

**As Atividades Produtoras de *Software* no
Brasil: Reestruturação e
Comportamento Exportador**

Frederico Rocha*

* Professor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Endereço para correspondência: Instituto de Economia/UFRJ, Av. Pasteur, 250, CEP 22.290-240, e-mail: fred@ie.ufrj.br.

Introdução

O setor de software no mundo tem impressionado pelo seu dinamismo recente. Ao contrário do previsto por alguns autores (Baumol et al. 1991), ele tem apresentado elevado índice de crescimento de sua produtividade, graças a dois fatores. Em primeiro lugar, a emergência da engenharia de sistemas permitiu a adoção de técnicas de desenvolvimento de software mais transparentes, reduzindo seu custo de manutenção, e, principalmente, não desperdiçando esforços já realizados (Pondé 1993). Em segundo lugar, o surgimento de máquinas com maior capacidade de processamento e armazenamento de informações possibilitou a substituição de mão-de-obra por equipamento, ao mesmo tempo em que permitiu a utilização de linguagens de mais alto nível.

Em simultâneo, as atividades produtoras de software vêm sofrendo internacionalmente uma forte reestruturação, com crescente especialização. Inicialmente, elas se caracterizavam por uma simbiose com os segmentos produtores de computadores e por disseminação de sua produção por diversos setores da economia. Ao longo do tempo, porém, assistiu-se uma concentração da produção e do desenvolvimento de software em empresas especializadas, com a dissociação de parte da produção de software da indústria de computadores e com a terceirização das atividades antes realizadas internamente às empresas produtoras de bens e serviços.

No caso brasileiro, a reestruturação tem se acelerado nos últimos anos, principalmente com a difusão do uso de microcomputadores e de comunicação via *internet*. Este trabalho procura enfocar o setor de software no país sob três perspectivas distintas. Primeiro, busca-se entender o processo de crescimento das atividades de software e sua localização produtiva - se interna a outros segmentos produtores de bens e serviços ou se especializada. Segundo, procura-se compreender como a indústria de software vem se capacitando tecnologicamente. Terceiro, visa-se à identificar o desempenho externo brasileiro.

Para cumprir este objetivo, o trabalho está dividido em cinco seções. Na primeira, realiza-se uma caracterização do setor e se abordam as principais limitações para a mensuração de seu tamanho. A segunda seção é dedicada ao estudo da evolução das atividades de software no Brasil a partir de informações a respeito do crescimento do faturamento das empresas independentes produtoras de software e dos postos de trabalho de analistas de sistemas e

programadores de dados. Na terceira seção, procura-se medir o grau de especialização das atividades de software e identificar processos de terceirização. A quarta seção cobre os temas referentes à capacitação tecnológica do setor de empresas independentes produtoras de software. Na quinta seção, cobre-se o desempenho internacional dos segmentos produtores de software.

1. Caracterização da Indústria de Software

Steinmuller (1995) define software como “instruções controlando a operação da tecnologia de informação de hardware”. As atividades de software estão associadas à concepção, desenvolvimento e codificação de programas para a consecução de tarefas em computadores. Ele está compreendido na Classificação Nacional de Atividades Econômicas dentro de Atividades Imobiliárias, Aluguéis e Serviços Prestados às Empresas nas siglas 72.1 - Consultoria em Sistemas de Informática, 72.2 - Desenvolvimento de Programas de Informática, 72.3 - Processamento de Dados e 72.4 - Atividades de Banco de Dados. Um primeiro problema para a análise destas atividades surge em razão da dificuldade de se abrirem as estatísticas de contas nacionais, Censo Econômico, PNAD e PME no nível destas classificações. Nas contas nacionais, elas se encontram agregadas a outras atividades na sigla “outros serviços”. A PNAD e a PME não permitem também o detalhamento das informações no nível necessário. As atividades de software estão relacionadas no código 573, onde estão definidas as atividades relacionadas a processamento de dados e serviços de computação. No entanto, esta sigla também conta com outras atividades como análise de mercado, pesquisas de opinião, assessoria de escritório, apoio à pequena e média empresa, etc. Desta maneira, a sua mensuração é imperfeita em razão de não cobrir boa parte das atividades relacionadas acima e conter atividades que não fazem parte de software. Por sua vez, as atividades relacionadas a escritórios de engenharia e elaboração de projetos estão associadas com a sigla 574. Assim, a melhor cobertura possível para estas atividades estaria dentro de uma sigla maior 57, onde estão as atividades de técnicos profissionais. A inexistência de Censos Econômicos após 1985 impede a realização da análise do setor após 1985. Ademais, a classificação encontrada então era extremamente ineficiente, em razão da destinação da maior parte das atividades de software sob a sigla de Centros de Processamento de Dados, que foram praticamente extintos durante a década de 80.

As atividades de software podem ser divididas em três categorias de acordo com a característica de sua oferta:

(i) software comercializado por empresas independentes visando a suprir demandas específicas ou generalizadas. Esta atividade tem crescido drasticamente em razão da maior difusão de máquinas e equipamentos. Assim, o advento dos minicomputadores na década de 70 e dos microcomputadores na década de 80 e das redes de informação na década de 90 permitiu um crescimento das empresas independentes produtoras de software que puderam oferecer seus produtos para uma maior gama de usuários (Steinmueller 1995);

(ii) software embarcado em hardware, principalmente no caso de sistemas operacionais. Parte do software embarcado em hardware tem origem dentro das próprias empresas de computadores, outra parte é produzida por empresas especializadas em software. No entanto, a contribuição das empresas de hardware está longe de ser desprezível. Steinmueller (1995) aponta que a participação das vendas de software no total das vendas das empresas de computador alcançava 22,9%, em 1981, e 15,5%, em 1991. Para se ter uma idéia da importância do software para as empresas de computadores, a comercialização total de software pela IBM alcançou, em 1991, US\$ 12.542 milhões, contra US\$ 2.276 milhões da Microsoft;

(iii) produção de software para uso próprio internalizada em empresas de distintos setores. Neste caso, fornecedor e usuário coincidem.

Estas formas de oferta se adequam de maneira distinta a diferentes características de demanda. A demanda pode adquirir um caráter específico ou generalizado. No caso de demanda específica, a demanda de software é realizada sob encomenda e deve ser usualmente suprida ou por empresas especializadas em atividades de software ou por produção internalizada. Já a demanda generalizada é satisfeita por softwares de pacote que devem encontrar sua demanda suprida tanto por empresas especializadas ou por intermédio de software embarcado. Há ainda casos intermediários em que se combinam demandas específicas de algumas empresas, com a oferta assumindo formas híbridas.

A heterogeneidade e a disseminação da oferta de software criam problemas adicionais para a mensuração destas atividades. A existência de empresas que atuam em outros segmentos

produtivos, mas desenvolvem software internamente e a simbiose entre as atividades de hardware e software tornam o cálculo da dimensão destas atividades, a partir de empresas que atuam predominantemente no setor, quase impossível. Assim, fica difícil captar a amplitude das atividades de software por categoria setorial.

A presença de uma dicotomia no segmento de empresas independentes produtoras de software é um outro tema relevante a ser introduzido, como consequência das características dos ativos a serem produzidos. Existem importantes diferenças entre as empresas de software que comercializam software sob encomenda e aquelas que comercializam software de pacote. Software se distingue das demais mercadorias em razão da existência de elevados custos de criação e custos marginais de reprodução que se aproximam de zero. Assim, as atividades relacionadas com software de pacote apresentam importantes economias de escala relacionadas com a difusão da marca, a estrutura de distribuição e suporte técnico, o potencial financeiro e o grau de diversificação. Ademais, a capacidade de crescimento das empresas está intrinsecamente relacionada ao tamanho do mercado. Já as empresas de software sob encomenda têm na imagem de confiabilidade, na interação com usuário e na sofisticação dos mercados locais as suas características mais marcantes (Pondé 1993). Além do mais, estes mercados vêm crescendo a taxas bastante diferentes. Software de pacote e sistemas integrados vêm crescendo a taxas superiores a 20%, enquanto o segmento sob encomenda cresce a apenas 15% (Schware 1992).

Esta caracterização tem importantes consequências sobre a organização e dinâmica internacional da indústria de software. De um lado, existe uma reestruturação das atividades de software que são externalizadas por empresas não especializadas e passam a demandar mais de empresas produtoras independentes; de outro, há uma dissociação da produção de software e de hardware, com a redução de custo e miniaturização da capacidade de armazenamento e processamento de informações. Ao mesmo tempo, a delimitação das atividades sob encomenda a serem supridas por pessoal situado internamente às empresas ou produtos a serem fornecidas por empresas independentes. Ademais, no caso brasileiro, em razão das fontes de vantagens competitivas levantadas acima, as características do mercado nacional podem influenciar a capacidade de crescimento de distintos segmentos de software (Schware 1992, Correa 1996).

2. Evolução do Setor no Brasil

O Brasil, segundo Schwabe (1992), era, em 1990, o sexto mercado mundial de computadores e serviços de informática que somavam cerca de US\$ 5,6 bilhões, sendo que a produção total no subsetor de software atingia US\$ 234 milhões. Segundo esse autor, os dez maiores vendedores de software respondiam por cerca de 80% do total do faturamento do setor. Grande parte do crescimento se deu em decorrência de elevada demanda do segmento financeiro e, assim, o software brasileiro está intrinsecamente relacionado ao processo inflacionário que demandou agilização dos procedimentos do setor bancário.

Em decorrência das limitações levantadas na seção anterior, as atividades de software serão dimensionadas por intermédio de estatísticas relacionadas com trabalho, extraídas da PNAD. A análise deste tipo de informação visa a dois objetivos. Primeiro, conhecer a evolução da dimensão das atividades de software. Segundo, estabelecer a evolução do grau de permeabilidade destas atividades nos diversos segmentos da economia. No entanto, a análise destes dados não permite cobrir resultados referentes ao faturamento das empresas envolvidas na produção de software, nem seu comportamento produtivo e tecnológico. Por isto, os dados da PNAD serão complementados por informações colhidas pela SEPIN/MCT com respeito a comercialização bruta e investimentos. Deve-se, contudo, estar ciente de que as amostras cobrem um número pequeno de empresas, têm viés de tamanho - que pode se tornar relevante em razão da reestruturação vivida pelo setor, conforme será indicado abaixo - e apresentam diferenças no número de empresas entrevistadas de ano para ano.

O gráfico 1 permite visualizar a evolução da participação de analistas de sistemas e programadores de computador na mão-de-obra ocupada total, entre 1985 e 1995. Pode-se perceber que há um elevado crescimento da participação da ocupação entre 1985 e 1990. No entanto, entre 1990 e 1993, há uma drástica redução da proporção de programadores e analistas na população ocupada total. A recuperação até 1995 não permite o retorno à posição de 1990. Desta maneira, o esperado grande crescimento das atividades de software na economia não se reflete no nível global de ocupação. Cumpre, assim, explicar a razão do crescimento do número de postos de trabalho em desenvolvimento de software abaixo da média da economia, entre 1990 e 1993, uma vez que a demanda por produtos de software cresceu em todo o mundo (Steinmueller 1995, Schwabe 1992, Correa 1996).

Alguns desenvolvimentos no software e na indústria de hardware fornecem possíveis explicações para o contraste entre o esperado crescimento das atividades de software e o reduzido aumento da mão-de-obra de analistas e programadores. Primeiro, a indústria de computadores demonstrou um elevado crescimento da produtividade nas últimas décadas. Baumol et al. (1991) colocam que, em 1970, hardware representava mais de 70% do custo dos serviços de computadores, programação e processamento de dados nos Estados Unidos, contra 25% de salários e benefícios. Em 1984, os dispêndios com mão-de-obra já respondiam por cerca de 40% do custo total, contra pouco mais de 40% do hardware. Esta tendência se manteve ao longo de toda a década de 80 (Steinmueller 1995), produzindo o que Baumol et al. (1991) denominam doença de custos. A resposta estratégica das empresas foi a substituição de mão-de-obra de analistas e programadores por equipamento, concretizado na utilização de linguagens de mais alto nível, mais intensivas em memória armazenada e de processamento. Ademais, o desenvolvimento da indústria de hardware reduziu os tempos mortos de mão-de-obra, frutos da reduzida capacidade de processamento das máquinas anteriormente utilizadas, que demandavam maior quantidade de tempo entre o desenvolvimento de determinado algoritmo e sua compilação (Steinmueller 1995).

Ao mesmo tempo, ao contrário do que é afirmado por Baumol et al. (1991), as atividades de software tiveram um ganho elevado de produtividade a partir do progresso da engenharia de software. Basicamente, esta evolução consiste na própria utilização de linguagens de mais alto nível, no desenvolvimento de programas pré-fabricados, no recurso a ferramentas CASE (*computer-aided software engineering*), que permitem a automação parcial de tarefas e em melhoramentos na gerência das atividades de desenvolvimento de software, estabelecendo formas mais eficazes para controlar, avaliar e dar suporte às atividades de software (Pondé 1993:22).

A maior eficiência e sistematização da produção de software por intermédio da engenharia de software e a redução do custo da memória residente e de estocagem permitiu uma alteração no perfil da organização do setor. A sistematização de tarefas e o surgimento de linguagens de mais alto nível tiveram duas conseqüências: (i) reduziram o nível de apropriabilidade do programador em relação ao programa produzido; e (ii) ampliaram a base de pessoas capazes de compreender os softwares desenvolvidos, na medida em que o grau de conhecimento necessário para programadores foi extremamente reduzido. Conseqüentemente, o potencial dos

programadores para proteger seu conhecimento sobre os programas foi reduzido, ao mesmo tempo em que a capacidade de monitoramento por parte das empresas foi elevada.

O gráfico 2 confirma preliminarmente os indícios acima levantados de que a estagnação da quantidade de mão-de-obra ocupada no segmento de software em comparação com as tendências internacionais de crescimento do setor não é refletida em um decréscimo do nível de produto (estimado pelo faturamento). Ao contrário, o setor apresenta um grande aumento da comercialização bruta de suas empresas entre 1988 e 1995. No entanto, deve-se ter em conta que estes dados, conforme explicitado acima, enfrentam problemas de flutuação do número de empresas entrevistadas e de representatividade da amostra. Ademais, não estão sendo levadas em consideração atividades de software realizadas por firmas que atuam predominantemente fora do segmento de software propriamente dito. Parte da elevação do nível de crescimento do produto do setor pode ser confirmada quando se observa um aumento na relação comercialização bruta/número de empresas de cerca de 80% entre 1991 e 1995.

3. Tendência à Especialização do Setor

A tabela 1 apresenta um índice de concentração da ocupação de analistas e programadores na economia brasileira. Pode-se perceber que a mão-de-obra de analistas e programadores está quase tão bem distribuída na economia quanto a força-de-trabalho total, denotando um elevadíssimo nível de permeabilidade das atividades produtoras de software na economia nacional, o que confirma a dificuldade de se mensurar as atividades de software a partir de uma simples análise do setor de software e serviços de computadores.

Ao mesmo tempo, deve-se perceber que há uma tendência para maior concentração das atividades de software ao longo dos dez anos cobertos pelos dados. Em 1985, o índice de Herfindhal-Hirschman¹ para a distribuição de analistas e programadores nos setores da economia é praticamente igual àquele apresentado pela mão-de-obra ocupada na economia, enquanto em 1995, há alguma diferença. No caso de programadores, esta tendência é ainda mais pronunciada, com o seu índice de concentração de atividades sendo 67% ao da economia.

¹ O índice de Herfindhal-Hirschman procura medir o grau de concentração de atividades. Ele é mensurado a partir do somatório do quadrado das parcelas correspondentes a cada setor. Desta maneira, entendendo-se s_i = total dos analistas no setor i /total dos analistas da economia, o índice de Herfindhal-Hirschman será determinado por $HHI = \sum s_i^2$.

Parte deste comportamento pode ser explicado pelos gráficos 3 e 4 que apresentam a distribuição da ocupação total de analistas e programadores em nove setores da economia. Pode-se perceber que há uma clara tendência nos dados de concentração das atividades nos segmentos de técnicos profissionais, onde estão localizadas as empresas independentes produtoras de software. Por outro lado, há uma redução relativa da participação da mão-de-obra para desenvolvimento de software situada na indústria de transformação, principalmente no caso de analistas, e instituições financeiras, com ênfase nos programadores.

Estes dados sugerem que o setor de empresas independentes de software, além de provavelmente ter apresentado ganhos de produtividade fruto do aumento da capacidade de processamento e armazenamento de dados das novas máquinas e da redução do custo de memória residente e de disco rígido, presenciou um crescimento do número de analistas e programadores empregados, o que sugere um aumento de sua capacidade produtiva. Esta tendência, além de ser confirmada pelos dados da SEPIN, pode ser observada pelos dados da amostra expandida da PNAD que apresentam uma elevação do número de analistas no segmento de técnicos profissionais de 15139, em 1990, para 25394, em 1995, e na quantidade de programadores de 25108 para 37038.

O decréscimo da participação da indústria de transformação e das instituições financeiras no total da ocupação de software pode estar indicando um aumento da terceirização destas atividades. No entanto, cabe controlar diferenças no crescimento relativo dos setores como um todo. Entre 1985 e 1995, o setor financeiro e a indústria decresceram sua participação na mão-de-obra total. Assim, a redução da participação dos setores na ocupação de analistas e programadores poderia estar apenas refletindo um encolhimento de tamanho relativo.

Para controlar esses efeitos, a tabela 2 apresenta índices de especialização setorial em atividades de software, representados como a razão entre o total de analistas e programadores ocupados no setor dividido pela mão-de-obra total ocupada no setor e o total de analistas e programadores da economia dividido pelo total da mão-de-obra ocupada na economia. Um índice de especialização superior a um representa uma participação de analistas e programadores no setor superior à média da economia. O incremento deste índice no tempo sugere que este setor se tornou mais especializado do que a média.

Pode-se perceber que, entre 1990 e 1995, há um sensível aumento do índice de especialização dos técnicos profissionais. Conforme colocado acima, este setor contém as empresas produtoras de software, o que insinua que houve uma concentração das atividades em empresas especializadas, reforçando as suspeitas extraídas do exame dos gráficos 3 e 4 e da tabela 1. Deve-se, no entanto, manter em mente que o setor de técnicos profissionais contém muitas outras atividades além de software e migrações delas em direção ao software não seriam captadas pelas essas estatísticas.

Os dados para a indústria de transformação apresentam duas trajetórias distintas. De um lado, entre 1985 e 1992, há um acréscimo da especialização do setor em atividades de software; de outro lado, após 1992, o setor apresenta um decréscimo do nível de especialização, chegando, em 1995, a um índice inferior àquele apresentado em 1985. Como a tendência natural é de elevação da demanda por software, é lícito sugerir a ocorrência de um aumento relativo da demanda externa de software na indústria de transformação.

Os dados para instituições financeiras são bem menos claros, apresentando flutuações ao longo dos dez anos cobertos pelas estatísticas da tabela 3. Inicialmente, há um acréscimo no seu nível de especialização até 1992. A partir de então, entre 1992 e 1993, há um decréscimo no índice de especialização em atividades de software, com o índice voltando a crescer entre 1993 e 1995, terminando o período com um grau de especialização superior ao de seu início. Assim, ao contrário do que se poderia supor, a mão-de-obra relacionada com software se tornou mais importante dentro do setor. Estes dados, apesar de não negarem a existência de terceirização de atividades em alguma medida, sugerem que este processo não foi pronunciado dentro do setor.

Os setores não especializados em software - construção civil, serviços distributivos, administração pública e mineração & agricultura - apresentam trajetórias distintas, com outros serviços e administração pública crescendo seu nível de especialização em software e serviços distributivos reduzindo sua especialização.

Uma vez que no setor de técnicos profissionais estão localizadas as empresas produtoras independentes de software e, tendo em vista o seu crescimento e a possível externalização de atividades de software da indústria de transformação, acompanhando tendência internacional evidenciada em Steinmueller (1995), deve-se questionar a razão do processo de terceirização.

Segundo este autor, as empresas usuárias de programas de computador enfrentaram obstáculos que podem ter gerado necessidade de externalização de parte destas atividades: (i) o elevado custo de manutenção dos pacotes de software, em alguma medida gerados a partir de incentivos aos programadores das unidades produtivas que procuravam proteger suas posições na firma por intermédio da criação de sistemas com alto custo de manutenção; (ii) o alto custo de monitoramento, relacionado com a dificuldade de mensuração da produtividade dos envolvidos nestas atividades; (iii) dificuldades no desenvolvimento de grandes sistemas de software; e (iv) problemas com a qualidade dos produtos gerados internamente. Deve-se adicionar que a existência de alto custo fixo no desenvolvimento e custo de reprodução quase nulo cria importantes economias de escala a serem aproveitadas em mercados generalistas ou semi-generalistas.

Apesar de todos estes pontos serem relevantes, deve-se estar atento para o fato de que os itens (i) e (ii) se mantêm verdadeiros tanto para as atividades internalizadas, quanto para compras realizadas junto a outras empresas, ou seja, a externalização de atividades de software não implica necessariamente um ganho relativo, mas simplesmente a transferência do problema para esferas mais especializadas. No caso do item (iii), a existência de dificuldades na geração de produtos, principalmente em razão da falta de economias de escala, representada pelo alto custo fixo do software, pode criar condições adequadas para a externalização. No caso do item (iv), a questão se volta para a própria dificuldade de gerenciamento de atividades em grandes empresas. Na medida em que a externalização implica o redirecionamento para organizações com burocracias mais leves, o monitoramento de atividades pode se tornar mais fácil. Ademais, na medida em que um mercado passa a intermediar as relações, a existência de concorrência pode implicar a imposição de ambientes de seleção adequados e evitar comportamentos oportunistas, reduzindo o risco de (i) e (ii) ocorrerem.

Ao mesmo tempo, as transformações na indústria de software, principalmente no que se refere ao gerenciamento e à engenharia de sistemas, facilitaram o monitoramento e o acompanhamento destas atividades ao sistematizar as tarefas de construção do *algoritmo*. Como consequência, reduziu-se o grau de apropriabilidade por parte do produtor (analista) e, portanto, diminuiu-se o risco de comportamentos oportunistas. Assim, a necessidade de mecanismos laterais de controle, como internalização das atividades, foi reduzida. Por conseguinte, a propensão a se adotar provedores externos de software foi elevada.

Por fim, pode-se apontar um último e decisivo motivo para a tentativa de terceirizar estas atividades, a fuga dos custos indiretos do trabalho. Grande parte do processo de externalização de atividades na economia tem sido motivado pela tentativa de redução de gastos com mão-de-obra. Isto tem se refletido em um maior grau de informalidade na contratação da mão-de-obra, que passa a assumir formatos diversos.

O aumento da participação de conta própria no total de analistas de sistemas e programadores ocupados aparece como um possível reflexo da tentativa de fuga dos custos indiretos da mão-de-obra por parte das empresas que atuam nos setores industriais. Pode-se perceber no gráfico 5 que, enquanto há entre 1985 e 1995 uma redução da proporção de analistas e programadores com carteira de cerca de 15 pontos percentuais, a participação dos conta própria aumenta em cerca de 12 pontos e a de empregados sem carteira tem também uma elevação de cerca de 4 pontos percentuais. Assim, o processo de terceirização sugerido é acompanhado de um aumento dos analistas sem vínculo empregatício formal, indicando que a mão-de-obra terceirizada provavelmente não é contratada por outra empresa.

Deve-se salientar ainda que a totalidade dos analistas e programadores trabalhando por conta própria está localizada no segmento de técnicos profissionais, o que adiciona indícios de que o objetivo de processos de terceirização é a redução dos custos de mão-de-obra. Pode-se perceber, a partir do gráfico 6, que, na primeira metade da década de 90, a proporção de analistas e programadores contratados com carteira cai drasticamente, contando, em simultâneo, com um crescimento com aqueles que trabalham por conta própria. Esta tendência é mais pronunciada, entre 1993 e 1995, principalmente no caso dos programadores de dados. Acrescenta-se ainda a constatação de que há pouca variação da percentagem da mão-de-obra contratada sem carteira, indicando que as relações internas às empresas permanecem formais.

Se observados em conjunto com os gráficos 3 e 4 e a tabela 2, estes dados adicionam evidência para sugerir que o crescimento do número de analistas e programadores no segmento de técnicos profissionais é consequência de um processo de terceirização, onde as firmas especializadas que mantinham relações formais com seus trabalhadores continuam agindo na mesma direção, enquanto o segmento vem recebendo um novo contingente de mão-de-obra que provavelmente foi expulso do setor formal da economia.

São conhecidos os casos de analistas independentes que fornecem serviços para empresas de software. Assim, os dados sugerem que, além das empresas dos demais setores da economia estarem externalizando parte da produção de software, as próprias empresas produtoras independentes terceirizam atividades, aproveitando os desenvolvimentos recentes das tecnologias de hardware e, provavelmente, fugindo dos custos indiretos do trabalho. Este procedimento se tornou possível na medida em que foi elevada a capacidade processadora dos microcomputadores e, principalmente, as unidades puderam se comunicar em redes (INTERNET), permitindo a descentralização geográfica da produção e do desenvolvimento de software. Ademais, outras atividades, anteriormente executadas em CPDs que centralizavam todo o trabalho, também puderam ser realizadas em unidades independentes.

4. Capacitação Tecnológica do Setor e Qualificação da Mão-de-Obra

O crescimento do setor de informática durante a primeira metade da década de 90 foi acompanhado por uma elevação nas taxas de investimento. O gráfico 7 apresenta, com base na amostra do SEPIN, a participação das taxas de investimento em modernização e ampliação, P&D e treinamento. As taxas de investimento em modernização e ampliação cresceram ao longo do período que vai de 1991 a 1994, sendo que, em 1995, registrou-se um acentuado declínio, passando de quase 7% do valor bruto comercializado pelo setor, em 1994, para pouco mais de 3%, em 1995. A manutenção do processo de redução do nível de investimento poderia ter graves conseqüências sobre o setor, em decorrência da alta taxa de progresso técnico no setor de informática (tanto software, quanto hardware). No entanto, os dados de apenas um ano são insuficientes para revelar uma trajetória clara.

Já as taxas de investimento em P&D registraram crescimento ao longo de toda a primeira metade da década de 90, elevando-se de 5% para 7% da comercialização bruta, o que aproxima a média do setor dos valores investidos pelas empresas líderes internacionais que dispõem em média 10 e 11% de seu faturamento em P&D² (Steinmueller 1995:31). Embora possa haver algum viés nestes dados em decorrência da limitada amostra, eles demonstram a existência de um grande número de empresas que, em média, têm realizado esforço visando a elevar seu nível de investimento em P&D e acompanhar o nível de investimento mundial.

² Young (1996) informa que os dispêndios em P&D no setor de software, na Noruega, Grécia e Austrália, são, respectivamente, 5,8%, 22,7% e 6,9%. Estatísticas para o setor nos Estados Unidos não são fornecidas pela autora.

Enquanto os investimentos em modernização e ampliação e P&D apresentam expansão, os investimentos em treinamento de pessoal têm decaído ao longo da década de 90 (gráfico 7). Este resultado seria esperado, em decorrência da elevação dos laços informais de trabalho sugeridos acima, o que reduz os incentivos das empresas em investir em formação profissional, uma vez que o aumento da capacitação técnica de seus contratados não reverte completamente para a empresa.

Esta tendência de pouco investimento em treinamento de pessoal não reflete um processo de deterioração da formação de pessoal do setor. Pode ser observado nos gráficos 8 e 9 que o nível de qualificação da mão-de-obra se mantém mais ou menos estável na década de 90, sendo que o gráfico 9, que cobre um período mais amplo, demonstra que entre 1985 e 1995 houve uma sensível melhora de qualificação, com uma grande elevação no número de analistas pós-graduados (mais de 17 anos de educação).

No entanto, o gráfico 10 demonstra uma deterioração da qualificação dos programadores de dados no país. Estes dados podem estar refletindo uma redução dos requisitos para a formação de programadores, em decorrência da simplificação de suas tarefas, sugerindo que o crescimento no número de programadores nos últimos anos é acompanhado de uma deterioração da mão-de-obra.

5. Desempenho Internacional do Setor

No caso brasileiro, um dos pontos que foram centro das atenções internacionais é sua estratégia de desenvolvimento, considerada um caso paradigmático de política setorial voltada para o crescimento via produção direcionada para o mercado doméstico. Parte fundamental desta estratégia foi a norma adotada a partir de 1982 de se registrar todo software comprado por agências governamentais e obrigar um novo registro a cada dois anos, com o objetivo de dar possibilidade para o surgimento de um similar nacional que deveria ter a preferência do governo³. Outro ponto importante para a manutenção desta estratégia era a legislação de propriedade intelectual para software, que impedia a apropriação dos frutos do software por

³É importante mencionar que Schwarc (1982) apresenta dados informando que 1/3 do dispêndio em processamento de dados, em 1981, estava situado dentro do governo.

parte das empresas estrangeiras⁴, facilitando, assim, a cópia por parte de empresas nacionais de soluções apresentadas por aquelas empresas.

No entanto, dois desenvolvimentos a partir do final dos anos 80 são fundamentais para alterar o rumo tomado pela indústria de software. Em primeiro lugar, a promulgação de uma lei de copyright para o software que equiparou a legislação brasileira àquelas dos países desenvolvidos, permitindo o registro de software estrangeiro (Schware 1992, Pondé 1993). Embora cheia de restrições, esta lei assegurou os direitos de propriedade das empresas estrangeiras sobre o software produzido fora do país, reduzindo, portanto, as barreiras à entrada no mercado brasileiro. Ao mesmo tempo, ela possibilitou um ambiente adequado também para o desenvolvimento de software nacional, principalmente aquele de uso geral. Em segundo lugar, a partir de 1992, a política de reserva de mercado no Brasil foi abandonada, com a abertura do mercado nacional para importações (Correa 1996).

Começou-se, então, a buscar políticas alternativas que fizessem frente à crescente tendência de internacionalização do mercado de informática. Como se pode perceber, pela tabela 3, o nível de exportação de software cresce consideravelmente para os quatro países da OCDE onde os dados estão disponíveis. Deve-se levar em consideração que o mercado está associado a repentes como ocorre em 1985, para a Noruega, e 1990, para os Estados Unidos, que são pontos isolados no tempo. A existência de um grande mercado no Brasil atrai parte da atenção das empresas multinacionais.

Com a abertura do mercado doméstico, o Brasil tem convivido com elevados *déficits* no balanço comercial de software. O gráfico 11 apresenta a evolução das importações de software entre 1993 e 1996, justamente o período pós-abertura aberto em duas categorias: (i) software cópia única; e (ii) software com diversas cópias. A diferença entre essas duas categorias se refere à possibilidade de comercialização interna. No primeiro caso, cópia única sugere a importação de software com objetivo do uso direto no processo produtivo da empresa. No segundo caso, a possibilidade de existência de muitas cópias pode indicar sua posterior comercialização por parte da empresa importadora. Percebe-se que houve um crescimento consistente das importações, neste período, liderado principalmente pela aquisição de software generalizado. No caso do software cópia única, apesar das importações crescerem no período, elas o fazem em um nível inferior. Isto sugere que o crescimento internacional da

⁴Ver Pondé (1993) e Schware (1992) para uma análise do desenvolvimento do mercado doméstico nacional e

comercialização de software para a utilização dentro da empresa importadora tem crescido, enquanto a importação de software para comercialização interna se reduziu.

As exportações não apresentaram o mesmo desempenho das importações (gráfico 12). De um lado, o volume de exportações é bem inferior ao de importações. Enquanto em 1993 e 1994 as exportações totais não chegavam a R\$ 1 milhão, as importações ultrapassavam US\$ 50 milhões. De outro, não há consistência comportamental nos dados, principalmente no que se refere a software de pacote, que apresenta grande variação durante o período. Já no caso de software cópia única, a partir de 1994, há uma tendência geral ao crescimento. Deve-se, no entanto, aceitar que parte deste fraco desempenho pode ser explicado pela excessiva valorização da moeda nacional no período pós-real. Embora o governo tenha apresentado esforços para preparar as empresas nacionais para serem competitivas no mercado internacional, como é o programa SOFTEX 2000 que visa a estimular as exportações, a resposta está aquém do esperado.

A identificação dos atores no processo de importação e exportação permite conclusões interessantes. A partir de informações fornecidas pelo Banco Central, pôde-se classificar - por intermédio de análise do Anuário da Gazeta Mercantil, e da Melhores e Maiores da Revista Exame - o principal setor de atuação das empresas exportadoras e importadoras, tanto de software de uma maneira geral, quanto software cópia única.

A abertura dos dados do Banco Central por nome de empresa exportadora permite identificar duas tendências distintas. De um lado, no caso de software em geral, a exportação é realizada predominantemente por empresas que atuam dentro do segmento de software (tabela 4). De outro, no software cópia única, prevalecem empresas de fora do setor de software. Neste caso, duas forças podem estar atuando: (i) o fato de algumas empresas do setor de bens e de outros serviços estarem desenvolvendo programas de computador que são específicos de suas atividades pode gerar competitividade internacional em software sob encomenda; e/ou (ii) as empresas podem estar exportando bens ou outros serviços que têm contrato casado de compra e venda. Neste último caso, a competitividade provavelmente emana do setor de bens e não do setor de software. No primeiro caso, a existência de um setor demandante eficiente pode *puxar* o desenvolvimento de um segmento fornecedor.

Para as importações (tabela 5), há uma mudança neste quadro com a predominância das empresas que atuam fora do setor de software. Todavia, as empresas de software também se apresentam como importadoras relevantes, principalmente no software com muitas cópias. Neste caso, é de se suspeitar que haja um processo de revenda do software no mercado doméstico. O gráfico 13 confirma esta constatação para a amostra da SEPIN/MCT. O nível de importação de software por empresas que atuam no setor com o objetivo de revender o produto no mercado doméstico varia de US\$ 35 milhões US\$ 160 milhões no período entre 1991 e 1995. Apesar da elevação do valor de importações neste período, a relação entre importação para revenda e comercialização se reduz entre 1991 e 1995, saindo de 35% do total das vendas para cerca de 15%, o que significa que o crescimento total das vendas de software por estas empresas é superior ao crescimento das vendas provenientes de importação, revelando um crescimento do valor das vendas advindas de software desenvolvido internamente. Logo, embora as empresas de software não demonstrem uma elevação de sua competitividade externa, pelo menos no mercado interno, elas têm apresentado sinais de melhoria de sua atuação, ganhando espaço em relação ao software importado, malgrado a maior abertura do mercado.

Conclusões

Algumas conclusões podem ser extraídas a partir das informações colhidas por este estudo. As atividades de software passaram por uma forte transformação a partir do início da década de 90. Inicialmente muito disseminadas por diversos setores da economia, estas atividades passaram a se concentrar cada vez mais no segmento de técnicos profissionais, onde estão localizadas as empresas independentes produtoras de software, representando, portanto, uma elevação do grau de especialização da produção e desenvolvimento de software.

A reorganização das atividades de software foi acompanhada de uma reestruturação de suas relações de trabalho. A redução da proporção da mão-de-obra contratada com carteira foi seguida de uma drástica elevação de trabalhadores por conta própria, sem um reflexo no aumento daqueles contratados sem carteira. Este fato sugere que a concentração da produção está relacionada com a descentralização geográfica do desenvolvimento e produção de software. Acredita-se que estas mudanças tenham sido provocadas por dois fenômenos

distintos: (i) a tentativa de fuga dos custos indiretos do trabalho; e (ii) as dificuldades de monitoramento e coordenação em grandes estruturas hierárquicas e, simultaneamente, a possibilidade de desenvolvimento de software em estruturas mais *enxutas*.

Embora os dados colhidos tenham sido preliminares, os resultados indicam que o segmento de empresas independentes produtoras de software tem demonstrado grande vitalidade nos últimos anos, no que se refere a sua capacitação tecnológica. O nível de investimento em expansão e modernização tem crescido (com exceção de 1995) e o dispêndio em P&D tem sido incrementado. Alguma preocupação deve ser dirigida, no entanto, para o investimento em treinamento de mão-de-obra, que se reduziu nos últimos anos. Esta redução parece ser consequência da reestruturação das relações de trabalho, com o aumento de programadores e analistas trabalhando por conta própria, o que dissipa os frutos do treinamento, diminuindo os incentivos de investimento das empresas. Este fato aparentemente não se reflete na qualificação formal da mão-de-obra que tem se mantido em níveis elevados.

O grande problema do software parece ser, no entanto, seus contínuos *deficits* na conta serviços. Com a abertura do mercado em 1992, as importações têm crescido rapidamente, principalmente no que se refere ao software vendido com mais de uma cópia, enquanto as exportações não têm demonstrado a mesma vitalidade. Embora parte deste problema possa ser atribuído à valorização cambial no período pós-real, o segmento produtor de software nunca parece ter demonstrado força no mercado exterior. É interessante observar que grande parte da exportação de software se deveu, antes de mais nada, a empresas que atuam em outros segmentos. Desconfia-se, portanto, que esta parte do comércio de software esteja associada a práticas de contrato casado ou à competitividade demonstrada em outros segmentos da economia.

Bibliografia

- Baumol, W.; Blackman, S.; and Wolf, E. *Productivity and American Leadership: The Long View*. The MIT Press, Cambridge, 1991.
- Correa, C. Strategies for Software Exports from Developing Countries. *World Development*, 24 (1), 171-182, 1996.
- IBGE Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 1985-1995.
- Melo, P. e Branco, C. Setor de Software: Diagnóstico e Proposta de Ação para o BNDES. In *BNDES Setorial*, 5, Março, 1997.
- OECD *Services: Statistics on International Transactions, 1970-1992*, 1995.
- Pondé, J. *Competitividade da Indústria de Software*. Relatório da pesquisa Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira. Campinas, 1993.
- Schwartz, R. Software Industry Entry Strategies for Developing Countries: A Walking on Two Legs Proposition. *World Development*, 20 (2), 143-164, 1992.
- SEPIN/MCT Indicadores para o Setor de Informática, 1991-1995.
- Steinmueller, E. *The U.S. Software Industry: An analysis and Interpretive History*. Discussion Paper, MERIT/University of Maastricht, 1995.

Tabela 1

Índice de Herfindhal-Hirschman⁵ para a Distribuição da Ocupação
entre os Setores da Economia a Trinta Setores (1985-1995)

	Analistas	Programadores	Ocupação Total na Economia
1985	0,120	0,120	0,121
1990	0,110	0,137	0,100
1992	0,151	0,114	0,125
1993	0,174	0,123	0,122
1995	0,147	0,196	0,117

Fonte: IBGE/PNAD.

Tabela 2

Índices de Especialização* Setorial em Atividades de Software (1985-1995)

	1985	1990	1992	1993	1995
<i>Indústria de Transf.</i>	1,80	1,90	2,19	2,01	1,62
<i>Construção Civil</i>	0,31	0,33	0,16	0,50	0,23
<i>SIUP</i>	4,88	2,87	7,82	4,84	6,51
<i>Serv. Distributivos</i>	0,90	0,65	0,71	0,46	0,66
<i>Instituições Financeiras</i>	7,91	8,93	9,56	7,64	8,72
<i>Administração Pública</i>	0,65	0,73	0,82	0,86	0,82
<i>Técnicos Profissionais</i>	16,84	14,49	17,12	18,84	18,55
<i>Outros Serviços</i>	0,20	0,26	0,18	0,30	0,35
<i>Mineração & Agricultura</i>	0,07	0,02	0,02	0,06	0,01

Fonte: IBGE/PNAD.

*O índice de especialização é formado pela relação entre a participação de analistas e programadores na m.d.o. total do setor e a participação de analistas e programadores na economia como um todo.

Tabela 3

Evolução das Exportações de Software de Quatro Países da OCDE, US\$ milhões

	EUA	Alemanha	Canadá	Noruega
1981			43	
1982			41	3
1983			58	2
1984			76	1
1985			61	19
1986	1109	87	102	8
1987	782	132	138	8
1988	1394	228	201	8
1989	1183	247	195	9
1990	26058	257	220	11
1991	2186	357	250	14
1992	2621	376		

Fonte: OECD, Services: Statistics on International Transactions, 1970-1992.

⁵Sendo s_i a participação da mão-de-obra ocupada no setor i , $HHI = \sum s_i^2$.

Tabela 4

Número de Empresas Exportadoras de Software que Atuam Predominantemente no Segmento de Software

	1993		1994		1995	
	Soft-ware	Cópia Única	Soft-ware	Cópia Única	Soft-ware	Cópia Única
Número de Empresas Fornecidas pelo BC	8	5	3	2	7	7
CGC Identificado	7	5	2	2	7	4
Setor Identificado	3	5	0	1	3	4
Software Principal Setor de Atividade	3	2	0	1	3	0

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Banco Central do Brasil.

Tabela 5

Número de Empresas Importadoras de Software que Atuam Predominantemente no Segmento de Software

	1993		1994		1995	
	Soft-ware	Cópia Única	Soft-ware	Cópia Única	Soft-ware	Cópia Única
Número de Empresas Fornecidas pelo BC	50	50	50	50	50	50
CGC Identificado	50	50	50	50	50	50
Setor Identificado	19	35	20	35	12	35
Software Principal Setor de Atividade	7	2	3	1	3	2

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Banco Central do Brasil.

Gráficos

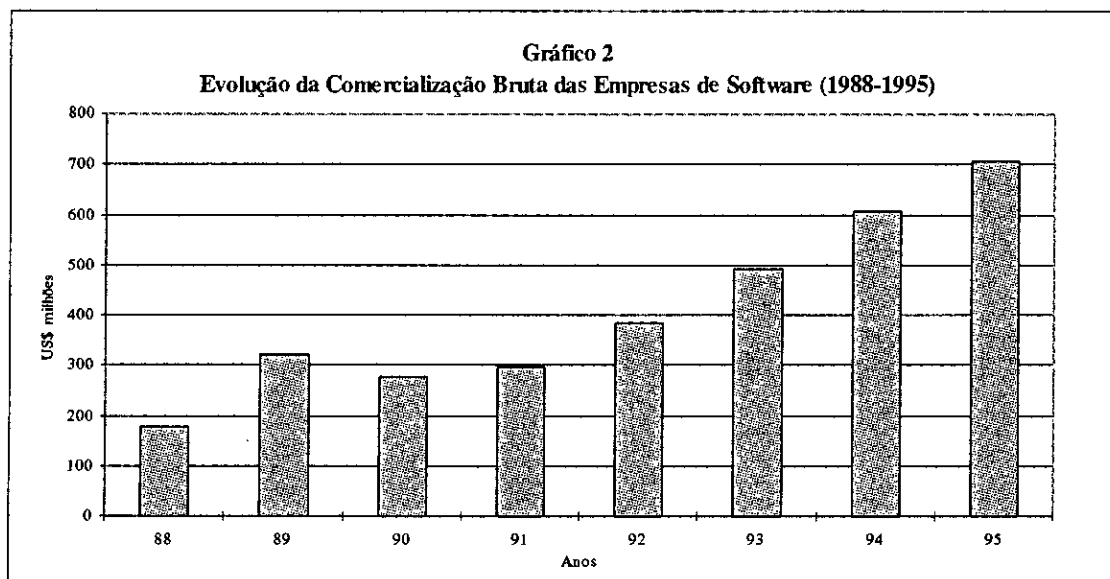
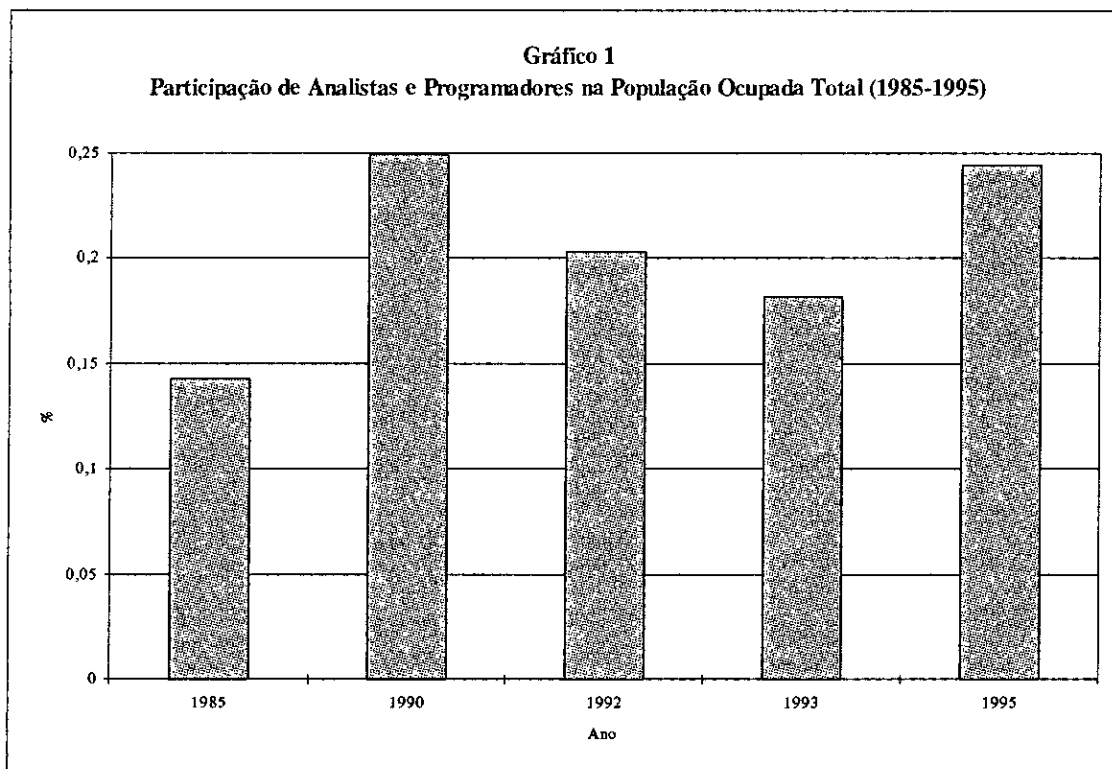


Gráfico 3
Distribuição Setorial dos Analistas de Sistemas Ocupados (1985-1995)

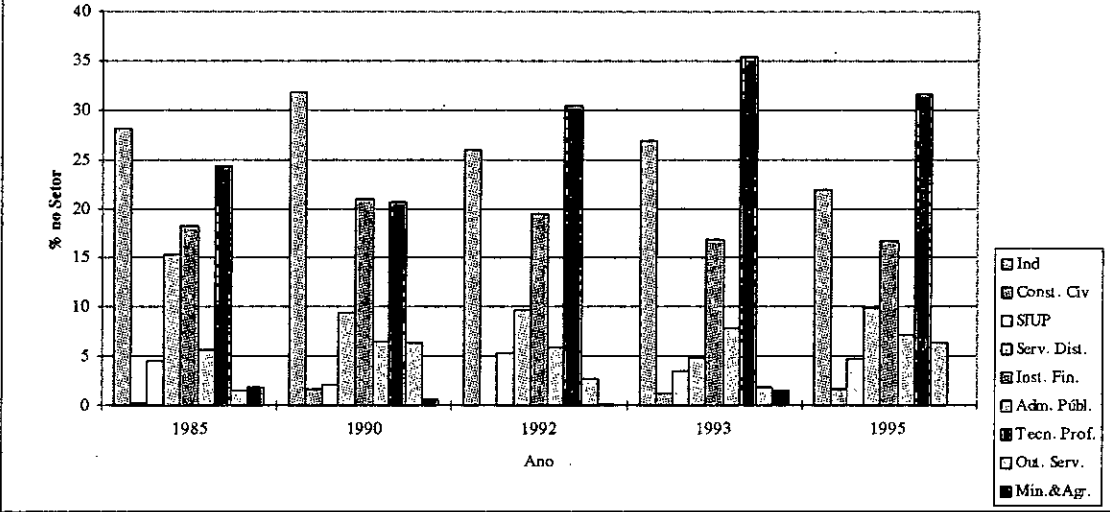


Gráfico 4
Distribuição Setorial dos Programadores Ocupados (1985-1995)

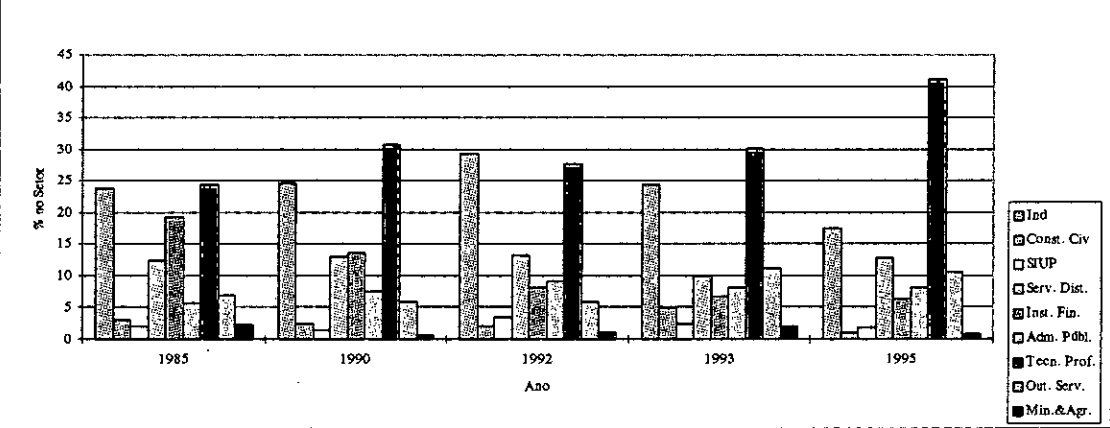


Gráfico 5
Distribuição de Analistas de Sistemas e Programadores de Dados por Posição na Ocupação (1985-1995)

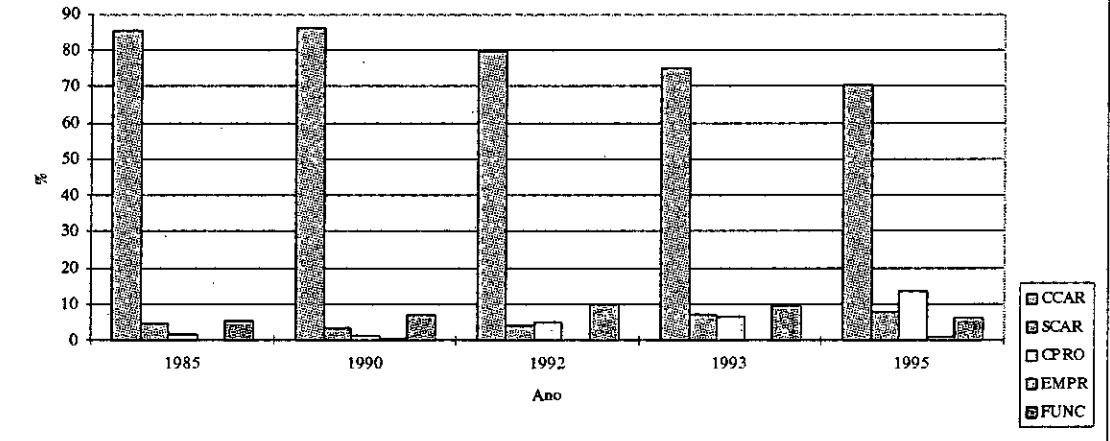


Gráfico 6
Distribuição de Analistas e Programadores no Segmento de Técnicos Profissionais por Posição na Ocupação

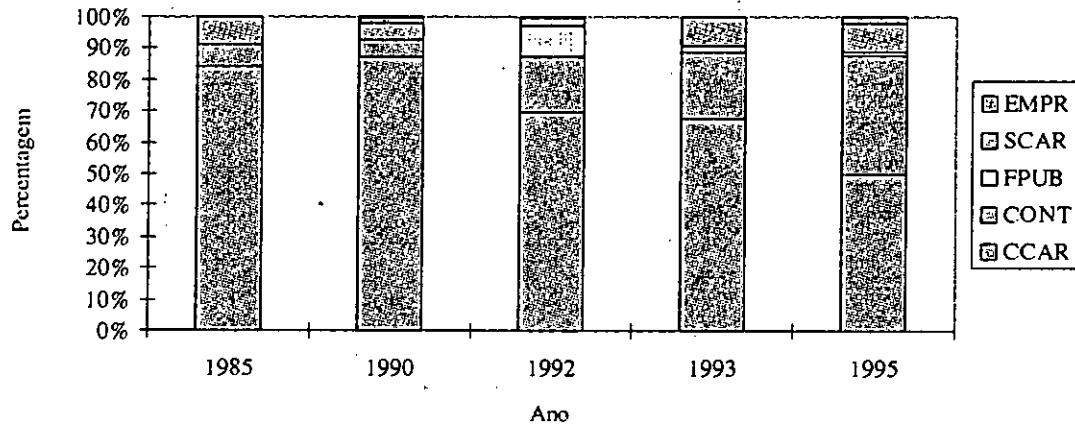


Gráfico 7
Investimentos do Setor de Software

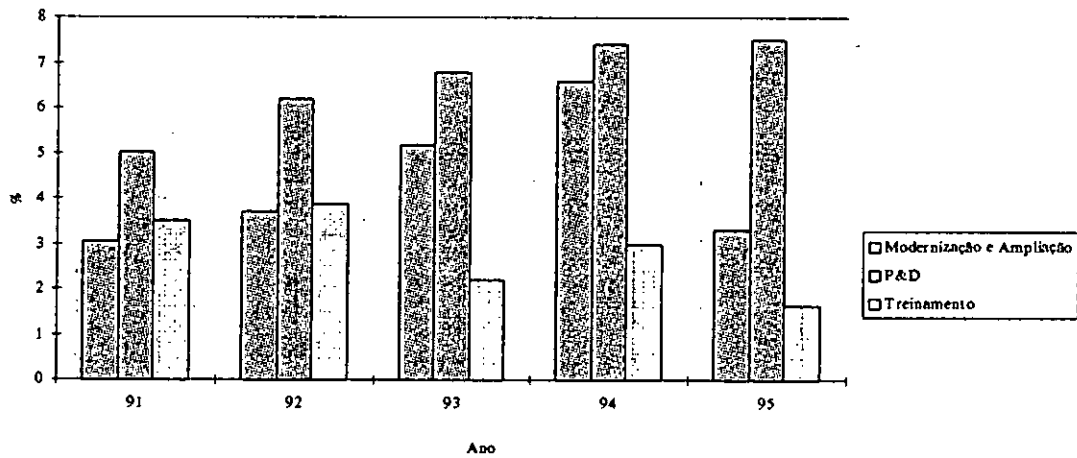


Gráfico 8
Evolução da Qualificação dos Recursos Humanos no Setor de Software

