Os processos da SBA vão para a engenharia elétrica ou mecânica, conforme o caso, e os da SBMicro vão para a engenharia elétrica. Os processos da SBMAC vão para os Comitês de Matemática no CNPq e na CAPES.

As avaliações de áreas tradicionalmente feitas pela CAPES e iniciadas pelo CNPq seguem também esta sistemática. Do ponto de vista do presente estudo, portanto, automação e micro-

eletrônica serão cobertos pelo relatório sobre Engenharia e Matemática Aplicada e Computacional pelo relatório sobre Matemática.

Para concluir esta seção sobre terminologia definiremos a área de computação também pragmaticamente enumerando os principais grupos de interesse da SBC (aqueles que realizam Simpósios anuais independentes). São eles os grupos de: teoria da computação, bancos de dados, arquitetura de computadores, redes de computadores, computação gráfica e processamento de imagens, inteligência artificial, computadores e educação e engenharia de software.

Quando nos referirmos neste relatório aos termos Computação e Informática, como, por exemplo, em "Política de Informática" estaremos usando os significados explicados nesta seção.

### **3. A Área de Computação no Brasil**

O objetivo desta seção é proporcionar ao leitor uma visão geral da área de computação no Brasil. Isto é feito através da apresentação de um breve histórico do setor no país e de uma apresentação das atividades de disseminação científica e tecnológica, que, no caso da computação, são um indicador muito valioso do estágio de desenvolvimento da área no Brasil.

#### **3.1 Breve Histórico**

As atividades na área de computação começaram relativamente cedo no Brasil. Os primeiros computadores da América Latina foram instalados no Brasil (contemporaneamente com a Argentina) e os primeiros programas acadêmicos na área foram iniciados no Brasil na mesma época em que estavam sendo criados nos países centrais (por volta de 67). Entre 1960 e 1962 computadores foram instalados na PUC-Rio, Universidade de São Paulo, no ITA e no IBGE. Já em 62 foi desenvolvido no ITA o primeiro protótipo de um computador brasileiro ( o "Zé" do J. Ripper).

Até o final dos anos 60 todas as principais universidades do país tinham seus centros de computação. Os primeiros programas de pós-graduação em computação foram criados a partir de 67 na PUC-Rio (67), no INPE (68) e na COPPE/UFRJ (71). A partir do final dos anos 60 começaram a ser criados os programas de graduação. O primeiro bacharelado surgiu na Universidade Federal da Bahia em 1968. A partir de 74 foi criado pelo MEC um curso de graduação de curta duração para a formação de Tecnólogos em Processamento de Dados. Este tipo de graduação foi rapidamente disseminado por todo o país.

A atividade de pesquisa em computação começou a ser realizada institucionalmente a partir dos anos 70. Vocações por especialidades na área começaram a surgir, dependendo dos novos departamentos terem sido criados mais próximos da Engenharia Elétrica ou da Matemática. Por exemplo, em 72 o Departamento de Engenharia Elétrica da USP projetou o minicomputador "Patinho Feio" e nos dois anos subsequentes a USP junto com a PUC-Rio desenvolveram, respectivamente, o hardware e o software básico do G-10 (primeiro computador industrial produzido no Brasil).

Em 1972 foi criada a CAPRE com o objetivo original de disciplinar a compra de computadores pelos órgãos do governo. A atividade da CAPRE, logo evoluiu para a indução de uma indústria de computadores nacionais, que foi iniciada pela compra, por algumas empresas nacionais, de algumas tecnologias para computadores de médio porte que vieram a ser quase que completamente nacionalizadas nos anos seguintes.



Este processo de indução foi estendido mais tarde pela SEI que criou uma reserva de mercado para micro-computadores aproveitando um nicho de mercado surgido pelo uso de arquiteturas abertas para computadores pessoais. A reserva de mercado foi institucionalizada pelo prazo de 10 anos em 1982 no bojo de uma legislação mais ampla para a área de Informática. Os resultados da chamada política de Informática são muito controvertidos e serão discutidos na seção 5.

Há alguns anos o Brasil conta com, pelo menos, um programa de graduação em computação em cada uma das suas, aproximadamente, 100 universidades. Uma porcentagem substancial das cerca de 800 faculdades isoladas que existem pelo país também oferecem curso de formação em Tecnologia de Processamento de Dados. Existem hoje no país 13 programas de graduação em computação e os melhores desses programas têm nível comparável aos bons programas existentes no exterior.

### **3.2 Disseminação Científica e Tecnológica.**

Um aspecto que merece destaque especial neste relatório é o dinamismo da comunidade científica da área de computação no Brasil, no que se refere à sua reciclagem permanente através de eventos estaduais e nacionais de mais variada natureza. Consideramos esta informação um indicador muito importante da atividade científica e tecnológica do setor.

Vamos nos restringir aqui aos eventos de âmbito nacional promovidos pelas comunidades científica e tecnológica. Isto, naturalmente, não reduz a importância dos seminários e feiras promovidos pela indústria em caráter esporádico ou regular, como os Congressos Nacionais de Informática (da SUCESU - sociedade de usuários), que já está na sua 26a. versão, e as FENASOFTs.

#### **3.2.1 Eventos da Sociedade Brasileira de Computação.**

A Sociedade Brasileira de Computação foi criada em 1975, durante a realização da terceira versão de um par de Seminários associados chamados SEMISH (Seminário Integrado de Software e Hardware) e SECOMU (Seminário Sobre Computação na Universidade). Este par anual de seminários se transformou no Congresso anual da SBC que ainda guarda o caráter de uma reunião sobre temas muito abrangentes. Além de sua conferência anual geral, grupos de interesse dentro da sociedade organizam Simpósios nacionais, também anuais nas seguintes áreas:

- .. Bancos de Dados
- .. Arquitetura de Computadores
- .. Redes de Computadores
- .. Inteligência Artificial
- .. Computação Gráfica e Proc. de Imagens
- .. Engenharia de Software
- .. Informática e Educação

O mais recente destes Simpósios está na sua quarta versão (Informática e Educação) e o mais antigo (Banco de Dados) na sua nona versão. O que é relevante sobre os Simpósios é o cuidado na seleção dos trabalhos. Comitês de programa, em alguns casos internacionais, têm, em média, que escolher um trabalho em cada quatro submetidos. Os Simpósios adotam também a prática de exigir a introdução das possíveis correções dos referees para os trabalhos aceitos antes da publicação dos

anais. Cada Simpósio tem contado, em média, com 300 participantes e uma distribuição típica de frequência é 100 docentes e 200 alunos de pós-graduação.

### **3.2.2 A Escola de Computação**

A Escola de Computação é um evento bienal, promovido pelos principais Departamentos e Centros de Pesquisa em Ciência da Computação do Brasil, com o objetivo de manter a comunidade acadêmica/científica do país atualizada com o estado da arte internacional da área. A Escola de Computação se inspirou no Colóquio Brasileiro de Matemática, da Sociedade Brasileira de Matemática,

A Escola é um dos maiores eventos de Ciência da Computação da América Latina. Em sua 9a. edição, a Escola estará em 1994, sob a responsabilidade do Departamento de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife, como um dos eventos comemorativos do vigésimo aniversário do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFPE.

A Escola compreende cursos básicos (geralmente 6) ministrados por cientistas brasileiros e destinados a estudantes dos últimos períodos de cursos de graduação ou dos primeiros períodos de pós-graduação, e cursos avançados (no nível de PhD).

Para cada curso existe um livro (de até 250 páginas) correspondente, distribuído para todos os participantes. Os autores detêm os direitos autorais sobre o material e recebem algumas cópias gratuitamente.

O evento conta também com uma série de palestras proferidas por especialistas internacionais em suas áreas. Grandes personalidades da pesquisa científica em computação apresentaram palestras e mini-cursos nas escolas anteriores.

A frequência às últimas Escolas de Computação variou entre 300 e 1000 participantes. Espera-se um número em torno de 600 participantes para a Escola de 1994, dentre os quais aproximadamente 200 (brasileiros) receberão auxílio para despesas com passagem e/ou estadia.

O Comitê de Programa da Escola seleciona os cursos básicos baseado em propostas de livros submetidos pelos possíveis autores descrevendo o conteúdo, bibliografia de suporte, plano de curso para uma série de 5 aulas de no máximo 90 minutos de duração cada e curriculum vitae dos autores. Para a IX Escola foram submetidos 28 propostas.

### **3.2.3 As EBAs**

As EBAs - Escolas Brasileiro-Argentinas de Informática são, aproximadamente, versões binacionais das Escolas Brasileiras de Computação e fazem parte do Programa Brasileiro-Argentino de Informática (PABI). Elas começaram com uma periodicidade anual e são agora realizadas cada dois anos (sem interferir com as Escolas de Computação), alternadamente, em cada um dos dois países.

As EBAs estão agora na sua quinta versão e já formaram 2000 alunos (mil de cada país). Foram publicados 36 livros originários das quatro EBAs realizadas. Existem algumas diferenças importantes entre as EBAs e as Escolas de Computação.

Em primeiro lugar são utilizados professores dos dois países (aproximadamente a responsabilidade pelos cursos é dividida). Em segundo lugar existem cursos convencionais e laboratórios.

Laboratórios são cursos práticos em tempo integral (durante as EBAlS) nos quais alunos dos dois países desenvolvem cooperativamente um projeto de pesquisa e desenvolvimento (p. ex.: Engenharia de Software).

Os projetos não são iniciados do zero no início das Escolas. No ano que precede cada EBAl auxiliar de ensino de professores de ambos os países preparam o material para o projeto (manuais, protótipos de hardware e protótipos de software) que serão usados de forma intensiva durante as duas semanas da Escola.

As EBAlS começaram como uma mistura de cursos convencionais e laboratórios e tendem agora a se concentrar, exclusivamente, em laboratórios, com uma drástica redução do número de participantes em benefício do aumento de qualidade. As EBAlS têm estimulado a pesquisa aplicada nos dois países e cumprido seu objetivo de aproximar as duas comunidades científicas e tecnológicas.

#### **4. Uma Avaliação dos Programas Acadêmicos.**

Nesta seção apresentamos alguns números sobre a pós-graduação e pesquisa em computação no Brasil, discutimos a pesquisa em computação realizada em institutos e centros de pesquisa e apresentamos a avaliação mais recente feita pela CAPES para área. De uma maneira geral, esta seção cumpre o papel de mostrar para especialistas de outras áreas do conhecimento o volume de atividades científicas e tecnológicas em computação existente no Brasil apesar das inúmeras crises econômicas e institucionais que vem atravessando a ciência e a tecnologia no país e a sociedade brasileira em geral. Algumas vezes o autor já se perguntou como todas essas coisas puderam ser feitas apesar do desgoverno do país há tanto tempo.

##### **4.1 Um Pequeno Censo da Área Acadêmica.**

Todas as informações quantitativas constantes desta seção foram obtidas no CNPq [7] e na CAPES ([1], [2], [3], [4], [5], [6]). Foi extremamente útil o processo de avaliação da CAPES para a área de computação ter criado a tradição de compilar sistematicamente dados sobre os programas de pós-graduação na ocasião das avaliações anuais ou bianuais. No que se segue seremos capazes de fornecer um perfil numérico aproximado da comunidade científica da área de computação que atua na pós-graduação.

A tabela a seguir mostra a evolução do total de docentes doutores em todos os programas de pós-graduação da área de computação desde 1984 (nos anos em que ocorreu avaliação da área pela CAPES).

TABELA I -. Total de Docentes Doutores

- .. 1984: 144 (106 comp. + 33 EE + 5 mat.)
- .. 1985: 156 (112 comp. + 38 EE + 6 mat.)
- .. 1986: 166 (122 comp. + 38 EE + 6 mat.)
- .. 1988: 133 comp.
- .. 1991: 221 comp.

Observe-se que, nos anos de 84, 85 e 86 contavam-se os doutores que atuavam na área de computação em programas de computação propriamente ditos, em departamentos de engenharia elétrica e em departamentos de matemática. Para 88 e 91 temos dados que valem estritamente para a área de computação. Isto significa que se usarmos o conceito amplo e nos referirmos a uma área de Informática (computação + microeletrônica+automação+matemática computacional) esta área teria em 1991 aproximadamente 300 doutores (o arredondamento da projeção informal fica por conta de uma estimativa do número de doutores na área de automação que, em geral, estão em departamentos de Engenharia Mecânica e não foram computados na TABELA I).

Como se pode ver na TABELA I o número de docentes doutores dobrou em apenas 3 anos (entre 88 e 91). Especulamos que isto se tenha devido aos seguintes fatores: amadurecimento dos programas de doutoramento no país, ampliação do número de bolsas em meados dos anos 80 (ainda euforia pelo desempenho da Indústria de Informática) e início de atuação do programa RHAE para área de Informática.

A TABELA II e a TABELA III abaixo mostram o total de alunos de pós-graduação na área de computação desde 1984, nos anos de avaliação e o total de titulados na pós-graduação, respectivamente. Trata-se de alunos matriculados em programas estritamente de computação.

#### TABELA II - Total de Alunos de Pós-Graduação

- .. 1984: 715 ( 633 M + 82 D)
- .. 1985: 786 ( 694 M + 92 D)
- .. 1986: 656 ( 563 M + 93 D)
- .. 1988: 738 ( 635 M + 103 D)
- .. 1991: 1457 (1235 M + 222 D)

OBS.: apenas alunos de computação

#### TABELA III - Total de Titulados da Pós-Graduação

- .. 1984: 103 (96 M + 7 D)
- .. 1985: 103 (94 M + 9 D)
- .. 1986: 117 (110 M + 7 D)
- .. 1988: 134 (122 M + 12 D)
- .. 1989: 126 (117 M + 9 D)
- .. 1990: 174 (161 M + 13 D)
- .. 1991: 253 (233 M + 20 D)

OBS.: apenas alunos de computação

Valem aqui comentários semelhantes aos que fizemos sobre a TABELA I no que se refere ao grande salto entre 88 e 91. As tabelas II e III, como se referem a alunos, nos levam a concentrar o nosso diagnóstico no entusiasmo reinante na indústria local de Informática que até 87/88 teve um desempenho excelente apesar da economia brasileira ter tido maus resultados desde o início dos anos

80. Voltarei a comentar este aspecto na seção 5 quando forem discutidas as políticas industrial e tecnológica da área de Informática no Brasil.

A TABELA IV apresentada a seguir, se refere à reciclagem do corpo docente dos programas de pós-graduação. Em média, esta tabela indica que cerca de 25% dos docentes desses programas estão permanentemente reciclando os seus conhecimentos (mais do que isto entre 84 e 88). Se tivéssemos acesso ao número de professores visitantes nos programas na mesma época (que sabemos foi muito grande) poderíamos causar uma impressão mais forte sobre o grande intercâmbio que sempre existiu entre a comunidade científica brasileira e a comunidade científica internacional na área de computação.

TABELA IV - Total de Docentes em Treinamento

.. 1984: 47  
.. 1985: 47  
.. 1986: 55  
.. 1988: 46  
.. 1991: 57

OBS.: (doutoramento e pós-doutoramento no exterior)

No que concerne a formação no exterior, a área de Computação tem a maior demanda do CNPq, com 76 pedidos de bolsa de doutorado em 93, seguida pela Física com 46 pedidos. E isso acontece com o mercado contratando apesar da crise.

Para completar este breve censo das atividades acadêmicas acrescentamos a informação que nos chegou através do Comité Assessor de computação do CNPq [7]. Nos próximos anos, se o número de bolsistas no exterior não se alterar, estaremos recebendo 50 doutores por ano a partir de 1993. Isto sem contar os cerca de 20 que formamos no país por ano. Em outras palavras, o país poderia criar dois departamentos de computação ou um instituto de pesquisa nesta área por ano !

Talvez os números que estamos mencionando não impressionem pesquisadores de áreas estabelecidas há muitos anos (ex.: Física e Biologia). No entanto, considerando que computação é uma área muito nova, estes números brasileiros são excepcionais. Por exemplo, a América do Norte forma cerca de 200 doutores em computação por ano. Ou seja, o Brasil forma 10% deste número por ano e recebe 25% deste número de doutores por ano da América do Norte e da Europa.

Nenhum país do terceiro mundo (nem mesmo a Índia, em termos relativos) tem um sistema de pós-graduação e pesquisa comparável. Na América Latina não é possível fazer comparações. Nenhum país se aproxima nem de longe destes índices.

#### **4.2 Os Institutos de Pesquisa.**

Nem toda a pesquisa da área de computação é feita nos programas universitários de pós-graduação embora aí esteja concentrada a maior parte dela. Podemos enumerar outros locais onde alguma forma de pesquisa em computação é realizada. Esses locais são, do nosso ponto de vista, os institutos do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) e do governo de São Paulo, a Embrapa, os institutos de empresas estatais e laboratórios de empresas.

Os institutos do MCT são o CTI em Campinas (Centro Tecnológico de Informática), INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), IMPA (Instituto de Matemática Pura e Aplicada) e LNCC (Laboratório Nacional de Computação Científica). O IPT é o Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo (o Rio de Janeiro criou o IPRJ - Instituto Politécnico do Rio de Janeiro - que não se desenvolveu). Os principais institutos de empresas estatais são: o CENPES (Centro de Pesquisas da Petrobrás), o CEPTEL (Centro de Pesquisas da Eletrobrás) e o CPqD (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás). Um exemplo de laboratório de empresa é o Centro Científico da IBM Brasil.

Com exceção de um dos institutos do CTI, o Instituto de Computação (o menor dos três desta instituição) e do Centro Científico da IBM, em nenhum dos institutos e centros de pesquisa mencionados, pesquisa em computação é a atividade fim. Apesar disto existem grupos ativos em todas as instituições mencionadas fazendo pesquisa científica e tecnológica em computação. As áreas gerais em que as instituições mencionadas atuam em computação são computação gráfica e processamento de imagens e engenharia/tecnologia de software. A título de ilustração, o IMPA tem um programa forte em computação gráfica para visualização em matemática, o INPE tem a maior concentração de atividades no país em processamento de imagens e o CPqD tem desenvolvido software para telecomunicações que são os maiores softwares com alto conteúdo tecnológico já produzidos no país (milhões de linhas de código).

De uma maneira geral, o volume de pesquisa em computação produzido pelas instituições mencionadas deve ser da ordem de 10% da produzida no país, a julgar, por exemplo pela quantidade de publicações em Simpósios da SBC. É necessário fazer a ressalva de que a lista de institutos e centros de pesquisa mencionados pode não estar completa.

Por outro lado, já existe um pequeno número de empresas de software bem sucedidas que são "spin-offs" de projetos acadêmicos de pesquisa. Pela própria natureza dos produtos que comercializam, estas empresas precisam continuar a fazer pesquisa para assegurar a seus clientes a evolução dos produtos que fornecem. Este tipo de pesquisa tecnológica em computação não está computado acima.

### **4.3 A Avaliação da CAPES**

A TABELA V, apresentada a seguir, mostra a última avaliação da CAPES sobre a pesquisa e pós graduação em computação no Brasil. A avaliação foi feita em 1992 e se refere a dados de 1991 [1]. Análises de avaliações anteriores podem ser encontradas em ([2], [3], [4], [5], [6]).

Na nossa opinião pessoal, os programas da PUC e da COPPE são programas consolidados há alguns anos e os programas da UFRGS, UFMG e UFPE são os que mais progrediram de 1985 até o presente. De uma maneira geral, os programas mencionados e mais o programa da UNICAMP e da USP-SC têm, indiscutivelmente, padrões de qualidade internacional.

É preciso chamar atenção para o fato que inúmeras universidades no país estão no processo de criação de programas de pós-graduação na área. Mencionando apenas algumas que têm mostrado atividades de recrutamento muito intensas, pode-se mencionar: UNESP, PUC/SP, UFES, UFF, UFRN, UFBA, UEM, UFSC, dentre diversas outras.

**TABELA V**  
**AVALIAÇÃO DA CAPES (1992)**

		-----Inst.		Curso		Ano de inicio	Conceito
		M	D	M	D		
UFPB	Inf.	73					C+
UFPE	Inf.	75	92*	A			SC*
UFRJ	Eng.S.C.	71	71	A			B+
PUC-RJ	Inf.	67	75	A			A
IME	S&C	71					C-
UFMG	CComp		74	90			A SC
UFSCar	C Comp	88					C
USP/SCC	Comp	74					B
UNICAMP	CComp	77	92*				B SC*
INPE	CompAp	68	74				C- C-
CEFET	Inf.Ind. 88			C			
UFRGS	CComp 73	88		A			SC
UnB	CComp	89					D

\* Dados ainda não constam da tabela da CAPES

## 5. Uma Avaliação das Políticas Tecnológica e Industrial

Poucas áreas tecnológicas no Brasil tiveram a oportunidade de montar programas acadêmicos e de pesquisa enquanto se praticava uma política industrial para o mesmo setor (a política industrial não esteve, na prática, associada a uma política tecnológica). No que se segue apresentamos o nosso ponto de vista sobre os prós e contras da política de Informática brasileira.

## 5.1 Considerações Gerais

O carro chefe da política de Informática brasileira, a reserva temporária de um segmento mercado, terminou, de fato, no início do governo Collor e, de direito, em outubro de 1992. Talvez para justificar a nova política industrial liberal do novo governo, que rompia radicalmente com a tradicional política brasileira de substituição de importações, teve início uma campanha sistemática de desmoralização da "antiga" política de Informática. Segundo o que se dizia, havia terminado um longo período de obscurantismo e o país poderia agora, finalmente, conhecer a moderna tecnologia da Informática.

É impressionante como o nosso país só toma decisões binárias: tudo é oito ou oitenta, verdadeiro ou falso (numa certa época). Chamamos a isto a "lei da exclusão do meio" da nossa administração pública. Antes de analisar as políticas tecnológica e industrial praticadas na área de Informática de, aproximadamente, 1974 até 1990, vamos procurar justificar a primeira frase deste parágrafo. A política de Informática (contida na lei 172 de outubro de 82) previa a capacitação tecnológica do país neste setor (estratégico para todas as outras indústrias) e para isto, previa 13 estratégias diferentes: uma delas era a reserva de mercado. A política industrial liberal prevê uma maior internacionalização da economia e, para isso, prevê 7 medidas diferentes: uma delas é a liberalização de importações. Acreditamos que, no conjunto, tanto a política de Informática como a nova política industrial tenham muitas virtudes. Mas como no Brasil só se admite uma idéia de cada vez, a política de Informática foi quase **só** reserva de mercado e a nova política industrial começou sendo **só** liberalização de importações. Vale a pena lembrar que uma das 13 estratégias da política de Informática e uma das 7 estratégias da nova política industrial é **investimento em ciência e tecnologia**. Isto jamais aconteceu até agora!

Some-se ao mau hábito brasileiro de "uma idéia fixa" a cada momento, o tradicional efeito "bandwagon" pelo qual a maioria segue a idéia da moda. Por isto, nos últimos dois anos, me impressionaram o volume de críticas desinformadas sobre a "antiga" política de Informática (a lei continua em vigor) e o número de novos liberais, recentemente convertidos do "obscurantismo de um nacionalismo irresponsável". Isto ocorreu muito no meio científico brasileiro em geral. É certo que a comunidade científica tenha sofrido com a política de uma nota só: só reserva. Mas imaginar que o país ficou atrasado em Informática e que só agora poderá se desenvolver é, no mínimo, um erro grosseiro.

Antes de passarmos para uma discussão sistemática da política de Informática, vale a pena antecipar para o leitor a nossa opinião sobre reserva de mercado e sobre a política de Informática, em geral. A reserva cumpriu um papel importante no desenvolvimento tecnológico brasileiro na área de Informática, mas, pelo menos 4 anos antes do seu término, lideranças políticas, industriais e acadêmicas já discutiam a inevitabilidade do seu final e a necessidade de uma transição racional, que, já se recomendava, não poderia ser uma imediata liberalização total. Participamos desta discussão e deste quase consenso através de inúmeros seminários e grupos de trabalho. Quanto a política, expressa em lei, embora muitos a acreditem obsoleta ela tem muitas virtudes que precisam ser implementadas. Por exemplo, a necessidade de investimento em ciência e tecnologia. Aquela frase sobre a qual todos concordam no nível de retórica mas que não é nunca posta em prática.

## 5.2 Uma Discussão da Política de Informática.



A principal crítica à política brasileira de Informática praticada de 75 até 92 já foi feita na seção anterior e pode ser resumida da seguinte forma: política de Informática e reserva de mercado foram sinônimos. Em outras palavras, muitos outros aspectos importantes previstos na lei não foram implementados ou foram implementados apenas superficialmente. Isto também, praticamente, equivale a dizer que só houve uma política industrial e que não foi posta em prática uma política tecnológica.

No entanto, é possível aprofundar esta análise. Propomos fazer isto discutindo cada uma das principais críticas dirigidas à política de Informática (além da crítica geral que já foi suficientemente discutida). As críticas são as seguintes:

(i) a reserva de mercado criou cartórios que não cumpriram o compromisso de desenvolver tecnologia localmente.

(ii) tudo o que foi e é produzido no Brasil são cópias "pioradas" e mais caras de tecnologias desenvolvidas em outras partes do mundo.

(iii) a indústria brasileira de Informática nunca investiu em pesquisa.

(iv) durante o período da reserva outras indústrias e a pesquisa científica em outras áreas diferentes da informática (por exemplo, em Física e outras áreas de engenharia) tiveram um retrocesso por não poder ter acesso a equipamentos mais sofisticados do que os fabricados no Brasil.

(v) a política de Informática foi exclusivamente uma política de hardware e ignorou o aspecto de software da indústria.

(vi) durante o período da reserva o país ignorou o desenvolvimento tecnológico da Informática que ocorria em toda parte do mundo (teve lugar a "idade média tecnológica do país").

Passamos a discutir todas estas questões nas sub-seções a seguir.

### **5.2.1 Cartórios e Inexistência de Tecnologia**

Certamente esta crítica procede e, infelizmente, isto ocorreu em uma escala bastante grande. Talvez um certo nível de "cartorialismo" seja inevitável quando se adota qualquer política protecionista. Tal foi o caso (bem sucedido) da indústria japonesa em todas as áreas. Na verdade este é o preço que deve ser pago pela conquista, neste caso, da capacitação. No entanto, uma boa fiscalização poderia ter reduzido este "preço" ao mínimo. No "país de uma nota só", este tipo de crítica na época do "o computador é nosso" era considerada traição à pátria porque "enfraquecia" a imagem da política.

Felizmente, nem tudo foi assim. Chegamos numa época a fazer uma pesquisa informal entre empresários ligados à ABICOMP (Associação Brasileira de Indústrias de Computadores) e chegamos a nos convencer de que 40% dos seus 300 sócios (aproximadamente) eram cartórios e que 60% efetivamente desenvolvia tecnologias. A crítica (e defesa) usual dos empresários na época era a de que a SEI exigindo que **tudo** fosse feito no Brasil acabou gerando o desespero de alguns que

passaram a precisar fazer produtos nos quais **nada** era feito no Brasil para sobreviver (novamente a síndrome do que chamamos a "lei da exclusão do meio").

### **5.2.2 Tecnologias eram Cópias Caras.**

Certamente este tipo de crítica também tem um componente de verdade. A verdade está mais no aspecto do preço do que no da originalidade da tecnologia. A proteção do mercado e a baixa produtividade de algumas empresas geraram preços exagerados. No entanto, já há algum tempo, empresas nacionais que atingiram alto padrão de qualidade demonstraram que, sem os impostos, estavam cobrando preços totalmente competitivos com o mercado internacional e fornecendo produtos tecnologicamente equivalentes (ex.: Microtec).

A questão da cópia contém um pouco de ingenuidade de alguns críticos. A reserva de mercado para pequenos sistemas aproveitou exatamente uma fase em que em toda parte do mundo todos se baseavam em arquiteturas abertas. Por exemplo, os PCs fabricados nos EEUU, no Japão, na Alemanha, na Inglaterra, na Coreia e no Brasil eram exatamente iguais. Isto permitiu, por exemplo, o estabelecimento de uma indústria de software em todo mundo (principalmente, 75%, nos EEUU). O Macintosh da Apple é o único exemplo bem sucedido de uma tecnologia alternativa à arquitetura PC.

Isto não significa que os engenheiros brasileiros de muitas (da maioria) das indústrias de Informática não tivessem competência para conceber produtos alternativos e até melhores. Presenciamos situações em que protótipos foram desenvolvidos com tecnologia totalmente original e com diversas vantagens sobre os concorrentes mas não foram levados ao mercado com base na decisão gerencial (provavelmente certa) de que nenhuma empresa brasileira tinha cacife para impor novos padrões ao mercado. A nossa mensagem neste ponto é a seguinte: dizer-se que só se fabricavam cópias parece implicar (muitas vezes esta intenção é clara) que tecnologicamente não tínhamos competência para fazer coisa melhor, ou seja, que estávamos tecnologicamente atrasados. Isto não é verdade.

O engenheiro médio das indústrias brasileiras de Informática tinham e os que restaram ainda têm, o mesmo padrão técnico dos engenheiros de outros países e, inclusive, trabalhavam usando sistemas de desenvolvimento iguais (a SEI aprovava a importação). Infelizmente, nesta época, as universidades não tinham acesso ao mesmo tipo de tecnologias usadas pela indústria no país.

### **5.2.3 A Indústria Brasileira de Informática Nunca Investiu em Pesquisa.**

Isto não é verdade. Aqueles 60% a que nos referimos na seção 4.2.1 investiram e muito em pesquisa tecnológica internamente em suas empresas. O que se pode dizer é que a indústria brasileira de Informática (mesmo aqueles 60%) nunca tiveram a clarividência de procurar trabalhar cooperativamente com as universidades. Ao contrário, elas foram predadoras fazendo uma concorrência desleal em termos de salários, numa fase em que os grupos universitários ainda não estavam consolidados e o número de docentes qualificados era muito pequeno. Com os números de hoje e do futuro (vide seção 4) o problema não seria tão grave (não que a universidade já esteja pagando salários dignos).

Na verdade, os raros casos de investimentos em universidades e institutos de pesquisa visaram apenas promoções institucionais de empresas que chegaram a usar incentivos fiscais para este fim. Este tema nos leva ao famoso artigo 22 da lei de Informática. Por ele, empresas multinacionais instaladas no Brasil deveriam investir 5% de suas receitas em **pesquisa científica e tecnológica** em Informática em si próprias ou em terceiros. Novamente, o acompanhamento da finalidade da lei não foi realizado pelo governo. Estes recursos produziram a distribuição de equipamentos e software para universidades destinados a projetos, no mínimo, discutíveis, servindo principalmente para a promoção institucional dessas empresas. Menos mal se algum investimento foi feito em universidades mas muito mais poderia ter sido alcançado se o espírito da legislação tivesse sido observado (investimento em pesquisa). Um fato positivo foi que a obrigação legal fez, por exemplo, a IBM instalar um Centro Científico no Brasil, o que ela não teria feito espontaneamente. A política de Informática passaria (passará?) a ter grandes méritos quando, por exemplo, a IBM Brasil ou outras empresas multinacionais vierem a ser capazes de argumentar com as suas co-irmãs em todo mundo que seus Centro Científico no Brasil se justificam para toda a organização, em função da possibilidade de aproveitamento da competência tecnológica existente no país.

#### **5.2.4 A Indústria e a Pesquisa Brasileira em Geral Perderam com a Reserva.**

Mais uma vez, este é outro argumento que tem muitos aspectos válidos. Inevitavelmente, ao se fazer uma reserva de mercado para tecnologias estratégicas, paga-se também este preço enquanto a capacitação tecnológica local não é conquistada. Novamente, é possível minimizar o preço a ser pago mas a "lei da exclusão do meio" não permitiu que isto fosse feito.

Explicamos. Por um lado, interesses industriais estratégicos para o país podem ser identificados e exceções poderiam ter sido feitas à regra de que **rigorosamente tudo** deveria ser feito no país. Por outro lado, sempre deveria ter sido possível a livre importação de equipamentos com a finalidade de pesquisa científica e tecnológica e desenvolvimento real de sistemas e software na indústria.

Quando estes argumentos eram levados à antiga SEI, a resposta era a de que importações eram possíveis nos dois casos. Na prática, se um setor industrial demonstrava interesse em importar alguma coisa, sempre surgia uma empresa nacional com a "vaga intenção" de fabricar a mesma coisa e a importação era bloqueada. No caso de instituições científicas a burocracia simplesmente inviabilizava a importação. Era como se a presença de tecnologia de ponta na universidade fosse ofuscar a incipiente tecnologia nacional. Diríamos que, supondo um quadro de seriedade isto tivesse sido um estímulo para a tecnologia local.

#### **5.2.5 A Política de Informática foi Exclusivamente uma Política de Hardware.**

Isto é rigorosamente verdade. Isto foi, por assim dizer, uma falha técnica da política. Não queremos dizer com isto que se justificaria uma "reserva de mercado para software" porque acreditamos que para se promover competência na área de software a palavra chave é fomento. Estímulo comparáveis aos que foram dados às empresas de hardware, além de outros diferenciados (ex.: empréstimos muito favorecidos) poderiam ter acontecido. O estado pode funcionar como investidor de risco em empresas de software e gerando grandes contratos para fortalecer a empresa

local. Mais do que na área de hardware as chamadas "joint-ventures" ou "alianças estratégicas" são indispensáveis na área de software. O mercado mundial de software compra desenvolvimento em toda parte do mundo. Um pouco mais será discutido sobre isto na seção 6.1.1.

### **5.2.6 O Período da Reserva foi a "Idade Média Científica e Tecnológica" do País.**

Deixamos esta questão propositadamente para o final porque ela parece refletir o equívoco mais usual a respeito do estado da arte da computação no Brasil. De uma certa maneira, esta pergunta foi sendo respondida com a análise de algumas estatísticas (na seção 4) e com algumas das discussões anteriores. Na verdade, usamos a metáfora da idade média, justamente para recordar um conhecido erro de avaliação da história que foi sendo gradualmente corrigido. O período da reserva não foi, como também não foi a idade média, um período de obscurantismo científico.

O que causa tristeza diante de tantos progressos que a área acadêmica de computação conseguiu nesta época é que isto ocorreu em função apenas das pressões do mercado. Explicamos. A existência abundante de empregos qualificados no mercado trouxe excelentes alunos para todos os programas acadêmicos de computação o que forçou o sistema universitário a pressionar os órgãos de fomento para conseguir um apoio mínimo para manter e incrementar programas de qualidade. Isto foi feito quase à revelia ou apesar dos governos.

Dizemos que isto causa tristeza porque se a política de Informática tivesse sido plenamente implementada teria havido um investimento em ciência e tecnologia neste setor, compatível com a política industrial que era praticada. Ou seja, se houve resultados positivos, estes resultados poderiam ter sido muito melhores e, até, tornados irreversíveis (a comunidade científica de computação, apesar de fortalecida pela existência de uma indústria local - pelo menos por algum tempo - ainda é tão frágil quanto qualquer outra no país e pode ser desmantelada sem muito esforço).

São exemplos da paradoxal baixa prioridade dada pelos governos ao setor na vigência da política de Informática nos anos de 75 a 92 o fato que a Informática sempre manteve a mesma posição relativa no orçamento em agências como o CNPq, a Finep e a CAPES Talvez o truque para minimizar o problema da baixa prioridade tenha sido chamar de Informática a quase tudo. Mas nem sempre isto foi possível, porque enquanto áreas da engenharia (escolhidas com prioridades discutíveis) foram apoiadas pelo PADCT, a Informática não podia se candidatar a estes recursos porque interesses estranhos ao país não permitiam apoio à área.

Para concluir esta seção, podemos dizer que o saldo da reserva de mercado (que aqui confundimos propositalmente com política de Informática) foi uma indústria que ainda não acabou de ser sucateada e uma comunidade científica atualizada e muito ativa que é capaz de redirecionar a política de Informática do país e implementá-la.

## **6. Evolução Previsível da Área de Computação no Brasil**

Nesta seção discutimos os motivos pelos quais, em todo mundo, a ênfase da indústria de Informática se desloca do hardware para o software. Há grandes oportunidades para o Brasil neste novo cenário e algumas iniciativas já vêm sendo tomadas nos âmbitos de governo e de iniciativa privada nesta direção.

### **6.1 De uma Política de Hardware para uma Política de Software**

### 6.1.1 O Cenário Internacional

Como dissemos na seção 5.2.5, a política brasileira de Informática foi por mais de uma década e meia, essencialmente, uma política para o hardware (equipamentos). Houve vários motivos para isto. Por um lado este período coincidiu com o início da estruturação da indústria internacional de software e a questão não era, em geral, bem conhecida.

Foi mais fácil convencer o empresário típico de que fabricar equipamentos para um mercado reservado é um negócio mais seguro e compreensível do que investir na inteligência de um grupo de jovens brilhantes que produzem um produto intangível: o software. Os empresários atípicos, no caso do software um técnico muito competente que se tornou empresário, começam a surgir agora no país (os donos das duas maiores empresas do mundo nesta área, Microsoft e Borland, satisfazem este perfil). No que se segue não propomos a repetição de um erro do passado, desta vez colocado ao contrário. Isto seria o apoio ao software ignorando o hardware. Acreditamos que a indústria de hardware precisa ser repensada em um novo quadro de parcerias (como se discutia em 1990).

No entanto, é necessária a conscientização de que a prioridade deve ser colocada no software sem que isto implique na aplicação da "lei da exclusão do meio". Vamos refletir porque.

O software é uma tecnologia essencial para todas as áreas do conhecimento. Empresas privadas, governos e outros setores da tecnologia requerem software complexo para sua operação. A indústria mundial de computação é talvez o negócio mais competitivo da história contemporânea e o componente software desta indústria se tornou a força principal por trás da inovação tanto em software quanto em hardware.

Apesar de sua importância, a tecnologia de software não está tão estabelecida quanto outras disciplinas da área de computação e representa um risco industrial considerável. Na verdade, esta tecnologia essencial está mais atrasada do que as demais tecnologias da computação. Há um entendimento precários sobre o seu processo de desenvolvimento, faltam ferramentas para reduzir o custos do desenvolvimento e os custos associados ao desenvolvimento estão crescendo. No meio tempo, as aplicações de software estão ficando maiores e mais complexas e a demanda por software está crescendo em um ritmo que excede em muito a oferta. Por exemplo, houve uma escassez de especialistas em software em 1990 nos EEUU e no Japão que foi estimada em um milhão de pessoas e seiscentas mil respectivamente.

Existe em geral um acordo sobre o fato de que a causa da chamada "crise do software", que acabamos de descrever, se deve: ao alto custo do software, a necessidade de uma maior produtividade e a variação da prática. A variação da prática se manifesta de muitas maneira diferentes. A formação acadêmica dos especialistas que trabalham na indústria varia muito e a prática corrente mostra que a maior parte do tempo gasto no desenvolvimento se concentra na codificação (estudos mostram que a maior concentração de erros em softwares ocorre na fase inicial de especificação).

A variação da prática também se relaciona ao fato que tecnologias desenvolvidas no ambiente de pesquisa levam muito tempo para serem transferidas para o ambiente industrial (tipicamente 17 anos entre a idéia original até a sua comercialização e aceitação pelo mercado). Parte do problema esta relacionado à dificuldade de aplicar em problemas reais soluções desenvolvidas para a pequena escala do laboratório ("scaling up"). Vários estudos recentes, realizados em várias partes do mundo [8] recomendam uma fertilização cruzada entre a academia e a indústria na área de software. Alguns

vão ao extremo de apontar software como uma tecnologia que não pode se desenvolver sem esta interação [9].

A comunidade científica de computação no Brasil cobre hoje todas as áreas do conhecimento relacionadas ao software (nem sempre com massa crítica desejável na mesma instituição). Muitos argumentos já foram usados para justificar porque o país deveria se dedicar fortemente à área de software. Uma coincidência nos levou a elaborar o seguinte argumento. Uma consulta ao Citation Index revelou que o Brasil gera cerca de 1% da produção científica mundial (expressa em publicações). Se o país conseguisse também exportar 1% do que é consumido pelo mercado mundial de software, o software seria, de longe, o maior item de exportação do país. Esta analogia merece ser ponderada porque software e publicações têm muitas características comuns. Além disso, o cientista que publica no exterior precisa também entender bastante de "marketing" (conquistar um espaço na sua área internacionalmente etc). Em outras palavras, este tipo de talento para atender a especificações do "mercado" internacional e nele vender uma expressão da produção científica e tecnológica não parece ser escasso no país.

## **6.1.2 Ações Relevantes do Governo na Atualidade**

### **6.1.2.1 Três Iniciativas que Trazem Esperanças para a Área de Computação.**

Toda a ciência e a tecnologia do país, que já ia mal nos anos oitenta, ficou mais ou menos paralisada desde 1990. Não é de surpreender que não exista hoje muito entusiasmo da comunidade científica e muitas ações relevantes do governo que possam ser identificadas. O ministério vive de "apagar incêndios" mensais.

Na área de legislação ainda não existe uma regulamentação da lei de Informática que permita, por exemplo, algum planejamento da área tecnológica com base nos incentivos fiscais e obrigatoriedade de investimentos previstos na lei. A legislação sobre software não caminha.

Existem, no entanto, três iniciativas relevantes para a área de Informática que merecem apoio na forma em que se encontram e que merecem também sofrer desdobramentos. A primeira é o novo foco do programa de recursos humanos para áreas estratégicas (RHAÉ) que na área de Informática, no momento em que este relatório estava sendo escrito, anunciava que "está tentando criar uma nova cultura de projetos de pesquisa voltados para a transferência tecnológica para a indústria".

Evidentemente é de se supor que isto não será feito exclusivamente através da concessão de tipos variados de bolsas de estudos. Se acoplado a outras formas de financiamento, pode redundar em benefícios importantes.

O segundo é o estudo do qual este relatório faz parte, que pretende reformular o programa PADCT. Desta vez as prioridades deveriam vir de dentro para fora do país e ter algum modelo de política tecnológica em mente. A priorização da tecnologia de software que estamos propondo traz inclusive um aspecto muito importante à baila. Uma política tecnológica para o software não se restringe a atividades de engenharia. Ao contrário, ela permite um esforço bem mais amplo do qual a matemática e as ciências naturais fazem parte naturalmente. A absoluta interdisciplinaridade do software dá margem, inclusive, para ativação de várias áreas das ciências sociais, das quais a área de gerência é a mais óbvia.

A terceira iniciativa é o Projeto DESI (Desenvolvimento Estratégico da Informática). Pela sua importância e abrangência este projeto será discutido numa seção separada.

## **6.2 O Projeto DESI - Desenvolvimento Estratégico da Informática**

Na sua forma atual, o projeto DESI (Desenvolvimento Estratégico da Informática) é conduzido em parceria pelo CNPq (Diretoria de Projetos Especiais) e pelo PNUD. Este programa tem os seguintes méritos gerais: ele combina projetos surgidos espontaneamente da comunidade científica de computação com um projeto indutor que pretende estimular o surgimento de uma indústria nacional de software voltada para a exportação e com a implantação de uma infraestrutura nacional de comunicação e computação. Na nossa opinião, este projeto, que será descrito a seguir, incorpora a única ação concreta do governo no sentido do desenvolvimento tecnológico da área de Informática no país. Hoje, o projeto DESI é o "PADCT" da área de Informática. Embora não seja suficiente para o desenvolvimento de toda a área, o projeto, como existe hoje, é uma ação estratégica muito importante.

O projeto DESI é composto por três projetos: a RNP, o PROTEM e o SOFTEX. A RNP e o PROTEM nasceram espontaneamente da comunidade científica e foram posteriormente associados ao SOFTEX. Historicamente a RNP é o esforço mais antigo.

A RNP - Rede Nacional de Pesquisa - é uma infraestrutura computacional baseada na tecnologia de redes de computadores que pretende interligar toda a comunidade de pesquisa científica e tecnológica do país (de todas as áreas) e por sua vez interligar esta comunidade à comunidade científica internacional. A RNP interliga as redes estaduais de pesquisa que, no seu nível, interligam as instituições estaduais de pesquisa.

Usando a rede é possível, por exemplo, a interação entre cientistas brasileiros de todas as áreas e destes cientistas com cientistas de todo mundo através do correio eletrônico. É possível também o acesso a bancos de dados internacionais e a repositórios de publicações espalhadas por centenas de universidades em todo o mundo. Os dois exemplos de serviços mencionados já estão disponíveis a todas as unidades de pesquisa no país (ex.: departamentos de universidades) que possuam uma mínima infraestrutura computacional localmente e em seus estados. Brevemente será também possível o uso de computadores poderosos localizados em poucos locais no país e no exterior por usuários remotos com poucos recursos computacionais locais.

O PROTEM - Programa Temático Multi-institucional - é uma iniciativa originária do Comitê Assessor do CNPq motivada pela falta de mecanismos semelhantes ao PADCT para a área de Informática no Brasil. O CNPq fez um pequeno investimento inicial que permitiu que as principais instituições de pesquisa em computação no Brasil se associassem em torno de temas estratégicos de pesquisa na área e propusessem mais de 100 projetos cooperativos. Se implementado de acordo com a sua concepção original, o PROTEM pode mudar o patamar de qualidade da pesquisa na área no país. É também ponto fundamental do PROTEM estimular grupos emergentes a criar seus programas de pós-graduação, absorvendo os PhDs que estão retornando ao país e aumentando a qualidade e produtividade da pesquisa na área.

O SOFTEX foi motivado pelo reconhecimento de que a exportação de software pode vir a ser uma atividade estratégica para o país. Além de dar assistência de maneiras variadas ao atual e ao potencial produtor de software sobre como alcançar competitividade no mercado internacional, o SOFTEX se propõe a apoiar diversos Núcleos municipais nos quais as indústrias de software locais

poderão buscar tecnologias atuais de desenvolvimento e interação com universidades e institutos de pesquisa.

O projeto DESI integrou os três sub-projetos descritos acima para, no prazo de três anos e com um orçamento de 27 milhões de dólares, produzir o seguinte resultado. A pesquisa em computação alavancada pelo projeto PROTEM ampliaria a potencialidade de cooperação da universidade com a indústria e os núcleos municipais (total previsto de 13), localizados onde as atividades de pesquisa e as atividades industriais são intensas no país. funcionariam como integradores de ações entre a universidade e a indústria. A infraestrutura suprida pela RNP viabilizaria a interação entre universidades e entre a universidade e a indústria em projetos cooperativos. Este é o resultado esperado pelo CNPq e pelo PNUD para o projeto de três anos.

Como pode ser depreendido da descrição acima dos projetos RNP, PROTEM e SOFTEX, cada um deles é mais geral do que o efeito combinado e restrito ao prazo de três anos do projeto DESI. Passamos a exemplificar esta afirmação. A RNP já vem explorando o impacto do uso de redes na educação em geral e no desenvolvimento de outras tecnologias (ex.: genética). O PROTEM não tem restrições sobre a área de Informática que deverá ser apoiada (o mérito segundo o julgamento dos pares será o mecanismo de decisão) e, portanto, não deverá ficar restrito a área de software. O SOFTEX tem ações programadas em parceria com os municípios e outras agências de fomento (ex.: a FINEP) que transcendem sua ação combinada com a RNP e o PROTEM.

Especificamente, o projeto DESI no seu prazo de execução deverá cuidar de aplicar alguma indução para que os três sub-projetos mencionados produzam o sinergismo que foi descrito anteriormente. Este parece ser o maior interesse do PNUD no projeto, uma vez que o modelo que está sendo experimentado no projeto DESI poderá se transformar em um paradigma aplicável a outros países e regiões.

Na seção seguinte serão descritos alguns projetos integradores que pretendem induzir o resultado esperado do projeto DESI.

## **7. Estratégias Para a Integração da Universidade com a Indústria.**

A existência hoje do Projeto DESI permite discutir com objetividade como pode ser feita a integração da Universidade com a Indústria na área de Informática, tomando como exemplo a área de tecnologias de software, cuja importância para o país foi enfatizada neste relatório.

Os mecanismos de integração do projeto DESI são projetos que induzem a interligação dos três projetos: RNP, PROTEM e SOFTEX. Todos têm as características comuns a estes três projetos já que depois de um investimento de 3 anos eles se transformam em empreendimentos autônomos e auto-mantidos. A seguir apresentamos os projetos e as justificativas sobre como se dá a integração.

### **7.1. Mestrado Cooperativo em Tecnologias de Software.**

#### **7.1.1 Motivação**

Na Inglaterra e no Canadá a indústria precisa de especialistas como os que estão sendo formados pelo Software Engineering Institute de Carnegie-Mellon, mas descobriu que nenhuma universidade isolada tem competência para fazer isto sozinha. O Projeto Jupiter ("Modular Master's



Degree in Software Engineering"), envolve cerca de dez universidades inglesas e o consórcio canadense também (Waterloo, Toronto, Queens etc). Parece claro que um programa como este cabe no Brasil e impacta diretamente o PROTEM e o SOFTEX.

### **7.1.2 Formato do Programa**

O que distingue este curso de cursos "normais" é a forma de condução do curso, que precisa ser adaptada à disponibilidade de tempo de quem trabalha na indústria. Por exemplo, no Canadá os cursos terão o seguinte formato: n semanas de estudo prévio, x dias de aula tempo integral, m semanas de tarefas e estudos, y dias de aulas em tempo integral e z semanas para o projeto final. O aluno escolhe o que fazer em cada universidade baseado em um currículo geral.

Parece claro o que a RNP pode fazer por este programa, promovendo o contato entre professores e alunos durante os períodos de trabalho individual e dando suporte ao desenvolvimento de projetos de software educacionais. Os professores que atuam no PROTEM ensinam sobre o que fazem e têm bons projetos de demonstração para motivar os alunos e o SOFTEX recebe a mão de obra e projetos/protótipos que tanto precisa.

### **7.1.3 Implementação**

A coordenação do DESI- financia a coordenação, a preparação do material didático (importantíssimo nesta modalidade de curso), o software para uso em aulas práticas etc. O curso será pago pelas indústrias, o que gerar um lucro que pode ser investido no PROTEM (projetos de interesse para o curso, por exemplo).

## **7.2. Transferência de Software Desenvolvido em Universidades Brasileiras para o Mercado Norte-Americano.**

### **7.2.1 Motivação.**

Muitas vezes, tecnologias de software desenvolvidas por universidades brasileiras são excessivamente sofisticadas para interessarem empresas no país que, em geral, não têm técnicos capazes de dominar a nova tecnologia (muitos projetos do PROTEM tem estas características). O mercado de software produz janelas de oportunidades que aparecem e desaparecem muito rapidamente no tempo o que implica em que, em certas situações, não há tempo para o treinamento dos técnicos das empresas locais.

A solução do problema pode ser a associação de universidades brasileiras a universidades norte-americanas que já têm um mecanismo de "interface" (fundação, instituto etc) estabelecido que lida com os distribuidores de software locais e que podem se interessar em se associar a uma tecnologia desenvolvida por uma universidade brasileira.

### **7.2.2 Formato do Programa**

A coordenação do DESI fica encarregada de localizar grupos de universidades norte-americanas interessadas neste tipo de associação e produtos de universidades brasileiras que possam interessa-las.

O que justifica a associação é o fato que distribuidores de software norte-americanos já confiam que as interfaces criadas pelas universidades locais (institutos, fundações etc) são capazes de honrar os compromissos de atualização e manutenção do software que eles produzem. Estas interfaces, por sua vez, tem competência estabelecida para receber uma tecnologia de software sofisticada, adaptá-la, documentá-la e mantê-la no futuro (tudo com o apoio do grupo de desenvolvimento original no Brasil). Os donos do projeto original e a interface norte-americana negociariam que porcentagem do lucro eventual cada uma receberia (cada caso será diferente). No futuro o distribuidor americano saberá ir buscar tecnologias na fonte (diretamente com o grupo brasileiro).

### **7.2.3 Implementação**

Para que este projeto seja viável, a coordenação do DESI- deve ser capaz de pagar bolsas para alunos brasileiros que iriam passar temporadas nas "interfaces" americanas e parte do salário de uma ou mais pessoas da interface que ficariam responsáveis pelo software na instituição. Se o projeto obtiver sucesso, como as outras iniciativas do SOFTEX, o lucro dos produtos vendidos manterá o sistema em funcionamento. Este custo pode ser minimizado graças à existência da RNP. Este projeto reforça a ação do SOFTEX e estimula a geração de produtos no PROTEM.

## **7.3. Software para Telecomunicações.**

### **7.3.1 Motivação**

Software para telecomunicações é uma área estratégica em todas as partes do mundo (vide participação da Telebrás no DESI). Esta área é a que mais tem investido no uso de métodos rigorosos e até formais de desenvolvimento de software. Em outras palavras, o padrão de qualidade para entrar no mercado internacional nesta área está se tornando muito alto. Este programa visa conduzir projetos piloto na área de software para telecomunicações que sirvam de paradigma sobre como desenvolver software de qualidade nesta área.

### **7.3.2 Formato do Programa**

O programa se desenvolverá da seguinte maneira. A coordenação do DESI entrará em contato com o CPqD e com a Embratel para procurar desenvolver alguns projetos piloto. Talvez alguns técnicos dessas empresas precisassem ser formados ou reciclados. Por outro lado, a coordenação montará uma equipe interdisciplinar formada por especialistas na associação de métodos formais à engenharia de software e especialistas em telecomunicações. Estes especialistas viriam de diversas universidades brasileiras. Os projetos seriam desenvolvidos no CPqD ou em conjunto com ele.

### **7.3.3 Implementação**

O papel da coordenação do DESI será contratar a equipe de consultores para o CPqD que será proveniente das universidades brasileiras. O objetivo final é fazer com que a área de telecomunicações no Brasil passe a produzir software com padrões internacionais de qualidade. Novamente a integração deste programa com a RNP (consultoria a distância), com o SOFTEX e PROTEM são auto-explicativos.

#### **7.4 Generalização**

As seções 6.1, 6.2 e 6.3 acima procuraram ilustrar, através de exemplos concretos, que têm boas chances de ser implementados como a integração entre a universidade e a indústria pode e deve ser feita na área de Informática. Os exemplos são todos da área de software porque o DESI, única iniciativa relevante do governo no setor, atua nesta área. O modelo é bastante geral e pode ser adaptado sem dificuldades para a área de hardware e de sistemas, na qual hardware e software são integrados numa única tecnologia.

#### **8. Conclusões**

Este relatório analisou a área de computação no Brasil sob diversos aspectos. Foi apresentado um histórico da área e indicadores do seu estágio de desenvolvimento no país. Os programas de pós-graduação e pesquisa foram analisados e projeções informais da capacitação tecnológica do país no setor foram feitas.

O relatório, em função do histórico da área de computação no país, precisou se deter na discussão dos méritos e deméritos da política de Informática praticada no país de cerca de 1974 até 1990. Há inúmeras lições que foram aprendidas e que podem possibilitar uma nova fase desta política de Informática.

Para discutir o futuro da área no país foi necessário destacar a importância estratégica do software e descrever o DESI, única iniciativa relevante do país na área. O DESI articula três projetos independentes e de grande potencialidade para produzir resultados bastante específicos no prazo de três anos. Cada um dos três projetos isolados, RNP, PROTEM e SOFTEX tem enorme potencialidade e deveriam ser independentemente institucionalizados no futuro. Atividades de todos os três projetos são candidatos naturais a serem considerados na época em que o PADCT fôr reformulado.

#### **Agradecimento.**

O autor gostaria de agradecer ao Prof. Sílvio Lemos Meira da UFPE pela diversas sugestões que foram incorporadas a este trabalho.

#### **Referências**

[1] Luiz F. G. Soares, Cláudio Lucchesi, Décio Fonseca, Philippe Navaux e Roberto Bigonha, " Avaliação Global da Área de Computação", Reunião de Avaliação de 1992, Versão Preliminar, 1992.

- [2] N. Ziviani, "Avaliação dos Programas de Pós-Graduação da Área de Informática, CAPES, 1985
- [3] C. J. P. Lucena, "Avaliação da Capacitação Técnica e Científica das Instituições de Ensino e Pesquisa da Área de Informática", Anais do XVI Congresso Nacional de Informática, 1983
- [4] C. J. P. Lucena, C. S. dos Santos, N. Ziviani, "Relatório sobre a Pós-Graduação em Informática até o Final de 1985", CAPES
- [5] N. Ziviani, C. J. P. Lucena, C. S. dos Santos, P. Cunha, "Relatório sobre a Pós-Graduação em Informática", CAPES, 1987
- [6] C. S. dos Santos, N. Ziviani, P. Cunha, J. Szwarcfitter, "Relatório sobre a Pós Graduação em Informática", CAPES 1989
- [7] Relatório sobre a Área de Computação, Comité Assessor de Ciência da Computação, Subsídios para a Elaboração do Orçamento do CNPq para 1993, Julho de 1992.
- [8] C. J. P. Lucena; "Software Technology: Research, Education and Technology Transfer", Technical Report CS-93-19, Computer Science Department, University of Waterloo, março de 1993.
- [9] Computer Science and Technology Board, editors; "Scaling Up: A Research Agenda for Software Engineering", National Research Council, 1989.