

DOCUMENTO
DE TRABALHO
08/94

Caso 2: A Faculdade de Engenharia Elétrica da UNICAMP e os Três Departamentos da Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da USP

Maria Helena de Magalhães Castro e
Jorge Balán

Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior
Universidade de São Paulo

NUPES

Núcleo de Pesquisas
sobre Ensino Superior

Universidade de São Paulo

**Universidade versus setor produtivo:
a perspectiva e a realidade da universidade.**

Maria Helena de Magalhães Castro

E

Jorge Balán

CASO 2:

A FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UNICAMP E
OS TRÊS DEPARTAMENTOS DA ENGENHARIA ELÉTRICA
DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP

NUPES

e

CEDES

Núcleo de Pesquisas sobre Ensino Superior da
Universidade de São Paulo

CASO 2
A Faculdade de Engenharia Elétrica da UNICAMP e os três Departamentos
da Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da USP

Sumário

I - Introdução

- 1.1. Configuração Atual, 2
- 1.2. O Contexto da Política de Telecomunicações, 6
- 1.3. A Política de Informática: reversões, radicalismo e incompletude, 7
- 1.4. Resultados, 14

II - Trajetórias

- 2.1. UNICAMP, 15
- 2.2. USP, 19
 - O LSD e o Depto de Computação e Sistemas (PCS), 22
 - O LME do Depto de Engenharia Eletrônica (PEE), 23
 - O LSI do Depto de Engenharia Eletrônica (PEE), 29
 - Outros laboratórios e o Depto de Energia e Automação (PEA), 31

III - Contratos e Cooperação

- 3.1. Culturas Institucionais, 33
- 3.2. Relações com as Administrações Centrais, 40
- 3.3. Contratos e Finanças, 44

IV - Conclusões, 47

V - Quadros

- Quadro 1 - Organogramas, 3
- Quadro 2 - Centros de Excelência nas Sub-Áreas da Engenharia Elétrica, 4
- Quadro 3 - Indicadores Acadêmicos (1993), 5
- Quadro 4 - Distribuição dos Docentes pelos Departamentos da Elétrica USP (1993), 31
- Quadro 5 - Produção Tecnológica da FEE, 37
- Quadro 6 - Dados Financeiros da Engenharia Elétrica da USP (1993), 45
- Quadro 7 - Principais Convênios Ativos da FEE (1993), 47

I - Introdução

Este é o mais longo e o mais complexo dos três estudos, porque envolve o impacto de políticas industriais que já contam com vários estudos publicados. A exposição e análise dos casos extrapola, por vezes, os limites das duas instituições para contextualizá-las e tem um percurso mais longo pelo esforço que se fez para entender as diferentes trajetórias das subáreas de telecomunicações, informática e microeletrônica, todas elas sob a influência de políticas industriais específicas. A USP toma um tempo e espaço bem maior do que a UNICAMP em função de sua maior complexidade organizacional e diversidade interna. Foi o estudo mais difícil, mas também o mais surpreendente.

Os grupos de Engenharia Elétrica da USP e UNICAMP possuem idades muito diferentes, mas seus perfis atuais refletem em grande medida uma mesma ordem de fatores: o envolvimento que tiveram no esforço de capacitação do país em informática e telecomunicações. Embora o grupo da USP remonte à 1918 e o da UNICAMP, à 1967, suas diferenças hoje se devem menos aos seus contextos de origem, do que às importantes diferenças, principalmente, de implementação entre a política de capacitação em telecomunicações (que marcou mais a UNICAMP) e a de informática (que marcou mais a trajetória do grupo da USP). A área de Engenharia Elétrica correspondeu ao cerne das duas políticas, porque ambas priorizaram o desenvolvimento de *hardware*, de tecnologia industrial para a fabricação de equipamentos e produtos no país.

A partir da virada da década de 60 para a de 70, quando o governo federal inicia a alavancagem dessas áreas, os dois grupos experimentam um rápido crescimento de suas equipes em função da intensa expansão da atividade de pesquisa e, em menor medida, da montagem e desenvolvimento de programas de pós-graduação. O agigantamento, que experimentaram, forçou reformas institucionais de grande porte nos anos 80. Em 1986, o grupo da UNICAMP deixa de ser um departamento (DEE) da Faculdade de Engenharia de Campinas (FEC) para se tornar, ele próprio, uma faculdade, a FEE (Faculdade de Engenharia Elétrica), com nada menos do que onze departamentos e uma equipe de cerca de 80 professores-pesquisadores.

Nesta época, a equipe de pesquisadores do Departamento de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da USP (chamado de PEL ou "Prédio da Elétrica") chegava a ser duas vezes maior do que seu quadro docente. Em 1987, o PEL expande seu espaço institucional através da retomada da direção de outra grande unidade vinculada à USP, o Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE), que passa a abrigar a pesquisa de vários professores do Departamento. Mas os problemas persistiam e, em 1990, o PEL acabou por se desmembrar em três departamentos: no Departamento de Engenharia Eletrônica (PEE), no Departamento de Computação e Sistemas (PCS) e no Departamento de Sistemas Elétricos e Automação (PEA). Com isso, a "Engenharia Elétrica" perde sua unidade organizacional: deixa de ter uma direção unificada e o termo passa a

alunado de graduação (1052 alunos), que era pelo menos quatro vezes maior do que o de pós-graduação (243).¹ Seu curso de graduação oferece sete habilitações diferentes e está entre os dois cursos mais procurados da Escola Politécnica². O grupo da UNICAMP segue a orientação mais geral desta universidade; i.é., de ênfase na pós-graduação e pesquisa acadêmicas. Possuía em 1993, 530 alunos de pós-graduação e 450 de graduação. Em termos da abrangência das sub-areas da Engenharia Elétrica, os dois grupos cobrem praticamente todo o espectro, com a diferença de que a UNICAMP é mencionada como centro de excelência no país em uma quantidade maior de sub-áreas do que a USP. O Quadro 2 compara os melhores grupos de pós-graduação e pesquisa em Engenharia Elétrica no país e o Quadro 3 relaciona outros indicadores acadêmicos:

Quadro 2 - Centros de Excelência nas subáreas da Engenharia Elétrica					
Subáreas	USP	UNICAMP	COPPE	PUC-RJ	UFSC
eletrônica	-	X	X	-	X
microeletrônica	X	X	-	-	-
sistemas de energia ou de potência	-	X	X	X	X
máquinas elétricas	X	-	-	-	X
eletrônica de potência	-	-	X	-	X
telecomunicações	-	X	-	X	-
sistemas de controle e automação	X	X	X	-	X
Total	3	5	4	2	5
Conceito CAPES - Mestrado	A	A	A	A	A
Conceito CAPES - Doutorado	B	A	A	A	A

Fonte: Sandoval, 1993³

¹Números do Anuário da USP de 1992.

²O outro curso é o de Engenharia Civil. As habilitações oferecidas são em Engenharia de Eletricidade, Automação, Computação, Energia Elétrica, Microeletrônica, Potência e Telecomunicação. Anuário USP, 1992.

³Sandoval Carneiro Jr. "Problemas e Potencialidades do Ensino e Pesquisa em engenharia no Brasil, julho de 1993, mimeo.

Quadro 3 - Indicadores Acadêmicos (1993)⁴		
Titulação Docente	UNICAMP	USP
Titular	14%	8.2%
Associado-Doutor	21%	8.2%
Adjunto	18%	ñ existe
Assistente-Doutor	31%	32.0%
Assistente-Mestre	15%	45.3%
Auxiliar-Graduação	-	6.3%
total (N=100%)	106	159
não docentes (nível superior)	75	250
total doutores (1992)	91 (85.8%)	77 (48.4%)
Produção Científica de 1990 + 1991 (CAPES)⁵		
total docentes na pós-graduação (91)	87	120
artigos + livros + apresent. congressos	250	79
produção total per capita	2.87	0.65
patentes e protótipos	4	0
titulações doutorado	41	9
titulações mestrado	149	30
alunos de pós-graduação	530	243
alunos de graduação (1993)	450	1052

Os dados apresentados na parte inferior do Quadro 3 não discriminam a produção científica nacional da internacional (para facilitar a legibilidade da tabela) e, como o descompasso aumenta no tocante à produção internacional, vale adicionar aqui algumas informações: o grupo da USP não apresentou trabalhos em congressos internacionais neste biênio (1990-91), mas o da UNICAMP apresentou 141. Além disso, a USP publicou apenas 7 artigos em periódicos internacionais, ao passo que a UNICAMP publicou 33 e mais 4 capítulos em livros estrangeiros. Fica ainda mais claro que a vocação da UNICAMP é excelência acadêmica em pesquisa e pós-graduação ao passo que a da USP é a formação de graduação de uma enorme quantidade de alunos. Por outro lado, é importante mencionar que a atividade de pesquisa do grupo da USP está longe de se restringir ao âmbito dos docentes envolvidos na sua pós-graduação (que é o parâmetro medido nesta parte do Quadro 3). Além do número de pesquisadores não-docentes (engenheiros com ou sem titulação de pós-graduação) ser ainda expressivo, há docentes não

⁴Fontes: Catálogo da FEE de 1993 e secretarias dos Departamentos de Energia e Automação Elétricas (DEA), Eletrônica (DEE) e Computação e Sistemas Digitais (DCS).

⁵Sandoval, op. cit.

considerados neste quadro, porque não se vinculam à pós-graduação, embora desenvolvam pesquisas em outras instituições dentro e fora do campus da USP. Há 23 (ou 14.5% dos) professores em regime de tempo parcial na USP e uma parte destes desenvolve pesquisas no CPqD, IEE e outras instituições. Há também interações estáveis com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e com o Centro de Computação Eletrônica (CCE) da USP.

A dimensão mais interessante da atual configuração dos dois grupos é dada pelo fato da Engenharia Elétrica ser uma das raras áreas tecnológicas no Brasil onde houve a oportunidade de se montar programas de formação e pesquisa no plano acadêmico ao mesmo tempo em que se praticava uma política industrial para o mesmo setor. A Engenharia Elétrica não é a única área envolvida com telecomunicações e informática, mas sempre foi uma das mais importantes, porque o foco das políticas sempre foi tecnologia industrial.⁶

Tanto a informática, quanto às telecomunicações se desenvolveram nos dois planos (acadêmico e industrial), com a importante diferença de que no caso das telecomunicações houve uma coordenação efetiva, pela Telebrás, entre o trabalho desenvolvido na universidade e no CPqD e o seu repasse para a indústria. Na área de informática, o esforço de capacitação foi mais amplo, porque envolveu uma maior variedade de atores e um número maior de áreas do conhecimento (engenharias, matemática, ciências da computação). Foi também mais radical no fomento à indústria de informática e implementação da reserva de mercado. Entretanto, não promoveu o enlace entre a universidade e a indústria emergente. Tomando-a em seu conjunto, a política de informática foi mais dispersa, incompleta e desarticulada do que a de telecomunicações.

O fato é que a história destes dois grupos não pode ser entendida sem que se conheça o contexto das políticas federais que alteraram profundamente suas dimensões e perfis de competência e que são as principais responsáveis pelas características que apresentam hoje.

A história da informática no Brasil teve início nos anos 60 e seus primeiros promotores - a Marinha em ação conjunta com o BNDE e o Funtec, no chamado GTE (Grupo Técnico Executivo) - elegeram o grupo da USP como um dos três a receberem os primeiros computadores instalados no país (os outros dois foram o ITA e a PUC-Rio). Além disso, patrocinou a criação e total aparelhamento de dois grandes laboratórios no PEL - o LSD de Sistemas Digitais e o LME de Microeletrônica, ambos criados em 1968.

A política de capacitação em telecomunicações se inicia em 1972 com a criação da Telebrás, que também elege o LSD da USP para desenvolver o seu principal projeto, o

⁶ A Informática abrangeu também as ciências da computação e matemática. A área de telecomunicações também envolveu a física.

Trópico, de comunicações digitais. A Telebrás também contrata pesquisas e desenvolvimentos em várias outras universidades (cerca de dez ao todo) e patrocina a capacitação do, então, Departamento de Engenharia Elétrica (DEE) da UNICAMP.

A mobilização das universidades, entretanto, não se manteve como o foco de nenhuma dessas duas políticas. No caso da informática, a mobilização das universidades foi apenas a primeira de quatro fases. A segunda fase foi de implantação da indústria de informática; a terceira, de consolidação e liderança tecnológica da indústria de informática em relação às universidades e; a quarta e atual fase é a de ajuste ao fim da reserva, enxugamento do setor empresarial e ênfase no desenvolvimento de *softwares*. No caso das telecomunicações, a dispersão de contratos de P&D entre vários grupos universitários é subitamente interrompida pela decisão da Telebrás de criar seu próprio centro de tecnologia e internalizar a pesquisa dentro de seu próprio âmbito, como veremos a seguir.

1.2. A Política de Telecomunicações: consistência e estabilidade

A criação do CPqD em 1976 inaugura um novo padrão que prevalece até os dias de hoje. Embora tenha se capacitado internamente (e com a ajuda, ou absorção, de quadros da universidade⁷), a Telebrás manteve uma relação estável de cooperação com alguns poucos grupos universitários, em particular, com a FEE e o IFGW da UNICAMP e, no caso da USP, com o grupo de microondas do LME. Os grupos que mantiveram parceria com a Telebrás usufruíram de várias vantagens que não existiram para aqueles que cooperaram na área de informática. Em primeiro lugar, a Telebrás manteve o interesse em financiar pesquisas de ponta, que davam retorno acadêmico. Em segundo lugar, ela assumiu a função de fazer o repasse dos resultados obtidos na universidade para a indústria. Para isso, a Telebrás adotou os resultados das pesquisas como normas e especificações a serem seguidas pelos seus fornecedores, e envolveu o CPqD tanto na finalização dos desenvolvimentos, quanto, inclusive, no treinamento do pessoal da indústria. Com isso, muitos dos resultados obtidos na universidade se tornaram cabeças de série de linhas de fabricação, de modo que este envolvimento com a Telebrás significou, não só o recebimento de financiamento continuado para pesquisas de interesse aplicado e acadêmico, como também a geração de clientelas industriais, que vinham freqüentemente pedir apoio para resolver problemas de tecnologias criadas nos laboratórios universitários.

⁷Em 1977 a equipe do LSD que vinha trabalhando no convênio Telebrás se afasta da USP para continuar o trabalho no CPqD em Campinas.

O impacto dos desdobramentos da política de informática nas universidades e na USP, em particular, foi bem mais complexo do que o da Telebrás, que fixou um mesmo padrão de atuação desde que instalou o CPqD. Uma avaliação do que se passou na área de informática requer que se conheça um pouco mais de perto as dinâmicas provocadas pelas prioridades governamentais.

1.3. A Política de Informática: reversões, radicalismo e incompletude

No início dos anos 70, os laboratórios universitários já produziam resultados tecnológicos importantes. No caso da USP, construíram: (1) o primeiro minicomputador (o "Patinho Feio" em 1972); (2) o hardware do primeiro computador industrial (o G-10, usado pela COBRA SA em 1975 para produzir o primeiro computador nacional); (3) o primeiro equipamento de comunicação digital operando DDI no Brasil e (4) os primeiros processos e técnicas de fabricação de chips. Além disso, os laboratórios da USP formavam os profissionais que vieram a compor as equipes de outros centros de pesquisa (como os da própria Engenharia Elétrica da UNICAMP, do CPqD, da FEPASA e da ITAUTEC, etc.) e, principalmente, os empresários e técnicos de alta qualificação que criaram e desenvolveram a chamada indústria de informática brasileira a partir da segunda metade dos anos 70.

Em 1972, o GTE é substituído pela CAPRE cuja função era a de disciplinar as compras governamentais de computadores, o que logo teve o efeito de induzir o desenvolvimento de uma indústria de computadores nacionais.⁸ A partir de 1977 começa a política, propriamente dita, de "reserva de mercado para microcomputadores", que em 1982, é institucionalizada na Lei de Informática e ampliada por mais dez anos. A indústria de informática surge a partir do final dos anos 70 e passa a ser o foco exclusivo da política federal. Inicia-se aí a segunda fase, de implantação do setor de informática e esvaziamento do papel da universidade.

A experiência brasileira de cooperação entre universidade e empresa em nada contribuiu para manter as universidades no bojo da política industrial que se iniciava. Esta experiência era não só muito incipiente como problemática, como atestava o fracasso do convênio entre a PUC-RJ e a COBRA (a empresa estatal de fabricação de computadores), que

⁸ A CAPRE apoiou algumas empresas na importação e subsequente nacionalização de tecnologias para computadores de médio porte. Já praticava, portanto, uma política de indução e proteção a uma indústria nacional de computadores.

teve que assumir tarefas encomendadas à PUC, porque os professores se desinteressaram pelo projeto⁹. De sua parte, o empresariado não tinha qualquer tradição de desenvolver tecnologia internamente e, menos ainda, de se valer das universidades para isso. Por sua vez, a política federal de capacitação em informática nunca chegou a implementar todas as estratégias formuladas e aprovadas na Lei 172 de 1982. Das treze estratégias previstas, só uma, a da reserva para micros, foi plenamente implementada.

Embora a informática tenha sido um dos raros casos em que a área acadêmica contou com uma política industrial bem sucedida na promoção de uma indústria no mesmo setor, esta política não promoveu uma articulação das empresas emergentes com a área acadêmica. A política industrial não foi acompanhada por uma política tecnológica que maximizasse o aproveitamento da competência instalada nas universidades e institutos de pesquisa governamentais. Ao contrário, o incentivo foi para que as empresas realizassem P&D internamente e para isso, liberou-se as importações de equipamentos de pesquisa para as empresas, mas não para as universidades, os institutos de pesquisa e os demais setores da indústria no país:

"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 das instituições científicas, a burocracia simplesmente inviabilizava a importação. Era como se a presença de tecnologia de ponta na universidade fosse ofuscar (e não estimular) a incipiente tecnologia nacional."¹⁰

Como Lucena aponta, a implementação da reserva foi descuidada com relação aos custos que estratégias como esta impõem à economia, à academia e ao país como um todo. Estes custos são principalmente dois: a formação de cartórios e a imposição de um compasso de espera aos setores usuários da tecnologia em proteção. Os cartórios podem ser minimizados com a fiscalização e cobrança dos compromissos assumidos de desenvolver a tecnologia protegida em condições de competitividade no mercado. Quanto à desatualização dos usuários, esta pode ser minimizada por duas medidas: por uma política seletiva que libere

⁹ Prochnik, Victor (1988) "A Contribuição da U. para o Desenvolvimento da Informática no Brasil", in Revista de Administração de Empresas, SP 28:3, Jul-Set 88, pp.51-62 (IEI-UFRJ). Segundo este autor, *"os pesquisadores da universidade não demonstraram interesse em prosseguir o trabalho, considerado pouco criativo, atrasando os planos da empresa. A COBRA se viu forçada a executar internamente as tarefas contratadas e, a partir daí não procurou mais as universidades."* pg.55 Existia, é verdade, uma interação mais antiga entre universidades e o setor público, especialmente, as companhias estatais (como PETROBRAS, ELETROBRAS, CESP, Metrô). Estes contratos passaram a incluir desenvolvimentos na área de informática: grandes projetos de sistemas, que em geral, eram muito específicos às necessidades de cada cliente. Prochnik exemplifica: sistemas de controle de trans do metro de São Paulo, ou instrumentos e sistemas de prospecção de petróleo, produtos e sistemas para a CESP/ELETROBRAS.

¹⁰ Lucena, Carlos J. P. de (1993) "A Situação Atual e o Potencial da Área de Computação no Brasil", trabalho realizado para o projeto "O Estado Atual e o Papel Futuro da C&T no Brasil", coordenado por Simon Schwartzman.

importações a partir de avaliações no caso a caso e por uma política de enlace entre o setor na reserva e os que dependem dela (o de C&T e o industrial), permitindo que participem do esforço de capacitação e atualização tecnológica.

Na prática, o que ocorreu é que as importações só foram liberadas para as empresas de informática e tanto o setor industrial como um todo, quanto o setor de C&T foram forçados a uma desatualização. Uma pesquisa entre as 300 empresas associadas à Sociedade Brasileira de Computação revelou que apenas 60% dessas empresas chegaram a desenvolver P&D internamente, o resto se comportou cartorialmente, só usufruindo das vantagens da reserva. Na avaliação de Prochnik (1988), a P&D realizada pelas empresas foi pouco original e fundamentalmente orientada para engenharia reversa:

"Já na constituição da indústria, uma empresa, a SISCO, não licenciou tecnologia estrangeira, optando pela emulação ou engenharia reversa; o que se tornou posteriormente o padrão da indústria. A facilidade de emular produtos estrangeiros cresceu com o tempo, pois uma das tendências básicas do progresso técnico no setor foi a concentração da tecnologia nos chips, que são componentes do ponto de vista dos fabricantes de computadores. Com a importação destes componentes foi possível o surgimento da indústria nacional de microcomputadores, sem uma preocupação maior com o desenvolvimento tecnológico."¹¹

Lucena (1993), em estudo mais recente, só concorda em parte com Prochnik. No seu entender houve inovação e originalidade como nos casos da MICROTEC e das estratégias de P&D adotadas pela ITAUTECH e SID. Além disso, Lucena qualifica de ingênua a idéia de criticar as empresas brasileiras por fazerem emulação:

"A reserva de mercado para pequenos sistemas aproveitou exatamente uma fase em que em toda a parte do mundo, todos se baseavam em arquiteturas abertas. Os PCs fabricados nos EUA, Japão, Alemanha, Inglaterra, Coréia do Sul e Brasil eram exatamente iguais. Foi isso que permitiu o estabelecimento de uma indústria de software em todo o mundo. O Macintosh da Apple é o único exemplo bem sucedido de tecnologia alternativa à arquitetura PC...

Estes 60% investiram e muito em pesquisa tecnológica internamente em suas empresas. O que se pode dizer é que mesmo estes 60% nunca tiveram a clarevidência de procurar trabalhar cooperativamente com as universidades. Ao contrário, foram predadores, fazendo 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."

Para Prochnik, o pequeno porte da maioria dessas empresas e a sua concentração em produtos de fácil emulação também contribuíram para a baixa interação institucional com as universidades. Entretanto, isto em nada reduziu o processo de esvaziamento de quadros da universidade:

"As empresas não precisavam da universidade e nem poderiam interagir de forma mais ampla e contínua porque eram de pequeno porte e, conseqüentemente, sem recursos para desenvolver programas de pesquisa mais ambiciosos.¹² Mas se o número de contratos entre as empresas nacionais privadas e as universidades era pequeno, o mesmo não se pode dizer de outras formas de interação... Várias empresas criadas nesta fase, como a SCOPUS e EMBRACOM foram fundadas por ex-professores do ramo. Este movimento continua até hoje e é característico dos polos tecnológicos... Mais intensa foi a busca das empresas privadas e estatais por profissionais qualificados. Esse fluxo afetou a capacidade técnica das universidades mas também contribuiu para a renovação de seus quadros e para ampliar a capacitação tecnológica das empresas... A migração em massa de professores e ex-alunos de pós-graduação para o setor empresarial foi de tal ordem que tornou insuficiente a formação de novos professores em informática. Em 1983, havia proporcionalmente menos profissionais em doutoramento em informática do que no conjunto de todas as áreas científicas." (Prochnik)

A contribuição dos quadros universitários para a implantação e consolidação da indústria nacional de informática foi, portanto decisiva, mas teve custos altos para a universidade. Basicamente, o desenvolvimento da indústria de informática atrapalhou e retardou o desenvolvimento da competência na universidade por duas razões: porque atraiu seus melhores quadros antes que sua competência estivesse plenamente consolidada, e porque impediu as importações necessárias para manter atualizados os seus laboratórios. No caso da microeletrônica o impacto foi ainda mais devastador, porque a indústria de informática não assumiu a capacitação em tecnologia de fabricação de chips entre suas responsabilidades. Ao contrário, definiu o chips como mero componente da tecnologia de fabricação de computadores e conseguiu autorização para importá-los. As universidades que haviam sido mobilizadas para desenvolver equipamentos e tecnologias industriais e para formar quadros, acabaram sendo reduzidas a este último papel.

Segundo estudo de Gitahy e Gitahy,¹³ o setor empresarial emergente não só absorveu os egressos do sistema universitário, como se expandiu a partir das pesquisas e desenvolvimentos realizados na área acadêmica. Esta foi a dinâmica típica da segunda fase da política de informática. Várias empresas foram criadas a partir de projetos universitários bem-sucedidos. Muitos dos alunos da primeira turma de Eletrônica da USP, formada em 1974 com a participação do LSD, ajudaram a criar a indústria de informática: além da equipe que desenvolveu o G-10 e que foi pra COBRA, professores e ex-alunos da USP participaram da formação da SCOPUS e da EDITE, da XPTO, que trabalha com analisadores lógicos, da ANTARES, que trabalha com fontes de energia, e da SOFTCAD, de softwares gráficos. A equipe que participou do projeto de mesa digitalizadora para ITAUTEC acabou formando a DIGIGRAFIC; os pesquisadores do projeto de delimitria formou a FZI que trabalha com estações remotas baseadas neste projeto; a VIDEOTEK

¹¹ Prochnik, pg 56.

¹² A grande exceção foi a ITAUTEC que contratou tanto a USP quanto a UNICAMP

¹³ Gitahy, Ma Lucia e Gitahy, Leda (1991) "A pesquisa em informática e a Empresa no Brasil", versão preliminar, DPCT-UNICAMP. (estudo para IIEP/UNESCO com apoio do I.D.R.C.).

foi formada a partir do projeto de terminal gráfico para a FEPASA (que também incorporou gente do LSD) e; há também ex-alunos do LSD na SID-Informática, na PROLÓGICA e na DIGIREDE. O LME também apresenta vários casos similares (HELIODINÂMICA, AEGIS, DÉDALUS) e o grupo da UNICAMP também forneceu professores, pesquisadores e ex-alunos para diferentes áreas do CPqD e, mais tarde, para o CTI (Centro de Tecnologia em Informática da Secretaria Especial de Informática - SEI).

A terceira fase vai da consolidação do setor empresarial, na segunda metade dos anos 80, até o fim da reserva em 1991, e é marcada pela liderança do setor empresarial em relação às universidades. Uma avaliação da Sociedade Brasileira de Computação e um estudo realizado por Prochnik, ambos em 1984, chegaram à mesma conclusão:

"Observa-se que a indústria nacional de informática, criada na sua maioria por profissionais egressos do sistema universitário já superou em muitos casos, o estágio de conhecimento em que se encontram as universidades."
(SBC)

"Em 1984, os laboratórios das empresas já eram muito melhor equipados do que os das universidades. A distância entre os dois tipos de instituições, desde então, aumentou bastante. Note-se ainda que, para uma dada soma de recursos, uma empresa equipa-se de forma mais eficiente do que uma universidade, porque o processo de licitação, nesta última, é mais demorado, diminuindo o seu poder aquisitivo... Os pesquisadores, para suplantar essas dificuldades, tem usado parte de seu tempo para confeccionar seus próprios instrumentos de trabalho, como é o caso do LED da UNICAMP..." (Prochnik)

Sem prioridade na política de reserva de mercado, a pesquisa universitária na área de informática tampouco mereceu tratamento especial por parte das agências de C&T. Lucena aponta que *"um exemplo da paradoxal baixa prioridade dada para o setor entre 1975 e 1992 é o fato de que a informática sempre manteve a mesma posição relativa no orçamento das agências de C&T, como Finep, CNPq e CAPES."* Este autor nota também que *"a informática não podia se candidatar aos recursos do PADCT, porque interesses estranhos ao país não permitiam apoio à essa área"*. Prochnik detalha esses dados numa tabela e comenta:

"Considerando-se que o CNPq dividiu a pesquisa científica no Brasil em 27 áreas de atuação, uma distribuição proporcional ao número de áreas resultaria numa participação de aproximadamente 3.7% para cada uma delas. Pesquisadores da área de informática argumentam que devido ao caráter estratégico da indústria de informática e à demanda predatória de pessoal qualificado por parte do setor industrial e de serviços, a participação da área no montante global de recursos deveria ser maior do que a média. Entretanto, pelo menos no caso da CAPES e CNPq, isso não se verifica."¹⁴

¹⁴Prochnik, pg 59.

Apesar dos revezes da política federal e da falta de compensação por parte do sistema de C&T, a comunidade acadêmica sobreviveu, desenvolveu uma rede de associações, eventos e formas de interação no país e no exterior, e tem merecido avaliações muito positivas em estudos recentes.¹⁵ A mera emergência da indústria de informática teve efeitos estimulantes na área acadêmica, apesar de sua ação predatória sobre os quadros universitários e da interação "desregrada, pontual e não-cumulativa" que manteve com a universidade¹⁶ (salvo raras exceções como a ITAUTEC). O dinamismo deste setor empresarial e, especialmente, a abundância de empregos qualificados que oferecia, atraiu um grande número de excelentes alunos para todos os programas acadêmicos, estimulando a universidade a manter a qualidade da formação em informática. Isto foi alcançado através da organização da comunidade de pesquisadores em uma série de associações e encontros regulares de âmbito nacional e da intensificação das pressões sobre as agências de fomento à C&T. A qualidade e quantidade de alunos também minimizou as dificuldades de reposição de quadros ao longo dos anos e permitiu um aproveitamento razoável das novas gerações.

A fase atual já é outra: a grande maioria dos professores entrevistados na USP referiram-se, espontaneamente, à "debandada" de pessoal das empresas de volta para a universidade. O Plano Collor e o fim da reserva forçaram a indústria de informática a enxugar seus custos (de pessoal, inclusive) e a reorientar sua pesquisa, que cada vez mais substitui o desenvolvimento de *hardware* pelo de *softwares*. Nas palavras de Lucena:

".. Se houve resultados positivos, isto foi obtido quase que à revelia ou apesar dos governos. Se a política de informática tivesse sido plenamente implementada teria havido um investimento em ciência e tecnologia compatível com a política industrial que era praticada. Os 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.

O saldo da reserva de mercado foi uma indústria que ainda não acabou de ser sucateada e uma comunidade científica atualizada e muito ativa, capaz inclusive de redirecionar a política de informática do país e implementá-la." (p. 16-17)

Atualmente, o futuro do setor de informática no Brasil está sendo ancorado na produção de softwares para exportação. Esta é a única área para a qual existe um programa governamental, o DESI (Desenvolvimento Estratégico da Informática), que se compõe de três subprogramas (um deles, o SOFTEX, específico à produção de software para exportação).¹⁷

¹⁵ Este é o caso da avaliação de Lucena em estudo de 1993.

¹⁶ Prochnik, op. cit.

¹⁷ Os demais programas são o PROTEM (Programa Temático Multi-Institucional) que veio compensar a inexistência de recursos do PADCT para esta área e incentivar projetos cooperativos em temas estratégicos de pesquisa que, segundo Lucena, "podem mudar o patamar de qualidade da pesquisa na área no país". O outro subprograma é o RNP (Rede Nacional de Pesquisa) que pretende a montagem de uma estrutura computacional que interligue toda a comunidade de

Diferentemente das fases anteriores, a universidade está novamente na vanguarda em relação às empresas na área de softwares. Os resultados que tem produzido são, muitas vezes, sofisticados demais para interessarem as empresas nacionais, daí a vocação exportadora da produção de software. Lucena comenta a situação atual:

"A comunidade científica no Brasil cobre hoje todas as áreas do conhecimento relacionadas ao software (nem sempre com a massa crítica desejável na mesma instituição)... Vários estudos realizados em várias partes do mundo recomendam uma fertilização cruzada entre a academia e a indústria na área do software... Na área de legislação ainda não existe uma regulamentação da Lei de Informática que permita algum planejamento com base em incentivos fiscais e obrigatoriedade de investimentos previstos pela lei. A legislação sobre software não caminha... Mas no plano das políticas de C&T existem três iniciativas relevantes... A primeira é o novo foco do RHAIE, que está tentando criar uma nova cultura de projetos de pesquisa voltados para a transferência tecnológica para a indústria. A segunda é a reformulação do PADCT e priorização de um novo modelo de política tecnológica... A terceira é o projeto DESI (Desenvolvimento Estratégico da Informática)."

1.4. Resultados

O que se conclui destas duas histórias é que a UNICAMP teve mais sorte e estabilidade do que a USP. Como estava ainda em formação quando a política de informática mobilizou os grupos universitários, o envolvimento da FEE com esta área só se deu mais tarde (com a criação do CTI em 1985), teve menor intensidade e não sofreu os altos e baixos causados pelas reviravoltas das políticas federais. A história da FEE é em grande medida a história da política tecnológica para as telecomunicações. A FEE foi em parte formada pela Telebrás, que financiou contratações de pessoal e a montagem de laboratórios, especializando o grupo na área de telecomunicações e consolidando uma relação de complementaridade. Em função disso, teve uma trajetória estável de cooperações importantes (tanto do ponto de vista estritamente tecnológico, quanto acadêmico) com o CPqD, um parceiro altamente qualificado.

A trajetória do grupo da USP foi muito mais turbulenta. Perdeu quadros e frustrou sua expectativa de cumprir a missão para a qual foi preparado e equipado nos primeiros anos. O resultado é que a USP apresenta uma situação interna de grandes desigualdades. Coexistem lá um "*museu da microeletrônica*", como qualificou um dos entrevistados, com equipamentos de última geração, mas que só permitem trabalhar em segmentos de alguns processos de fabricação de circuitos integrados. Alguns laboratórios, como o LSD, minguaram, enquanto outros, como o do LSI (Laboratório de Sistemas Integráveis), souberam avaliar o contexto dos anos 70 e definir, com sucesso, nichos de atuação que os mantiveram na ponta tecnológica.

O fim da reserva de mercado, a recessão econômica e a crise fiscal do Estado vêm submetendo a FEE e o grupo da USP a níveis variados de ociosidade. Na área de softwares, a

pesquisa científica e tecnológica do país (de todas as áreas) com ela mesma e com o exterior. Não há informações positivas sobre o estágio de implementação destes programas.

engenharia elétrica compete com as áreas de computação e matemática. Não têm a inserção que tiveram quando a ênfase da política federal era o desenvolvimento de tecnologias industriais. Segmentos das telecomunicações já tiveram importações liberadas (telefonia celular) e o volume de recursos para a atividade de pesquisa caiu em todas as fontes; seja nas estatais (Telebrás, inclusive); seja nas agências de fomento à C&T (como Finep) ou mesmo nos órgãos e companhias do setor público federal e estadual. A FAPESP é a única fonte de apoio à pesquisa que manteve (e até ampliou) sua capacidade de financiamento. Diante deste quadro, a alternativa tem sido direcionar os equipamentos e recursos humanos para pesquisas mais fundamentais (que tem mais a ver com a FEE) ou buscar nichos de atuação (que tem sido a orientação mais recente dos laboratórios da USP).

Antes de encerrar esta caracterização geral é importante lembrar a abrangência das competências dos dois grupos. Embora o pólo de dinamismo de suas histórias recentes tenha se centrado nas áreas mais diretamente relacionadas às telecomunicações e informática, ambos os grupos mantiveram suas demais especializações. Algumas destas constituíam áreas tecnologicamente maduras, como relativas à energia elétrica, e outras foram se atualizando, dando origem a novas especializações, como bioengenharia ou engenharia biomédica e processamento de voz. As situações particulares dos grupos de pesquisa no interior da FEE e dos departamentos da USP variam muito em função do tipo de equipamento de que dependem. Alguns grupos têm mais flexibilidade para reorientar suas linhas de trabalho, ao passo que outros dependem da importação de equipamentos caros e definem nichos de atuação.

A circunstância atual é de retração, mas não de crise. O Diretor da FEE declarou que não depende de convênios para produzir pesquisas e resultados acadêmicos, porque os equipamentos e instrumentos desenvolvidos para pesquisas concluídas são facilmente redirecionados para outras pesquisas. A alta produtividade científica do grupo confirma isso. Mesmo que providências como essas não se apliquem a todos os casos (como ao do laboratório de microeletrônica da USP, que depende de importações ou a de outros grupos que não contam com contratantes do porte do CPqD), a situação dos dois grupos é, no mínimo estável. A autonomia orçamentária das duas universidades vem garantindo salários e recursos para manutenção, serviços de apoio e até um ou outro investimento maior. Suas infra-estruturas de pesquisa são amplas e há abundância de pessoal, entre estagiários de graduação, alunos de pós-graduação e técnicos de nível superior, remanescentes da fase de grandes projetos.

II - Principais Marcos Históricos:

2.1. A UNICAMP

A Engenharia Elétrica da UNICAMP foi criada em 1967 como um dos departamentos - o DEE - da Faculdade de Engenharia de Campinas (FEC). Ao contrário de outras unidades da UNICAMP, esta não partiu de nenhum projeto específico de atuação e em seus primeiros anos de

funcionamento, não passou, segundo as palavras de um professor entrevistado, de "*uma escola de engenharia de nível B*".¹⁸ Seu desenvolvimento em um dos melhores centros acadêmicos na área se deu posteriormente e a partir de alguns estímulos importantes; em particular, à uma intervenção de Zeferino Vaz, que em 1971 importou mais um cérebro brasileiro do exterior. Trouxe e colocou na Chefia deste Departamento, o professor Manoel Sobral Jr., que na ocasião era professor titular do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Michigan.

O prof. Sobral não ficou por muito tempo (saiu nos final dos anos 70), mas contou com todo o apoio do reitor para dar o impulso inicial e orientar o grupo para a pesquisa e excelência acadêmica. Ele negociou e firmou os primeiros grandes contratos da história deste grupo, administrou a implantação do mestrado e doutorado (criados em 1971) e do regime de dedicação em tempo integral dos professores. Ampliou o corpo docente, contratando um grupo de engenheiros do ITA (Instituto Tecnológico da Aeronáutica), que se tornou um núcleo de liderança da FEE.

Os primeiros convênios foram grandes desafios para uma equipe que recém se constituía. O primeiro deles teve início em 1972 e foi firmado com a Companhia Metropolitana de São Paulo S.A. para desenvolver o sistema de controle dos trens do metrô. Houve aí um "golpe de sorte", porque este contrato foi oferecido e recusado pela USP. O desenvolvimento deste trabalho envolveu praticamente toda a equipe do DEE, que na ocasião não passava de vinte professores. O convênio teve seis anos de duração (indo até 1978) e envolveu cerca de US\$500 mil. Três outros convênios foram firmados ainda na gestão do prof. Sobral, todos com a Telebrás. O primeiro se inicia em 1973, para o desenvolvimento de uma parte do projeto Trópico (também desenvolvido pela Engenharia Elétrica da USP): o do equipamento MCP-30, que envolvia uma tecnologia de ponta - a de *pulse code modulation* -, só dominada em cinco ou seis países do mundo na época.¹⁹ Este convênio se desdobrou numa série de aditivos e está ativo ainda hoje, embora envolvendo menos gente e recursos.

O segundo convênio começa em 1974, quando a Telebrás apóia a criação e instalação do Laboratório de Eletrônica e Dispositivos (LED), por dois professores saídos do Laboratório de Microeletrônica (LME) da USP interessados em desenvolver equipamentos para fazer microeletrônica. Os fundadores do LED, Carlos Mamana e Augusto Martins Jorge, se integraram, inicialmente, ao Projeto MCP (Modulação por Código de Pulso) do grupo de Transmissão Digital do DEE, ampliando, com isso, o escopo deste convênio com a Telebrás. Pouco depois o LED ganha autonomia e passa a constituir uma sub-unidade do DEE com projetos específicos com a Telebrás na área de microeletrônica.²⁰

¹⁸ Prof. Hermano Tavares.

¹⁹ Prochnik detalha mais: "técnicas digitais, multiplex-modulação por codificação de pulsos".

²⁰ Prochnik relaciona este convênio com "pesquisa em microeletrônica" na sua Tabela II.

O terceiro convênio se inicia em 1975. A Telebrás promove a formação de um novo grupo no DEE, o de Materiais de Grau Eletrônico, para desenvolver processo de purificação e obtenção do silício de grau eletrônico.

As linhas de pesquisa apoiadas pela Telebrás eram formuladas em conjunto com os professores universitários e acompanhavam a fronteira internacional, gerando materiais de interesse científico. Este relacionamento com a Telebrás não só garantiu financiamento continuado para atividades na área de telecomunicações como patrocinou a ampliação de suas competências nesta área, especializando o grupo em telecomunicações.

Foram avaliações positivas do relacionamento com a UNICAMP - não devemos esquecer o que ocorria na área da física (lasers e fibras óticas) - que levaram a TELEBRÁS a instalar seu centro de P&D em Campinas, nas imediações desta universidade. O CPqD foi criado em 1976 mas só concluiu suas instalações em 1980. Assim como ocorreu com o IFGW, a Engenharia Elétrica também sofreu evasão de quadros e equipamentos, assim como uma queda no volume de financiamento da TELEBRÁS, à medida que se consolidava a competência interna de pesquisa do CPqD. Esta capacitação do novo Centro se deu, em grande parte, pela absorção de grupos inteiros de pesquisadores universitários. O Departamento de Componentes e Materiais do CPqD, por exemplo, abrangia e abrange várias áreas de atuação da engenharia elétrica, tais como: optoeletrônica, circuitos híbridos e circuitos integrados.²¹ Esses laboratórios eram muitas vezes melhor equipados e possuíam dimensões quase industriais, que permitiam pesquisas e desenvolvimento de maior porte do que na universidade. O líder do LED, o prof. Mamana foi um dos que migraram para o CPqD atraídos pela melhores condições de pesquisa que oferecia.

Depois do impacto inicial causado pela instalação do CPqD, a FEE não sofreu descontinuidade no seu relacionamento com a Telebrás. Ao contrário, consolidou-se uma relação de complementaridade que se prolonga até hoje. A grosso modo, o CPqD passa à FEE as pesquisas e desenvolvimentos de novas tecnologias e se incumbem dos desenvolvimentos posteriores e do *scale-up* para o repasse para a indústria. O prof. Mamana, por exemplo, manteve o contato com a UNICAMP, criando fluxos de alunos de pós-graduação indo desenvolver pesquisas e teses no CPqD e contratando o LED e outros laboratórios para pesquisas de interesse para o Centro.²² Pode-se dizer, inclusive, que o LED tornou-se, ao longo dos anos, uma extensão dos laboratórios do Cpqd.

Em 1984, um novo estímulo de crescimento se anuncia com a instalação, também em Campinas, de outro centro de P&D vinculado ao governo federal: o Centro de Tecnologia em Informática (CTI), da Secretaria Especial de Informática (SEI) da Presidência da República. Foram

²¹ Fibras e Optoeletrônica foram montadas com cooperação direta do IFGW. A divisão de circuitos integrados foi montada pelo argentino Victor Blat, que trabalhava na Phillips holandesa. Ele alterou o enfoque de "processos" para "projetos", que continua sendo a ênfase, Mas ele e a primeira equipe (treinada informalmente no exterior em projetos para CHIPS) foram para a indústria, há muito tempo.

²² Carlos Mamana integra hoje a alta hierarquia do CPqD.

professores da Engenharia Elétrica que ajudaram a montar e que dirigiram os institutos de Automação e de Instrumentação do CTI nos seus quatro primeiros anos de funcionamento.

O envolvimento da FEE com a área de informática, entretanto, não deslanchou como no caso do Cpqd, devido à reversão da política tecnológica que deu origem ao CTI. Menos de um ano depois de sua criação, o CTI teve sua missão inviabilizada por um veto do Presidente Figueiredo, no início de 1985. O projeto original era o de dotar o CTI de recursos orçamentários permanentes para que se consolidasse como centro de referência nacional em tecnologia de informática e liderasse a criação de uma rede de centros regionais nesta área. Com o veto à destinação de recursos permanentes para o CTI, a rede nunca chegou a se constituir e o CTI ficou na dependência de concessões de recursos pela SEI.

Em 1986 o DEE se emancipou da FEC, passando a constituir a Faculdade de Engenharia Elétrica, a FEE. Hoje possui onze departamentos (Quadro 1) e atua em sete grandes áreas de especialização: Engenharia da Computação; Automação; Sistemas de Potência e Máquinas Elétricas; Eletrônica, Microeletrônica e Optoeletrônica; Engenharia Biomédica; Telecomunicações e Telemática e Energia e Sistemas. Um estudo do papel da Universidade no desenvolvimento da informática no Brasil menciona três grupos FEE da UNICAMP, como centros de excelência em suas áreas: o DSIF (Departamento de Semicondutores, Instrumentos e Fotônica) na área de microeletrônica, o LED, nas áreas de microeletrônica e instrumentação e o DCA (Depto de Computação e Automação Industrial) na área de automação.²³ Este estudo ressalta ainda os "estreitos vínculos de pesquisa" do DCA com a Alemanha, França, Inglaterra e EUA, mas não menciona interações com indústrias.

Uma avaliação mais recente da área de Engenharia Elétrica no país, realizada em 1993, confirma o estudo anterior e amplia as áreas de liderança acadêmica da FEE. Destaca-a como centro de excelência em cinco das sete sub-áreas classificadas: Eletrônica; Microeletrônica; Sistemas de Energia ou de Potência; Telecomunicações e; Sistemas de Controle e Automação.²⁴ A FEE compartilha a primeira posição no rank desta avaliação com o Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina, ambos com cinco áreas de excelência.

A FEE se assemelha à USP no que diz respeito a problemas de gigantismo. As entrevistas sugerem a existência de grande heterogeneidade interna. Mencionou-se desde a formação de "feudos de pesquisa" e conseqüentes conflitos e rivalidades, até a tendência, que cresce entre outros grupos, de desenvolver suas interfaces em projetos de pesquisa interdisciplinares, valendo-se dos "projetos temáticos" apoiados pela FAPESP. Há grupos mais aplicados, mas, a julgar por sua produção científica, a orientação predominante é a de buscar excelência acadêmica. A grande novidade dos anos 90 se situa exatamente aí, na área acadêmica:

²³Gitahy e Githay, op. cit.

²⁴Sandoval, op. cit.

"A iniciativa da FAPESP de apoiar projetos temáticos foi ótima para o desenvolvimento da pesquisa acadêmica, porque o contato com pesquisadores de outros departamentos é muito estimulante e provê o grupo de pesquisa temática com equipamentos e recursos aos quais não teria acesso em projetos tradicionais. Seria muito difícil para o meu grupo (de controle Ótimo e Pesquisa Operacional do Departamento de Telemática) manter atividades de pesquisa adequadas sem o apoio da FAPESP."

Outro indicador do compromisso com a qualidade acadêmica da FEE é a adoção, bastante incomum na universidade brasileira, de um sistema de avaliação de ensino. Esta avaliação é realizada a cada biênio e envolve a participação de alunos e professores, além de ex-alunos, profissionais e empresários, que são convidados para trazerem a perspectiva da dinâmica tecnológica do mercado profissional. Destas avaliações podem resultar alterações curriculares.

Com isso, a FEE se destaca mais pela sua qualidade acadêmica do que por suas relações com a indústria, como veremos na seção III. Mas, há indícios de que aumenta o interesse por esta modalidade de atuação. Alguns entrevistados mencionaram que, de uns tempos para cá, cresce o prestígio daqueles professores que são procurados para prestar consultorias. Há também informações de que a produção tecnológica da FEE é das mais altas da UNICAMP. Dados de 1989 registram uma produção de 21 itens (9 técnicas, 9 produtos, 2 protótipos e 1 patente), quando nenhuma outra unidade produziu mais que 1 item. Dados longitudinais (de 1987 a 1991) mostram que 1989 foi também o "pico" das publicações da FEE, correspondendo a uma média de mais de 2 publicações por professor, quando nos demais anos variou entre 1 e 1.5. Mesmo que 1989 não tenha sido um ano regular, não resta dúvida de que a FEE conseguiu combinar excelência científica com produção tecnológica para grandes clientes, que são, tipicamente, centros de pesquisa de empresas estatais (e não empresas e indústrias privadas).

2.2. A Engenharia Elétrica da USP

A Engenharia Elétrica da USP remonta ao início do século, mas a habilitação de engenheiro eletricitista só começa a ser oferecida a partir de 1955, quando substitui a de engenheiro mecânico-eletricista. A área de Engenharia Elétrica compunha um conjunto de cátedras que ainda tem lastros na atual estrutura do ensino da Escola Politécnica (Poli), que são os atuais "chefes de áreas de ensino", uma remanescência dos antigos catedráticos. Este detalhe importa como indicação do peso da tradição em uma escola cuja história é bem mais antiga do que a da própria Universidade de São Paulo. A Poli está completando 100 anos e neste século de existência ela atuou principalmente como uma escola profissional, onde o ensino de graduação e a cooperação técnica com os governos e prefeituras de São Paulo foram suas características principais.²⁵ Este perfil se aplica à Engenharia Elétrica também.

Este grupo passa a constituir o Departamento de Engenharia Elétrica (PEL) a partir de sua mudança para o campus da Cidade Universitária em 1965. O PEL é inaugurado já com as áreas de Eletrônica e Eletricidade, Máquinas Elétricas e Eletrotécnica.²⁶

Entretanto, o perfil de escola profissional (com uma história de cooperação técnica com o setor público paulista) mudou e ganhou os contornos que apresenta hoje a partir dos anos 1960, quando se iniciam as atividades na área de informática. É a atuação em pesquisa nessa área que é ressaltada na apresentação da Escola Politécnica do catálogo publicado em inglês pela USP em 1990, em convênio com a Secretaria de Ciência e Tecnologia do governo de São Paulo:

"The School's pioneering nature continued evident throughout the years. It was in the laboratories of Poli that the first integrated circuit in Latin America was developed in 1971. As also the first Brazilian computer, the "Ugly Duckling", which was also constructed in the 1970s. In the last two decades Poli has provided know-how for the foundation of companies in the areas of micro-electronic and informatics, and at the present time is dedicating itself, amongst others, to projects in the areas of artificial intelligence, mechatronics and bioengineering."

A história recente da Engenharia Elétrica da USP é muito ilustrativa do poder de alavancagem e de desestabilização que o forte apelo e as inflexões das políticas federais causam no ambiente universitário. O grupo vive expansão e enriquecimento muito acelerados por um curto período de tempo (entre 1968 e 1975) e em seguida enfrenta tanto mudanças de rumo da política federal e de seus patrocinadores, como dificuldades de reter equipe e realizar a missão para a qual fora convocado e equipado nos anos anteriores. É um caso onde a interação com empresas e a transferência de tecnologia se dá via transferência de equipes e, onde o desenvolvimento

²⁵ Há uma longa e variada história de participação da escola no processo de urbanização e de grandes obras do estado de São Paulo.

²⁶ fonte "Catálogo do Depto de Engenharia de Eletricidade", Jan 1988, USP, p. 10.

bem-sucedido de grandes projetos de P&D redundaram ou na conversão de professores em empresários, ou na contratação destes pelos clientes bem atendidos.

O envolvimento da USP na política de informática se deu desde o primeiro momento em que começaram os esforços de capacitação do país nesta área. O grupo possuía prestígio e desde os anos 60 oferecia habilitação em Engenharia Eletrônica. A alavancagem do grupo da USP começou em 1968 com a criação do Laboratório de Sistemas Digitais (LSD) e de Microeletrônica (LME).²⁷ Mas vejamos por partes:

O Laboratório de Sistemas Digitais (LSD) e o atual Depto de Computação e Sistemas Digitais

O LSD logo se envolveu na atualização do currículo de eletrônica segundo parâmetros norte-americanos. Além de instituir pesquisa vinculada à pós-graduação na área de sistemas digitais, o LSD formou professores para o novo curso de eletrônica. Em 1971, quando este laboratório já tinha sido conectado com o IBM 1130 comprado pela Poli, o grupo traz por dois anos o norte-americano Glen Langdon Jr., pesquisador da IBM especializado no desenvolvimento de protótipos de computadores. Foram alunos dele que, sob sua orientação, construíram o primeiro microcomputador (hardware e software) brasileiro, o Patinho Feio, em 1972.²⁸

Nesta época é criada a primeira instância oficial de intervenção na área de informática: o Grupo Especial de Trabalho (GTE), de cuja direção participava um ex-aluno do LSD.²⁹ O GTE encomenda à USP o desenvolvimento do hardware do "Patinho Feio" em protótipo de computador maior, chamado G-10. Foi com base nesta máquina, que a COBRA (Companhia Brasileira de Computadores) constrói o primeiro computador com tecnologia totalmente nacional.

O volume de contratos deste laboratório levam-no a criar a Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE), em 1972.³⁰ A FDTE foi até recentemente a maior fundação vinculada à USP e o principal canal para a contratação de trabalhos e serviços da Escola Politécnica como um todo.³¹ Ainda em 1972, a Telebrás é criada e o LSD da USP é um

²⁷ Este último foi montado com equipamentos importados e sua inauguração só ocorreu em abril de 1970.

²⁸ Retrato Brasil 1987:21.

²⁹ O GTE era constituído por um representante da Marinha - o Cmte José Luis Guarany, engenheiro formado no LSD-USP - e um representante do BNDE - Ricardo Saur, engenheiro da PUC, com curso Ciência de Computação em Stanford e que trabalhava em processamento de dados na PETROBRÁS

³⁰ Segundo Magalhães, o Centro de P&D da Telebrás (o futuro CPqD), "começa em 1973, contratando o LSD da USP, que cria a FDTE para agilizar as operações, para desenvolver uma central de programas armazenados temporalmwente a base de microeletrônica." Gildo Magalhães, "História da Política de Telecomunicações" in XVI Simpósio de Pesquisa em Administração de C&T, 1991.

³¹ Uma particularidade da interação do LSD com clientes externos, já nesta época, era a de que a FDTE exigia do cliente a especificação de funcionários para participarem e acompanharem o desenvolvimento dos trabalhos ao lado dos pesquisadores do laboratório. "A verdadeira transferência tecnológica passa pela formação do pessoal dentro do trabalho encomendado. Todos os projetos do LSD permitem isso e um caso bem sucedido foi desenvolvimento de controlador lógico para a Aço

dos primeiros grupos universitários contratados pela empresa, em 1973. Coube-lhe o desenvolvimento de técnicas digitais de comutação eletrônica temporal e estudos de telefonia rural.³²

Entretanto, sua inserção nas políticas de informática e telecomunicações foi revertida, a começar pela decisão da Telebrás de concentrar suas atividades de P&D em Campinas, por volta de 1976. Isto foi sentido com uma "rasteira" pelo grupo da USP. A decisão foi inesperada, porque veio logo após a renovação, com ampliação, do convênio com o LSD. Este já havia desenvolvido a tecnologia de comunicação digital controlada por computador e sistemas telefônicos baseados em comutação temporal com distribuição em anel. O protótipo já havia sido instalado em estação telefônica (a estação 214) no bairro de Pinheiros, na cidade de São Paulo, e já operava ligações DDI. "*Por muito tempo, este foi o único equipamento a fazer DDI no país.*" (Mariotto). O novo convênio envolvia ampliação da equipe e novas contratações já estavam sendo feitas quando foi interrompido pela Telebrás. Em 1977, toda a equipe vinculada a este convênio foi para o CPqD. Nas palavras do atual Chefe de Departamento:

"fomos o núcleo de formação do CPqD de Campinas, mas num determinado momento, a Telebrás deu uma guinada e tirou tudo daqui para botar em Campinas. Os professores que estavam engajados passaram para "tempo parcial" e continuaram suas atividades lá no CPqD. A maioria já se desligou totalmente da gente. Temos dois ainda nestas condições."

Na área de informática foi um dos grupos a gerar o maior número de *spin-offs*. Várias das tecnologias ali desenvolvidas deram origem a novas empresas, como já mencionado na primeira seção.³³ Sofreu também perdas de quadros que saíram atraídos pelos melhores salários e condições de trabalho e pesquisa oferecidas pelo setor empresarial que se desenvolvia aceleradamente dentro da reserva de mercado.

Entretanto, o LSD nunca se restringiu a estes dois tipos de clientelas (Telebrás e empresas de informática). Seu catálogo menciona uma série de outros projetos tecnológicos desenvolvidos ali para o setor público paulista. Entre eles estão os que hoje constituem o Sistema Telemétrico para Registro e Armazenamento de Dados Hidrológicos desenvolvido para o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), instalado na região da Grande São Paulo. Esse mesmo sistema é também utilizado pela CESP para monitoramento hidrológico da Bacia de

Villares, com a participação de dois engenheiros desta indústria, e que hoje está industrializado como VILOG 500." Em Maria Lúcia e Leda Gitahy, "A Pesquisa em Informática e a Empresa no Brasil", estudo do NPGCT/UNICAMP para IIEP/UNESCO, agosto de 1991, versão preliminar, mimeo.

³²Revista Telebrás, Junho de 1982, in Prochnik.

³³Veja a referência ao estudo de Gitahy e Gitahy, página 11.

Piracicaba. Mantém ainda convênio com FEPASA e TRENSURB em torno do Sistema Centralizado de Supervisão e Controle dos Subúrbios das duas Companhias e Sistemas de Supervisão e Controle de Processos siderúrgicas, de energia elétrica, usinas e subestações, e metroferroviários. Trabalha também com transmissão de dados por pacotes, teleprocessamento e rede de computadores, com pesquisas extensas em problemas de transmissão de dados à distância através da Rede Nacional de Comunicações e com aplicações em indústrias, destacando-se aí pesquisas na área de redes MAP.³⁴

A intensidade das interações externas do LSD foi muito alta por muitos anos. Uma lista não-exaustiva dos convênios que manteve entre 1975 e 1987, menciona 42 convênios: 20 com empresas estatais, 9 com empresas privadas nacionais, uma multinacional (ALCAN) e 12 com órgãos e agências públicas. Entre as estatais estavam a Telebrás, CESP, Fepasa, Metro-SP, Metro-Rio e a Tremsub-RS.

No desmembramento do PEL, em 1990, o LSD passou a constituir o Departamento de Computação e Sistemas Digitais (PCS). Corresponde hoje a apenas um-quarto do conjunto dos três departamentos que compõem a Engenharia Elétrica da USP. Segundo dados da Coordenação de Convênios da Diretoria da Poli (que se atém aos convênios assinados pelo reitor da USP), o PCS é departamento que manteve o menor número de convênios ativos em 1993.³⁵

O Laboratório de Microeletrônica (LME) do Departamento de Engenharia Eletrônica (PEE)

O segundo laboratório da Engenharia Elétrica da USP criado no bojo dos primeiros esforços de capacitação em informática foi o Laboratório de Microeletrônica (LME). Criado em 1968, o LME foi instalado em 1970 com equipamentos importados para dominar "de ponta a ponta" o processo de fabricação de chips e com autorização para iniciar imediatamente programa de mestrado em microeletrônica. O LME foi o primeiro laboratório do gênero na América Latina e enfrentou o desafio de desenvolver os processos e técnicas (de difusão, oxidação, implantação iônica, fotografação, técnicas de metalização) inteiramente desconhecidos no país. Entre 1972 e 1973 conseguiu desenvolver técnicas de purificação e obtenção de monocristal de silício, que foram transferidas para a indústria, via transferência da equipe.³⁶

³⁴Para USP, estes trabalhos possibilitam a formação de rede local que permitirá compartilhamento dos recursos computacionais existentes além de maior eficiência na comunicação e execução de trabalhos conjuntos das unidades conectadas. Para isto estuda projetos de processamentos chaveadores de mensagens, dos protocolos, canais de comunicação, topologia segundo critérios de confiabilidade e baixo custo com aproveitamento dos equipamentos e componentes disponíveis no mercado nacional.

³⁵Segundo lista não-exaustiva fornecida pela Coordenação de Convênios da Diretoria da Poli.

³⁶Gitahy e Gitahy, op. cit.

O LME nasceu com uma "forte vocação industrial":³⁷ a de gerar a base tecnológica para viabilizar uma indústria nacional de circuitos integrados, que nunca chegou a se constituir. O prof. Marius Strum explica:

"A produção de componentes nunca decolou aqui por culpa tanto do governo como dos empresários; um empurrava a iniciativa para o outro e nada aconteceu. A ELEBRA, ITAUCOM e SHARP ameaçaram, mas não fizeram. Só a SHARP mantém uma fábrica em Contagem, Minas Gerais, de componentes discretos usados em centrais elétricas. Em São Paulo, a Aegis e SEMICROM, que é da SIEMENS, também produzem este tipo de componentes. É uma produção precária que só atende a necessidades muito específicas, que nem supre o mercado interno e nem compete internacionalmente... Nossa indústria eletro-eletrônica não fala de P&D e nem pensa tecnologia, só trata de comercialização, vendas.

O problema é que essa área tem uma dinâmica de grande encarecimento à medida que a tecnologia avança e se miniaturiza. A produção de componentes exige ambientes mais limpos do que salas cirúrgicas e equipamentos caríssimos que mudam totalmente de escala e que têm um ritmo de obsolescência muito rápido. Cada vez menos gente faz dinheiro com esta produção. Ela está hoje concentrada nos tigres asiáticos.

Tudo isso é lamentável porque nós entramos na microeletrônica na hora certa e em pé de igualdade com a França. Fabricávamos para fins de pesquisa e de P&D, sem especialistas estrangeiros, porque nessa área não se pode contar com cooperação efetiva: faz-se muito sigilo e há muitos interesses envolvidos. Então desenvolvemos tudo por conta própria."³⁸

A história do LME é frustrante porque em pouco tempo perdia as condições de se manter na ponta e de gerar os resultados econômicos para os quais foi constituído. Isso se deveu a três razões principais: (1) ao ritmo e direção do avanço desta tecnologia, que rapidamente tornou seus custos proibitivos (porque avançou na miniaturização e encarecimento dos equipamentos); (2) à liberação da importação de chips para os fabricantes de computadores e produtos elétrico-eletrônicos, que conseguiram enquadrar o chips enquanto "componente" de suas tecnologias de produção e; (3) às dificuldades de cooperação internacional nesta área. Sem parceria na indústria, o laboratório não teria, como não teve, condições de repassar sua competência na hora certa e nem de se manter atualizado. Mesmo que as chances de acompanhar a fronteira internacional fossem muito menores do que se imaginou em 1968, a parceria com fabricantes poderia der

³⁷ Prof. Américo, entrevista.

³⁸ O prof. Strum continua: "No final dos anos 70, vieram vários especialistas estrangeiros aqui e eles ficavam pasmos com o nível do laboratório... O que se faz basicamente em microeletrônica é transferir um padrão geométrico para escala microscópica, sobre ou dentro de um material semi-condutor - em geral, silício transformado em cristal puríssimo. Hoje, os materiais variam, já se trabalha com materiais menos puros, para aplicações foto-voltaicas (que convertem luz em energia elétrica e que teve origem na pesquisa de sensores). O transistor é um tipo de componente, o menor de todos, e o chip é um circuito integrado que envolve vários transistores. O Brasil é um dos maiores exportadores de silício, mas depende da importação do silício puro para produzir componentes. Não temos a tecnologia mais avançada para isso."

viabilizado a atualização do grupo, pelo menos em alguns segmentos deste setor (tipos específicos de chips) para tipos específicos de produtos para o mercado interno.

Uma das consequências das incertezas que logo se fizeram sentir no LME foi o desmembramento do grupo original. Em 1974, um dos fundadores, o prof. Carlos Mamana, aceitou patrocínio da Telebrás para ir montar na UNICAMP, o Laboratório de Eletrônica e Dispositivos (LED). Levou com ele outro professor da Poli, o prof. Augusto Martins Jorge, e segundo Gitahy, sua decisão deveu-se ao interesse de: *"ir mais devagar desenvolvendo equipamentos para fazer microeletrônica, ao invés de importar equipamentos e partir direto para fabricar circuitos integrados."* Um ano depois, em 1975, outro fundador, o prof. João Antonio Zuffo, se desligava do LME para montar, com o apoio da Finep, o Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) dentro do âmbito da Engenharia Elétrica da USP. Zuffo explica que queria seguir outra *"filosofia de trabalho"*: *"Nós avaliamos e escolhemos nichos que ofereciam perspectivas tecnológicas de no mínimo dez a quinze anos e que oferecessem aplicações ou saídas sociais. Este é o caso de tecnologias de vácuo, feixes, silicatos e prensas."*

Foi também do LME que saiu, já nos anos 80, o grupo de professores-pesquisadores que montou a área de Mecatrônica, no Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP. Além destes grandes desmembramentos, o LME forneceu quadros para outras instituições de C&T e para empresas.³⁹ Mesmo assim, o LME tem hoje cerca de 70 pesquisadores (entre docentes e não-docentes), além de cerca de 45 alunos bolsistas. Esta equipe foi montada e mantida pelo BNDE até 1974 e depois, pela Finep até 1985, quando suspendeu o pagamento de salários por falta de recursos. Diante da crise que se abriu, o Reitor da USP resolveu incorporar todos os pesquisadores que já tivessem mais de três anos na folha da Finep. Esses pesquisadores (engenheiros, muitos deles com títulos de pós-graduação) foram enquadrados como "técnicos especializados" e vêm aos poucos se incorporando ao corpo docente da escola (isto ainda não abrangeu 50% deste grupo).

A agenda de pesquisas do LME ainda está em processo de ajustamento. Há um grupo que conseguiu manter a cooperação com a Telebrás na área de circuitos híbridos e micro-ondas, mas o escopo dos contratos declina.⁴⁰ O líder deste grupo, prof. Kleber, explica: *"Temos capacidade de pesquisa ociosa no momento. Nosso orçamento com a Telebrás era de US\$1.2 milhões ao ano, mas hoje está em US\$250 mil... Se privatizarem a companhia e fecharem o CPqD, acaba a pesquisa aqui dentro, porque 90% do que temos feito tem sido para a Telebrás."*

Os grupos mais diretamente envolvidos com produção de circuitos integrados vêm definindo algumas fases da produção como nichos de atuação. O prof. Marius Strum explica:

³⁹Entre elas, o IEE, o DCSIF da FEE-UNICAMP, o CTI e as empresas HELIODINÂMICA, AEGIS, SID-INFORMATICA E ITAUCOM.

⁴⁰Os projetos ainda em andamento incluem: amplificadores de baixo ruído para recepção de sinais via satélite; amplificadores de potência para transmitir sinais via satélite e via terrestre; e conversores de frequência para recepção de sinais de microondas, e osciladores estabilizados a ressonador dielétrico para micro-ondas.

"O laboratório que permitia produzir componentes a partir do disco de silício perdeu sentido, por razões tecnológicas e financeiras também.⁴¹ No fim das contas, o esforço feito aqui em duas décadas acabou sendo perdido. Desistimos do processo global e agora buscamos nichos. Já conseguimos equipamento atualizado para pesquisar algumas fases da produção de componentes... Eu parti para a área de projetos de componentes, que é ainda um pouco mais dispersa do que a de fabricação, e é cada vez mais uma área de P&D de softwares.

O que determina a qualidade de um computador é a qualidade de seus componentes. O projeto de componentes é uma área essencial para viabilizar o desenvolvimento de produtos competitivos em microeletrônica e eletrônica também. Sem projeto nós jamais teremos uma eletrônica competitiva. Poderíamos muito bem fazer com competência e baixo custo os projetos de componentes para nossa indústria de computadores, mas preferem importar... Agora, o pleno desenvolvimento de projetos de componentes só vale a pena se o Brasil decidir projetar produtos competitivos. Enquanto nossa indústria for meramente montadora, não vale a pena gastar tempo e dinheiro com projetos. Quer dizer, mesmo na situação em que estamos, vale a pena manter a atividade de pesquisa para pelo menos assegurar competência para escolher e consumir direito o que importamos."

Apesar de tudo, os resultados do LME são bem menos frustrantes quando dissociados dos ambiciosos objetivos que o originaram. Além de já ter formado quase uma centena de mestres e doutores em microeletrônica (cerca de 89 até 1991), o laboratório apresenta uma produção tecnológica de mais de 22 itens, além de treze projetos industriais⁴² e outros desenvolvimentos para o Centro de Pesquisa do Exército e para outras empresas privadas⁴³. Seu catálogo de 1991 ainda inclui uma relação de "cooperações e interações" com a Avibrás, Burroughs, Itaucom, Microservice, Philco, Politronic, Transit e outras nove empresas. Mantém também relações de cooperação com instituições científicas no país (UNICAMP, IPEN, IPT, IEE) e no exterior (com instituições na França, Estados Unidos, Japão, Inglaterra, Bélgica, México, Itália, Portugal e Canadá). Entre suas mais recentes contribuições para a área de informática está, na opinião do prof. Strum, *"a importação, em 1991, das workstations que temos no Brasil,"* um exemplo recente da desatualização imposta às universidades pela política de "reserva de mercado":

"Os grupos de pesquisa começaram a pedir ao governo a importação destes computadores mas a Finep não liberava porque estava financiando o desenvolvimento disso aqui no Brasil. Os pedidos foram se acumulando até que a Finep promoveu uma reunião nossa (dos que precisavam do equipamento) com o pessoal que estava sendo apoiado pela Finep. Aí eles não se comprometeram com o fornecimento de máquinas equivalentes às que se pedia. Então a Finep

⁴¹"A separação tecnológica entre o processo unipolar (MOS) e o bipolar perdeu sentido. A evolução vem reduzindo as escalas horizontais de 1.2 microns para .10. Nós precisaríamos de US\$5 milhões para produzir na escala de 2 microns, que seria válida como recurso didático, de formação."

⁴² Foram três para a Telebrás, dois para a Philips-Imbelsa e dois para a NEC-Sul America Teleinformática.

⁴³Entre elas, a SID, SEMIKRON, PROLOGICA, AEGIS, HELIODINAMICA e CONTROL.

deu à Sociedade de Microeletrônica a tarefa de fazer o meio de campo desta importação que, a essa altura, já era enorme, incluía sete universidades, treze grupos de pesquisa. E fomos nós que fizemos isso. O CNPq pagou os softwares para operar as máquinas (VAX)."

Do grupo fundador, só o prof. Américo continua vinculado ao LME e, mesmo assim, sua atividade principal tem sido, desde 1990, a direção-geral do Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE), que constitui uma unidade independente da Escola Politécnica, mas associada à (e sediada na) USP. Na opinião do prof. Américo, a situação atual do LME é ainda de reajuste:

"O LME tinha uma vocação industrial muito forte e esteve envolvido em várias tentativas de alavancar o surgimento de um setor industrial de componentes. Mas elas fracassaram porque o governo federal nunca investiu realmente nesta área. Ficou esperando e dependendo de empresas pontuais, sem nenhuma condição de desenvolver e operar com tecnologia de ponta. O Collor veio e descartou isso tudo e, no fundo, não se perdeu muito porque não se tinha muito.

O LME está saindo de uma crise gerada pela violenta queda de recursos e mudança de rumo da política federal no setor. O laboratório gastou US\$2.2 milhões por ano durante 22 anos e de repente se viu sem estes recursos... A USP gasta hoje US\$1 milhão em salários com o pessoal do LME e o laboratório recebe mais uns US\$400 mil de fontes externas... A tendência é concentrar na pesquisa básica... Não vejo uma nova clientela surgindo, mas é verdade que empresas nascentes nesta área tendem a buscar apoio aqui. O LME está buscando nichos onde sua pesquisa possa ser de primeira linha, onde haja equipamento atualizado para isso. Além das workstations, o laboratório conseguiu US\$32 mil em equipamentos novos, mas ainda precisa de um novo conjunto de salas limpas. Apesar de tudo, o laboratório conseguiu manter a sua qualidade científica."

Quanto ao IEE, vale detalhar um pouco o relacionamento que se re-estabeleceu com a Engenharia Elétrica, porque não só complementa o levantamento do grupo como fornece um parâmetro de comparação, uma referência útil para avaliar as duas instituições (USP e FEE) em estudo.

O Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE)

O IEE nasceu em 1927 como laboratório de eletrotécnica da Poli, mas se tornou autônomo em 1941, como Laboratório Especializado oficial, credenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO) para aferir, ensaiar e certificar equipamentos elétricos. Entre 1960 e 1980 o Instituto de burocratizou, acabando por se restringir à realização de serviços de rotina e emissão de laudos. Em meados dos anos 80, essa situação foi revertida: *"Nessa altura, o PEL estava grande demais e precisava de uma redefinição. Conseguimos com a reitoria da USP, reassumir o IEE e aplicar ali o que se fazia na Poli. A Elétrica está na direção do Instituto há 7-8 anos e ele já se reergueu e funciona hoje como um braço da Poli junto à comunidade"*.

Desde então o Instituto voltou a desenvolver pesquisas e cooperação externa e vem diversificando sua atuação, inclusive, através da oferta de cursos abertos ou fechados e, inclusive, de "cursos cooperativos" de especialização (engenharia clínica) e pós-graduação (energia) com a participação da própria Escola Politécnica, a Faculdade de Economia e Administração e o Instituto de Física. O IEE passou a funcionar como uma extensão dos laboratórios da Engenharia Elétrica, "fixando" em seus seis prédios e quinze laboratórios, as pesquisas de vários professores da engenharia elétrica. Atualmente, o Instituto mantém convênios com vários órgãos e empresas do estado e prefeitura de São Paulo⁴⁴ e com agências e institutos de C&T (Finep, PADCT, RHAE/CNPq, Fundação Rockefeller e Comunidade Européia). Nas palavras do prof. Américo, diretor do IEE desde 1990, o quadro atual é o seguinte:

"Em 1992 o orçamento do IEE foi de US\$2,3 milhões e a receita auferida foi de US\$1,7 milhões. Quer dizer, está quase meio a meio. Temos cerca de 260 pessoas trabalhando aqui, sendo que 160 são do quadro fixo e 100 são consultores externos, em geral, professores da Poli, e alguns técnicos contratados por projeto. Os cursos têm participação menor na receita. Um dos mais importantes é o de metrologia. Além disso fazemos dezenas de projetos e desenvolvimentos de aplicações para as companhias de energia e uma infinidade de ensaios e aferições para a indústria. Contratos de P&D são mais raros, quando se trata de clientes da indústria. A P&D que fazemos é mais para o setor público. O industrial nos procura para cumprir exigências oficiais para exportação. Sempre que identificamos interesse técnico, envolvemos alunos de pós-graduação e geramos teses. Nossas relações com o LME são indiretas e se dão pela contratação de professores. Nós fixamos a pesquisa de alguns deles aqui... Somos o maior laboratório nessa região; o equivalente ao CEPEL (Centro de Tecnologia da ELETROBRÁS). Nenhuma indústria tem a capacidade que temos aqui.

Uma das principais atividades hoje é o que chamamos de CED, Centro de Excelência em Distribuição, uma iniciativa nossa de atendimento às concessionárias de energia elétrica. Estas companhias não têm a infraestrutura técnica que precisam e, portanto, dependem de conhecimento externo. Nós desenvolvemos um modelo que será usado pelas três concessionárias do estado de São Paulo e somos os executores de uma agenda de pesquisas definida pelo consenso das partes. A USP entra com pessoal e as concessionárias complementam a equipe e garantem o financiamento. Este convênio está dando muito certo, já gerou teses e aplicações imediatas."

Este grau de dinamismo foi também encontrado no Laboratório de Sistemas Integráveis, do PEE, criado e ainda dirigido pelo prof. Zuffo.

⁴⁴ Entre eles a Companhia Energética de São Paulo (CESP), a ELETROPAULO, a Companhia de Saneamento Básico (SABESP), as Secretarias estaduais de Saúde e de Justiça, o PROEQUIPO do Ministério da Saúde e a Prefeitura de São Paulo.

O Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) do Departamento de Engenharia Eletrônica (PEE)

O LSI começou em 1976 com três áreas de atuação: sistemas digitais, projetos (de circuitos integrados) e microeletrônica (determinados processos de fabricação de chips). Hoje atua em seis áreas e é o maior laboratório do conjunto da Engenharia Elétrica da USP e o que mantém maior volume de convênios, segundo os dados da Diretoria da Poli. Além das três áreas de atuação originais, criou competência em óptica (computação gráfica), eletrônica e sensores e robótica (visão por computador). Conta com uma equipe de 250 pessoas, está em vias de construir um prédio novo de sete andares, que expandirá sua área construída de 500 para 3.500 ms² e mantém cerca de 40 convênios em 1993. Sua equipe conta com 50 professores associados (16 doutores e 35 mestres), além de alunos de graduação, bolsistas de pós-graduação e de técnicos de nível superior.

"A USP paga os professores e mais uns 30 técnicos de nível superior e dá uma quota de bolsas, temos 16 bolsistas do segundo e terceiro ano da graduação fazendo estágio conosco. Nosso pessoal de apoio é mínimo, são seis pessoas. A USP já paga uma secretária e parece que vai pagar mais uma e os outros quatro funcionários nos custam US\$2 mil por mês... Recebemos também vários professores de outras unidades da USP. Alguns se aposentam e vêm para cá, outros se associam às nossas pesquisas."(Zuffo)

É interessante notar que a quase totalidade desses contratos envolvem treinamento de pessoal das empresas e que, via de regra, toda a P&D que desenvolve para clientes externos inclui também a participação de pessoal técnico do contratante. Segundo o prof. Zuffo, a grande melhoria que o novo prédio trará se relaciona a isso: *"Vamos ter salinhas para as empresas poderem manter seus engenheiros aqui acompanhando os trabalhos e espaço para professores-visitantes. Já temos a planta e o terreno doado."*

A Finep tem sido a principal fonte de recursos do LSI desde a sua criação, mas isto se alterou recentemente:

"Até 1991-92, 70% de nossa receita vinha da Finep. Hoje, 80% vem de empresas. Temos relações com o SEBRAE, com a Prológica na área de sistemas digitais, com a Semikron para desenvolvimento de tecnologia de diodo; com a SID e a FATEC para treinamentos e cursos; com a NEC para treinamento em telefonia celular, com a Bosh estamos desenvolvendo um software, a SPZ tem hoje 19 engenheiros aqui trabalhando num projeto de dois anos, o Prodesp está fazendo toda sua atualização tecnológica conosco, o HC também tem convênio aqui para geração de imagens a partir de dados obtidos em equipamentos médicos, etc."

Na opinião do prof. Zuffo, esta mudança na composição de suas fontes de receita reflete sua militância na área de informática:

"Eu acho que as empresas chegam aqui porque eu tive certa visibilidade pública, na imprensa, inclusive. Publiquei quatorze livros, um deles premiado pela Fiesp, participei da formulação da política de informática, vivia em Brasília numa certa época. Além disso fui e sou dirigente da Sociedade Brasileira de Microeletrônica e tenho participado da Sociedade Brasileira de Controle e Computação e da Sociedade Brasileira de Processamento de Imagens. Nossos congressos têm tido muita audiência. No último tivemos mais de 800 participantes."

As pesquisas que desenvolve estão entre as áreas estratégicas priorizadas pelo PADCT e RHAÉ - supercomputadores, instrumentação - e os equipamentos são considerados adequados pelo grupo. Muita coisa é desenvolvida lá mesmo (constroem robôs, estações gráficas, placas para processamento paralelo para multicomputadores, etc.) mas há pelo menos US\$300 mil em equipamentos importados. Na área de computação gráfica, possuem equipamentos exclusivos cujo acesso é amplamente compartilhado com a comunidade de São Paulo. Além dos trabalhos desenvolvidos para o Hospital das Clínicas, o grupo de computação gráfica interage informalmente com muitos outros segmentos da USP e de fora.⁴⁵

Interações com a comunidade científica internacional também se ampliaram nos últimos anos, graças aos recursos (US\$300 mil) oferecidos pelo programa BID-USP. Mais de 30 pesquisadores puderam viajar, alguns para pós-doutoramento em institutos de ponta como o CALTECH, Karlschule, Southampton, Edimburgh, Manchester, Toulouse, Purdue, U. de Roma e outros:

"O BID nos permitiu uma forte ampliação de nossos contatos com o exterior. Tivemos gente indo trabalhar como Lavall na área de componentes ópticos eletrônicos na Universidade de Roma, com o Roussel em Toulouse e outros. Daí se desenvolveram alguns laços estreitos. Temos agora acordos com a Alemanha, a Universidade da Pensilvânia, U. de Calgary nas áreas de Engenharia Elétrica e Fisiologia, e com a U. de Toulouse. Estamos também na *uunet* de Illinois."

O LSI não tem boa experiência com a política de informática que o seu dirigente ajudou e ainda ajuda (enquanto membro do Conselho do CTI) a formular: *"Em 1978-79, a criação da SEI e o Dória Porto nos atrapalharam mais do que qualquer outra coisa. Nunca fomos financiados por*

⁴⁵"Recebemos alunos da PUC e do Makenzie, que vêm aqui para usar nossos equipamentos, tem gente da FAU (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP) usando computação gráfica e um grupo do Departamento de Letras que desenvolve um projeto de poesia concreta com o Haroldo e o Augusto de Campos. Usamos câmaras de VT da ECA (Escola de Comunicação e Artes da USP) e temos projetos conjuntos com gente de lá. Nossos equipamentos funcionam direto à noite e nos fins de semana. Outro dia, o Mindlin (Presidente da indústria Metal Leve) ficou aqui no computador com nossos estagiários e nos deu US\$3.500 de presente. Nos congressos nós damos palestras e oferecemos experiências tutoriais com o nosso equipamento." Entrevista.

políticas federais, nossa fonte sempre foi a Finep." Perda de equipe não parece ter sido um problema e o único caso de "spin-off" do LSI foi a empresa DÉDALUS.

Outros Laboratórios e o Departamento de Sistemas de Energia e Automação (PEA)

Além do LME e do LSI, o Departamento de Engenharia Eletrônica (PEE) possui quatro outros grupos de pesquisa, dois ainda emergentes (o de Processamento de Voz e o de Engenharia Biomédica) e dois mais antigos (o de Comunicações Elétricas e o do Laboratório de Automação e Controle, LAC). Este último foi também afetado pela política de informática e, assim como o LSD e o LME, está, segundo os termos do prof. Américo, *"tendo que se reacerar"*. O PEE é a maior sub-unidade da Engenharia Elétrica, reúne 50% dos professores e corresponde a 60% do orçamento do conjunto dos três departamentos.

O PEA, Departamento de Sistemas e Automação Elétricas, foi o menos afetado pelas políticas federais. Compõe-se de quatro laboratórios: o Laboratório de Sistemas de Potência, o de Eletrônica de Potência, o de Máquinas Elétricas e o de Sistemas Elétricos. Ao contrário do que ocorreu com o LSD, o LME e o LAC, os laboratórios do PEA não perderam quadros e contratos, e apresentam hoje uma receita de convênios três vezes maior do que a do LSD, computando-se apenas seus dois principais clientes, a Eletrobrás e a Eletropaulo. Tal como nos demais casos, os quadros de pesquisadores são tão grandes quanto o de docentes.

Os traços mais marcantes do grupo da USP são o seu gigantismo, a sua complexidade organizacional e as grandes desigualdades internas que coexistem no interior de sua estrutura de pesquisa. O quadro 4 compara as dimensões dos três departamentos.

Quadro 4 - Distribuição dos Docentes pelos Departamentos da Eng. Elétrica, 1993			
	PEE	PCS	PEA
# docentes	78 (100)	49 (100)	38 (100)
# doutores	39 (50.0)	20 (47.8)	18 (47.3)
# RTIDP	58 (74.3)	19 (38.7)	15 (39.4)

Outra característica do grupo da USP é a fraca interação com a comunidade internacional. Os professores entrevistados não tinham mais do que um ou dois nomes de

pesquisadores estrangeiros a mencionar quando indagados sobre isso. Com raras exceções (e o LSI é uma), o quadro geral é de fraca interação com o exterior, como pode se notar, na resposta do prof. Américo:

"5% do staff se doutorou no exterior e o grupo como um todo se beneficiou dos recursos que existiram para viagens de atualização, para acompanhar pesquisas e colher amostras. Tivemos também um professor visitante da U. de Syracuse, por dois anos. A área de silícios amorfos foi toda desenvolvida pelo pessoal da casa, mas depois teve a colaboração do Takahashi do Technological Institute of Tokyo e de um outro professor da U. de Lisboa que tinha sido assistente do Speer, que é um dos papas nessa área. Tivemos também relações com o CNR da Bologna, Itália."⁴⁶

Como as avaliações setoriais de Lucena, Prochnick e Gitahy apontam, a universidade se desatualizou da ponta tecnológica e algumas evidências disso, na USP, já foram mencionadas acima. Mas, talvez, a consequência mais séria da desatualização tenha sido a perda da capacidade de participar da produção acadêmica internacional. Os profs Zuffo (LSI) e Strum (LME), por exemplo, declararam que períodos de estadia em laboratórios no exterior são mais importantes do que a participação em congressos internacionais e, inclusive, (na opinião de Zuffo), são mais importantes até do que a importação de equipamentos:

"O gap que temos em relação ao que se faz em projetos de circuitos integrados no Primeiro Mundo é tal, que a forma mais eficiente de interação é em estágios, onde possamos acompanhar o desenvolvimento de pesquisas e fazer as perguntas. Não dá para aproveitar muito os congressos internacionais, porque eles estão muito na frente. Eu estou começando a área de projeto aqui com pesquisa bibliográfica, do zero mesmo. Acho que poderíamos ter tido mais interação com o Primeiro Mundo. Eu tive a chance de ir para a Bélgica, quando trabalhava com tecnologia MOS." (Strum)

"Esta verba que o BID deu para viagens devia ser renovada anualmente. Isso é muito mais importante do que importar equipamentos." (Zuffo).

III - Relações com o Setor Produtivo

Embora os grupos de Engenharia Elétrica da USP e UNICAMP, tenham compartilhado contextos comuns - como o do sistema universitário estadual paulista, o da recessão econômica e declínio dos recursos federais -, eles apresentam um padrão de relacionamento com o setor

⁴⁶Outro líder de pesquisa, o prof. Kleber, do grupo de microondas e telecomunicações do LME, respondeu à mesma questão com os seguintes dados: "Há uma negociação com o CONSAT (um órgão oficial norte-americano, sediado em Washington que trata de satélites) e temos uma cooperação com o LEMO (Laboratório de Microeletrônica e Óptica) da U. de Grenoble e um convênio de estágio de dois meses com o INPG. Temos uma docente com mestrado e doutorado em Leeds, na Inglaterra, e vários alunos fazendo doutorado no exterior." Nenhuma das duas respostas indicam relações estáveis e significativas de cooperação com o exterior.

produtivo e orientações de pesquisa muito distintos. Tem-se aqui duas culturas institucionais que foram constituídas não apenas pelos diferentes desdobramentos das políticas de informática e telecomunicações, mas também e muito fortemente, pelo ambiente e *modus operandi* das duas universidades.

3.1. Culturas Institucionais

A FEE se autonomizou da FEC (Faculdade de Engenharia de Campinas) e constitui hoje uma unidade independente, dotada de uma direção geral (o Diretor da Faculdade) e das várias instâncias colegiadas próprias às escolas e institutos universitários: os Conselhos de Departamentos e a Congregação e Comissões da Faculdade. Constitui uma unidade universitária típica.

O grupo da USP, ao contrário, continuou dentro da Escola Politécnica e, ao se desmembrar em três departamentos, perdeu a unidade organizacional que tinha no PEL. Ele se distribui hoje em três dos treze Departamentos que a Poli possui e não conta mais com uma direção geral (subordina-se apenas à Direção da Poli) e nem com colegiados que reúnam e representem a Engenharia Elétrica em seu conjunto. Os três Departamentos que formam os cursos de Engenharia Elétrica só se articulam em duas coordenações de ensino: uma para a graduação e outra para a pós-graduação. No mais, são segmentos de status equivalente, cada qual com sua chefia e Conselho de Departamento, e com seus representantes nas reuniões da Congregação e nas comissões da Escola Politécnica (que representam os treze departamentos que a compõem).

Atualmente, os três departamentos que formam a Engenharia Elétrica possuem dezessete laboratórios e seis chefias de áreas de ensino, além de extensões informais no IEE e na FDTE. Do ponto de vista dos laboratórios, que são muito mais antigos que os departamentos, o desmembramento realizado em 1990 foi um recorte de superestrutura, que não afetou as lideranças e hierarquias informais e nem a composição e orientação dos grupos de pesquisa.

Para se ter uma idéia da informalidade da estrutura de pesquisa da Engenharia Elétrica, nenhum dos dezessete laboratórios figura no organograma da USP, porque a menor unidade são os departamentos.⁴⁷ Tudo o que está dentro dos departamentos não tem existência formal, cargos diretivos ou recursos especificados, etc. No entanto, os laboratórios contam com equipes maiores do que o corpo docente e, embora a USP tenha incorporado uma boa parcela destes pesquisadores (mas só o fez em 1985), há ainda um contingente expressivo cuja vinculação se dá por arranjos variados que incluem desde contratação por clientes, até contratos temporários de toda sorte.

⁴⁷ Há unidades de pesquisa menores, que são os NAPs, que são na maioria das vezes interdisciplinares e se vinculam à Pró-Reitoria de Pesquisa. O organograma das unidades universitárias termina na subdivisão delas em departamentos.

Embora os laboratórios sejam todos dirigidos por professores, estes não se submetem à intermediação dos departamentos ou mesmo da Poli para agir. Estão há muito acostumados a operar por conta própria; a ter suas fontes de financiamento, a formalizar convênios diretamente com os órgãos da reitoria ou com a FDTE (sem a intermediação da Direção da Poli), e a manter informal o que lhes for possível manter.⁴⁸ Há, claramente, uma tensão entre atender às solicitações de participação nos colegiados e comissões da universidade e atender à variedade de compromissos que a cooperação externa requer. O prof. Zuffo comentou, por exemplo:

"A Diretoria da Poli está querendo centralizar as ações e isso vai ser péssimo. O prof. Landi quer coordenar todos os convênios da Escola. Isto ou a FUSP (Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo) só vão atrapalhar... Caberia a eles cobrar resultados e só... Se a coisa aqui se complicar muito podemos talvez nos transformar num NAP (Núcleo de Pesquisa)... Tenho faltado às reuniões do Conselho do Departamento e da Congregação porque não tenho tempo. Estive em dez bancas de tese, sou presidente da Sociedade de Microeletrônica, tenho que organizar o congresso anual e a feira SUCESSO, e sou também do Conselho do CTI..."⁴⁹

A integração entre ensino e pesquisa varia, dependendo das características de cada laboratório: do número de docentes em suas equipes, tipo de equipamentos, grau de comprometimento com pesquisas contratadas, etc. Há laboratórios que foram montados por agentes externos (como o GTE, a Finep, ou a Telebrás) para desenvolver tecnologias industriais. Outros foram montados pela Escola Politécnica para fins didáticos. A maioria conjuga ambas as funções, recebe bolsistas de graduação e pós-graduação, mas a integração destes alunos às principais linhas de pesquisa depende do tipo de inserção que os professores tenham aí. Os alunos só são supervisionados e orientados pelos pesquisadores que são do quadro docente. A caracterização da Microeletrônica ilustra bem as peculiaridades da estrutura do grupo da USP:

"A Microeletrônica é duas coisas: é uma área de pesquisa e uma área de ensino. A pesquisa, que compreende o LME, é muito mais antiga do que o curso de graduação. Até o reitorado do Goldemberg, a USP só pagava os salários dos poucos pesquisadores que também eram professores. A maioria da equipe era paga pelo governo federal... Nessa ocasião, o pessoal que era pago pela Finep foi enquadrado à USP como técnicos especializados e, aos poucos, eles vêm se incorporando ao corpo docente. Eu entrei em 1973 mas só virei docente em 1989. Por conta desses mais de 20 anos de apoio federal, o LME e outros laboratórios daqui têm um tamanho desproporcional... Em 1987, a área de Microeletrônica ganhou autonomia da área de Sistemas Digitais e, de duas ou três disciplinas, nós passamos a oferecer uma especialidade da graduação e a ministrar treze disciplinas."

⁴⁸Relações com FDTE foram importantes no passado e marcadas por informalismo. A FDTE teve e ainda tem equipes próprias que usam os laboratórios da Poli para realizar pesquisas contratadas, em troca de serviços como fax e telex, contratação de pessoal de apoio, etc.

⁴⁹Prof. Zuffo, entrevista.

A estrutura de pesquisa da Engenharia Elétrica da USP é, portanto, maior e mais antiga do que a estrutura departamental. A realidade enfrentada pelos Chefes de Departamento é difícil. O atual Chefe de um dos departamentos da Elétrica da USP, um professor com uma longa carreira administrativa na área do ensino, ressaltou dois problemas de sua atual posição: a *"dor de cabeça que é ter que intermediar conflitos entre professores"* e a sua impotência diante da estrutura e orientação da pesquisa: *"a cada nova avaliação da CAPES ressurgue uma vontade de se estabelecer uma maior cobrança de resultados acadêmicos, mas isso é muito difícil e as coisas acabam voltando ao normal."*

Sem uma direção unificada e sem uma integração efetiva entre laboratórios e departamentos, a atividade de pesquisa e o relacionamento com clientes externos tendem a refletir o ethos de cada líder e as condições particulares de cada grupo. Há subgrupos bastante autônomos em relação ao laboratório a que pertencem, porque contam com clientelas e recursos próprios; como é o caso do grupo de microondas do LME que, desde os anos 70, vem sendo financiado pela Telebrás e indústrias do setor de telecomunicações. Há, por outro lado, grandes laboratórios, como o LSI - que se compõe de seis divisões, cada qual subdividida em grupos internos - que parecem funcionar de forma bem integrada.

Não há no grupo da USP uma cultura institucional bem definida em relação à orientação da pesquisa. No entanto, as entrevistas revelaram que está ainda muito viva (pois foi espontaneamente manifestada por praticamente todos os entrevistados), a frustração com a reversão da política de telecomunicações (que suspendeu a participação da USP) e a incompletude e inconsistências da política de informática. Isto sugere a persistência da vocação industrial que presidiu a montagem e os primeiros tempos destes laboratórios. Embora esta vocação industrial não tenha se concretizado plenamente, ela não parece ter sido abandonada e substituída por nenhuma outra. Mesmo que o redirecionamento da Telebrás (para o CPqD) e da política de informática (para o setor empresarial privado) tenham esvaziado e frustrado estas equipes e, mesmo que a pesquisa tenha precisado se ajustar à inexistência de demandas industriais e a enveredar por direções mais básicas, o grupo da USP não chega a se destacar no plano acadêmico como a FEE (Quadro 2), e apesar de tudo, apresenta maior experiência, do que esta, no âmbito da cooperação com o setor produtivo.

O conceito de qualidade na USP inclui pesquisa aplicada a tecnologias industriais. O Diretor do Departamento de Engenharia Eletrônica (PEE) insistiu: *"A gente sabe que pesquisa sem um cliente, sem uma aplicação prevista, acaba em desperdício. O trabalho se desatualiza e não serve para nada. É a aplicação que garante atualização e continuidade dos trabalhos."*

Mas é também verdade que o grupo tem alguma responsabilidade em relação à queda, que alguns laboratórios vêm enfrentando, no volume de contratos. A recessão econômica não explica, por exemplo, a recente intensificação da cooperação do LSI com empresas. Em outras palavras, parece ter faltado gerenciamento ou iniciativas de avaliação e correção de rumos em alguns dos laboratórios. Como já tem sido reconhecido na USP, a Reforma Universitária, a

estabilidade e a burocratização do ambiente universitário desprofissionalizaram a Engenharia, gerando um novo tipo de engenheiro que combina traços da competência técnico-científica do professor-pesquisador acadêmico, com a acomodação do funcionário público.

Enquanto a USP teve e parece ainda ter uma vocação industrial (insatisfeita), a FEE tem uma vocação claramente acadêmica. Não há aí uma cultura consolidada e generalizada de cooperação com clientes da indústria. Seu compromisso é com a excelência acadêmica e seu esforço é para direcionar seus recursos para manter uma boa produtividade científica. Exemplos disso são os depoimentos colhidos de alguns professores. O Diretor da FEE, por exemplo, definiu a atividade de pesquisa da faculdade, ressaltando dois aspectos: o de que há toda a liberdade de escolha de temas e linhas de pesquisa pelos diferentes departamentos e grupos, e o de que a Faculdade cobra resultados acadêmicos e distribui bolsas e recursos em função das taxas de titulação de alunos de pós-graduação e volume publicações. Outro professor entrevistado declarou que a cooperação com o setor privado *"tem que ser intermediada pelos institutos de pesquisa governamentais porque professores e empresários possuem visões diferentes e tendem rapidamente a divergirem"*.

Ambos os depoimentos ilustram o compromisso acadêmico deste grupo. Ambos entendem a pesquisa universitária como dissociada, ou mesmo divergente, de aplicações diretas ao âmbito industrial. Pesquisa universitária de qualidade é a que gera produção científica. Esta percepção foi, certamente, reforçada pela convivência histórica da FEE com o CPqD, um instituto de pesquisa governamental que assumiu efetivamente a intermediação entre a universidade e a indústria e, mais que isso, um instituto cujas lideranças foram, em boa parte, ocupadas por ex-professores e pesquisadores universitários (da FEE e da USP) que sabiam aproveitar a competência da universidade.

A pouca sintonia da FEE com o setor produtivo fica mais clara quando se observa algumas iniciativas tomadas recentemente, em que a expectativa foi comercializar produtos tecnológicos acabados, que haviam sido desenvolvidos para clientes específicos. Em 1989 a FEE participou de três eventos industriais (das Feiras de Tecnologia da UNICAMP e do Rio de Janeiro e de um Workshop em Tecnologia Eletro-Eletrônica organizado pela FIESP) com treze itens em cinco áreas de especialidade diferentes (Quadro 5). A maior parte desta produção tecnológica foi encomendada e financiada por parceiros como a Telebrás, a CEMIG e outros. O resultado foi que, nas palavras do prof. Wagner do Amaral, *"não houve retorno da indústria a nenhum deles, por causa da recessão econômica, que obrigou as empresas a cortarem investimentos."*

Na verdade, tanto a expectativa de retorno, quanto a explicação para o insucesso estão equivocadas. A crise econômica não explica o desinteresse dos empresários. A indústria brasileira dificilmente compra tecnologia nacional no varejo e quando investe em tecnologia, tende a solicitar

produtos muito específicos (*custom-made*) de modo a minimizar a etapa mais cara da atualização tecnológica, que é a sua incorporação ao processo de produção.⁵⁰

⁵⁰ Segundo o prof. José Carlos Pessini (IE-UNICAMP e IESP), a etapa mais cara do investimento em tecnologia é a de sua incorporação ao processo industrial e, por esta razão, produtos e processos acabados podem sair mais caros do que aqueles que são encomendados e desenvolvidos para o cliente específico. Outro fator complicador é o de que os laboratórios universitários não estão dimensionados para a escala industrial e sua capacidade de cumprir esta etapa (de scale-up) é bastante limitada.

Quadro 5 - Produtos Tecnológicos da FEE apresentados em eventos para a indústria	
Área de Pesquisa	Produtos
Telecomunicações, Telemática, Microondas e Sistemas Ópticos	- Fonte de alimentação - Laser CO ₂ - Sistema MCP 120 - Modem Convulacional
Computação, Automação e Sistemas	- Pacote Gráfico - norma GKS - Neuro Board - Sistemas para Modelagem de Processos Industriais
Microeletrônica	- Instrumentos eletrônicos: multímetros geradores de funções sensores de posição
Engenharia Biomédica	- Radiômetro para Fototerapia - Disparador programável - Ultra-som Doppler pulsátil
Eletrotécnica e Energia	- Analisador de cintilação - Programa SINTRA (expansão de redes elétricas)

Ainda dentro desta linha de iniciativas unilaterais de transferência de tecnologia, a FEE empreendeu outro tipo de esforço para desenvolver e transferir tecnologias para a indústria: os chamados "projetos a custo zero para a indústria". Foi desenvolvido um sistema de controle para cozimento de cavaco para a fabricação de papel que seria repassado para a Indústria de Papel Simão S.A., que não teve êxito. Outra tentativa está sendo feita agora com o Projeto MULTCOM 21, que pretende aliar o desenvolvimento de tecnologia de telecomunicações à programação multimídia. Para ampliar as perspectivas de repasse, a FEE conseguiu que a Telesp patrocinasse uma reunião com clientes potenciais como a IBM, NEC e Siemens, entre outras grandes empresas, para apresentar o projeto. O Diretor da FEE está otimista e considera que as perspectivas deste projeto são boas.

A experiência mostra, entretanto, que a cooperação com o setor privado é um relacionamento do tipo *demand-pull*, onde a Universidade pode, e deve, buscar o contato e informar o cliente potencial de suas capacidades, mas dificilmente pode antecipar as demandas dos industriais.⁵¹ Entretanto, persiste ainda na FEE a idéia de que a universidade é capaz de identificar o que é do interesse da indústria e a de que isso seja suficiente para gerar cooperações. Segundo um dos professores envolvidos em convênios, "*contratos de cooperação tecnológica*

⁵¹ Plonski (89) e Castro (92). Estudo de caso exaustivo do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina (um dos grupos mais experientes em cooperação com a indústria) demonstrou que, ao contrário, a universidade jamais possui o especialista que o industrial gostaria que existisse e que uma das fases mais decisivas de um contrato é a de especificação do que precisa ser feito. O contratante (dono, diretor) em geral não sabe exatamente qual é o seu problema e o professor precisa de muitas idas e vindas do chão da fábrica à diretoria até se chegar à especificação do que fazer.

nascer de contatos informais (com profissionais da indústria, ex-alunos ou antigos colegas da graduação) e a idéia do projeto nasce a partir da percepção do professor de oportunidades tecnológicas. Daí até o contrato pode se estender um namoro demorado."

Um último aspecto da mentalidade vigente nos grupos em relação à cooperação externa diz respeito à oferta de cursos de extensão e treinamentos informais. Nem o grupo da USP, nem o da UNICAMP estão muito ativos no que diz respeito a cursos de extensão. A Engenharia Elétrica da USP está oferecendo três cursos em 1993 através da FDTE e a FEE, nenhum, embora já tenha "esporadicamente" ministrado cursos para o CTI, a IBM e a Eletrobrás.⁵²

No caso da USP, o declínio da oferta de cursos de extensão tem a ver com a queda da demanda e com o refluxo da FDTE, que sempre foi o locus de organização e implementação dos cursos. Entretanto, o treinamento informal de pessoal das empresas que contratam trabalhos tem sido uma preocupação antiga e, inclusive, uma exigência contratual da FDTE desde os anos 70: a aprovação de contratos exigia que as empresas especifiquem os funcionários que devem acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos contratados. Atualmente, o treinamento continua sendo feito e é, por exemplo, o principal componente da cooperação do LSI com seus clientes, porque todos os contratos de pesquisa envolvem treinamento e há contratos só para treinamento.

As diferenças de atitudes com relação à oferta de cursos e treinamentos é talvez o dado que melhor discrimina as diferenças de vocação dos dois grupos, porque atesta a maior experiência da USP com o repasse de tecnologias diretamente para as empresas. O envolvimento de pessoal da empresa no desenvolvimento dos trabalhos contratados é essencial para garantir o pleno aproveitamento da nova tecnologia e é também um fator decisivo para capacitar o cliente; ou seja, para que este desenvolva sua capacidade de pensar e lidar com tecnologia e venha, no futuro, a solicitar trabalhos de maior fôlego e, portanto, de maior interesse para a universidade.⁵³ Além disso, a experiência recente do LSI é a de que uma das principais demandas das empresas é por treinamento e/ou atualização em novas tecnologias da informática. A importância que o LSI atribui a isto é tal, que haverá salas para pessoal dos clientes no novo prédio deste laboratório.

Na FEE, as entrevistas indicaram que tem havido *"um certo preconceito com relação a cursos e treinamentos."*⁵⁴ Recentemente, bloqueou-se o projeto do prof. José Raimundo de Oliveira de melhorar as instalações da FEE para atender adequadamente a demanda de empresas por cursos na área de informática. A justificativa do veto foi a de que o prof. Oliveira não tem doutorado e os cursos que ministraria não seriam academicamente relevantes.

A FEE prefere receber profissionais das empresas em seus programas de pós-graduação e os depoimentos obtidos foram de que, de fato, é aí que se concentra o convívio entre professores e profissionais do setor privado. Como a orientação da pós-graduação é estritamente acadêmica, estes cursos não são de interesse para as indústrias tradicionais, mas atraem pessoal

⁵² Ofereceu cursos sobre "Projetos de Circuitos Digitais" para o CTI, "Atividades de Manufatura", com duração de dois anos, para a IBM e, "Planejamento de Operações em sistemas de energia Elétrica" para a Eletrobrás.

⁵³ Ver Castro (1992).

das empresas cujos produtos são intensivos em tecnologia. Entre os clientes mais presentes na pós-graduação da FEE estão o CTI, o CPqD e outras empresas estatais. A FEE se orgulha de oferecer alguns dos melhores cursos de pós-graduação do país na área e de ser freqüentada por clientes exigentes como os centros de tecnologia das estatais. Aliás, entre as razões do veto ao prof. Oliveira, estava também o argumento de que seus cursos visavam uma clientela menos qualificada. Excelência acadêmica é, portanto, o critério aplicado pela FEE para orientar também as suas atividades de extensão: cursos e cooperação são apoiados quando considerado academicamente relevantes.

Não se identificou no grupo da UNICAMP uma preocupação com treinamentos informais de pessoal dos clientes. Mais uma vez, o convívio com CPqD explica, em parte, a orientação da FEE. A alta qualificação deste Centro dispensou o envolvimento de seus técnicos para garantir o repasse das tecnologias desenvolvidas na universidade. O prof. Kleber, do grupo de microondas da USP, que também vem sendo historicamente financiado pela Telebrás confirma:

"Não temos tido pessoal da Telebrás aqui e nem mandado pessoal nosso para lá, porque não há necessidade. A Telebrás sabe exatamente o que quer e como estamos nos saindo. Eles são muito competentes nisso. Em geral, eles têm um fiscal técnico acompanhando o cronograma de execução. Os galhos que aparecem são com relação a prazos, porque há sempre situações imprevistas. Mas eles estão acompanhando e sabendo de tudo. Nunca tivemos problemas".

As culturas institucionais dos grupos da USP e UNICAMP com respeito à cooperação externa, refletem também o ambiente mais geral de suas universidades e, especialmente, a atitude das administrações centrais com relação à contratos e convênios. Estas determinam, em grande medida, o grau de institucionalização ou de informalidade com que se dá a cooperação.

3.2. Relações com a administração central das universidades

Os depoimentos de chefes de laboratórios da USP confirmaram a influência que a burocracia universitária exerce sobre seus comportamentos e decisões. Criticaram a pouca transparência dos procedimentos exigidos para aprovar convênios, o excesso de tempo gasto com demandas burocráticas e a falta de apoio que existe para identificar parceiros, receber clientes potenciais e comercializar resultados:

"As propostas de convênios passam pela Consultoria Jurídica da Reitoria e se o grupo conhece o sistema, o processo de aprovação pode durar menos de 30 dias. O problema é que se demora muito a descobrir o caminho das pedras."
(Prof. Américo, PEE e IEE)

⁵⁴ Giancarlo, p. 46.

"A administração central deveria existir para defender a gente e não para nos atacar. A burocracia da USP piora, as comissões se multiplicam e se complicam. Pedem as mesmas informações em formulários e processos diferentes. Mas, nós temos limites, não dá para continuar atendendo a todas essas solicitações. Nós já não atendemos mais.⁵⁵ Falta também à USP uma estrutura gerencial para atender as empresas. A coisa é casual demais. Quando o empresário dá a sorte de me encontrar aqui, eu os recebo, mas não há ninguém cuidando disso... Nós não contabilizamos contratos abaixo de 3.500 dólares, porque não vale o esforço." (Prof. Zuffo, LSI)

"Falta um elo de ligação muito importante, que informe clientes potenciais das competências da Universidade e que informe a Universidade das aplicações que teriam interesse comercial.⁵⁶ Não temos condições de fazer pesquisa de mercado. Nós já fomos falar com o Massola, com a FUSP, mas não deu em nada ainda." (Prof. Kleber, LME)

Identificou-se na USP frustrações por não se conseguir viabilizar propostas (trazidas de fora) de aplicações tecnicamente viáveis, por falta de apoio para prospecção de mercado e identificação de parceiros potenciais; há excesso de burocracia provocando uma variedade de soluções informais para agilizar contratos de pouca monta e para complementar equipes de pesquisa e; há, no fim, muito pouco controle sobre o que efetivamente ocorre no interior dos laboratórios. Os escritórios da administração central tentam resguardar a Universidade de possíveis violações das leis que a regem através de tentativas de controlar o uso de recursos extra-orçamentários por vias burocráticas (seja pelo encaminhamento de formulários às unidades, seja pela exigência de consultas e pareceres de vários órgãos da burocracia central). A lentidão e formalismo destes procedimentos levam os professores mais comprometidos com a cooperação externa, a buscar saídas informais e a reduzir e evitar as vias institucionais de interação externa. Mais recentemente, a administração central da USP apoiou a criação da FUSP cujo objetivo seria agilizar a captação e o uso de recursos extra-orçamentários. Este estudo, entretanto, não encontrou sinais de presença da FUSP nas interações externas da Engenharia Elétrica, exceto pela solicitação mencionada acima pelo prof. Kleber, que não havia sido atendida.

Até o ano passado, a Diretoria da Poli não intervinha na formalização de convênios. Os pesquisadores e chefes de laboratórios encaminhavam-se diretamente à FDTE (nos anos 70 e 80) ou aos órgãos da Reitoria. A partir de 1992, a Diretoria da Escola Politécnica começou a tomar iniciativas para ordenar a interação externa dos vários departamentos e laboratórios: unificou a Comissão de Pesquisa e a de Cultura e Extensão e criou a Coordenação de Convênios. A nova "Comissão de Pesquisa e Extensão" está incumbida de formular um ideário para a interação externa de toda a Escola Politécnica e a nova Coordenação de Convênios está encarregada de

⁵⁵O prof. Zuffo detalha: "Fornecemos todas as informações para que montassem um banco de dados atualizados no CERT (Coordenação de Regime de Trabalho). Agora mandam outro formulário para elaborar o catálogo. Ora, porque não usam os dados já fornecidos?"

⁵⁶O prof. Kleber explica: "Estamos com um projeto de desenvolvimento de uma aplicação de microondas para tratamento de câncer, que é totalmente viável e que nos foi proposto por um médico. Esse equipamento existe nos EUA, mas há uma carência grande aqui. O problema é que não temos financiamento e não dá para pedir a FAPESP, porque ela já nos financia um projeto. Nem o médico e nem nós aqui sabemos quem poderiam ser os parceiros."

elaborar e manter um cadastro atualizado de todos os convênios da Escola que passam pela Reitoria da USP (os convênios e contratos via FDTE não se subordinam à Diretoria da Poli).⁵⁷ Os comentários levantados sobre essas mudanças foram céticos, porque os entrevistados percebem-nas como a criação de mais uma instância de controle burocrático sobre suas ações.

O caso da FEE é bem mais simples de caracterizar. O grupo se adequou bem à vocação desta universidade (apresenta um forte compromisso com a excelência acadêmica) e desfruta de uma melhor convivência com a administração central da UNICAMP. Vários professores reconheceram o "maior dinamismo" das administrações dos últimos reitores e o esforço que têm despendido para apoiar a cooperação com o setor produtivo. Estão também satisfeitos com a FUNCAMP que substituiu a Fundação Tropical com vantagens (porque o teto da complementação salarial era de 50% na FTPTA e passou para 100% na FUNCAMP). Críticas existem, mas são mais circunscritas e, em grande parte voltadas contra a própria FEE. Criticou-se, principalmente, o academicismo excessivo que ainda prevalece no interior desta Faculdade e a insuficiência da infra-estrutura dos laboratórios (tanto material quanto de pessoal técnico de apoio) para o atendimento à indústria, especialmente quando isto envolve o desenvolvimento de protótipos e fabricação de equipamentos.⁵⁸

A questão da cooperação parece envolver três problemas na FEE: o "desequilíbrio" entre o apoio que a Faculdade dá à pesquisa acadêmica e o que dá à pesquisa aplicada; a inadequação da estrutura dos laboratórios à escala industrial e às necessidades dos clientes, e; tensões e conflitos entre professores-pesquisadores em função do uso dos laboratórios para proveito estrito daqueles diretamente envolvidos nos contratos. Falou-se de "feudos de pesquisa", de grupos fechados que se apropriam de áreas de atuação e de recursos, que são gerados a partir do uso do patrimônio da Universidade.

Três professores-pesquisadores referiram-se também a experiências difíceis de execução de trabalhos contratados.⁵⁹ Em todos os casos foi difícil "levar até o fim" os compromissos assumidos e, em um dos casos, a cooperação foi interrompida. Os profs. Sigmar e Chiquito explicaram que as dificuldades são tantas que o professor muitas vezes desiste de desenvolver o protótipo até o fim, ou de fabricar todos os produtos encomendados.

O tratamento institucional de contratos e convênios parece mais simples e rápido na UNICAMP do que na USP. A crise da FDTE da USP fez com que a grande maioria dos contratos da Engenharia Elétrica passassem a ser encaminhados via Reitoria.⁶⁰ Na melhor das hipóteses, i.é. quando o cliente não atrasa e os professores já conhecem o "caminho das pedras", a assinatura do convênio pode sair em menos de 30 dias. Na UNICAMP, os convênios que

⁵⁷ Entrevista com a Coordenadora de Convênios, Inês.

⁵⁸ Prof. Chiquito, entrevista.

⁵⁹ O prof. Chiquito enfrentou dificuldades com a construção de unidades controladoras de semáforos para a prefeitura de São Bernardo; o prof. Kretly com a produção de componentes eletrônicos para uma empresa privada e o prof. Sigmar, com analisadores de cintilação para a CEMIG.

⁶⁰ Continuam na FDTE alguns poucos convênios históricos - como o com o Metrô de São Paulo -, que foram iniciados lá e que continuam sendo renovados lá. Prof. Mariotto, entrevista.

envolvem a Reitoria podem sair em até uma semana e os que são feitos via FUNCAMP, demandam entre uma e duas semanas. A impressão que fica, é a de que, no momento, a administração central da UNICAMP está na vanguarda; i. é., está mais empenhada na cooperação externa do que a própria FEE. Além de ter agilizado as vias burocráticas de encaminhamento dos convênios e criado o Escritório de Transferência de Tecnologia (ETT), a Reitoria ampliou a atuação da Escola de Extensão, que passou a incentivar e dar apoio operacional para esta atividade e já multiplicou várias vezes a sua receita. Entretanto, a FEE ainda não se valeu nem do ETT e nem da Escola de Extensão ainda.

Embora haja na FEE professores interessados em ampliar e intensificar a cooperação com o setor produtivo, há também resistências e inexperiência a esse respeito. No fundo, o convívio com a Telebrás (um cliente atípico porque se situa muito acima da média da qualificação e das demandas do setor empresarial) atrofiou a FEE porque dispensou o seu envolvimento direto com a indústria. Por causa disso, a experiência da FEE é mais restrita e as iniciativas que toma nem sempre são as mais adequadas para promover a cooperação direta com a indústria.

Esses resultados são interessantes porque relativizam a importância da administração universitária no fomento ou entrave à cooperação externa. Na USP, onde a burocracia atrapalha, a cooperação tem sido mais informal, mas também, mais variada e extensa do que na UNICAMP, onde os dois últimos reitores se empenharam em descomplicar, fomentar e apoiar este tipo de atividade. Neste par de instituições, a influência das administrações centrais parece ter sido menos importante do que fatores como o *timing* da constituição da pesquisa nesses grupos e as características da clientela que atendem (como veremos em maior detalhe adiante). A capacitação em pesquisa da FEE foi não apenas um processo muito mais recente que só começou na década de 70 (já sob a égide da Telebrás e da Reforma Universitária), como pôde se consolidar perfeitamente dentro dos parâmetros da excelência científica introduzidos e preconizados a partir da Reforma. Isto porque teve um cliente principal, altamente qualificado (o CPqD), que lhe financiou pesquisas compatíveis com a produção científica. Na USP, a cooperação não só já existia há décadas, como atendia uma clientela mais variada e menos interessada em pesquisas de ponta. A valorização da excelência acadêmica veio posteriormente com a Reforma e não substituiu (mas apenas passou a conviver com) as atividades contratadas e pesquisas aplicadas, que tiveram inclusive grande reforço com a chegada da Telebrás e da política de informática. A USP já tinha e continuou a ter uma experiência de cooperação tecnológica muito mais diversificada (e informal) do que a FEE.

3.3. Contratos e Interações externas

A principal constatação aqui foi a verificação de que não há informações organizadas e exaustivas em nenhuma das duas instituições sobre as receitas geradas por convênios e contratos. Os anuários das duas universidades não ajudam, porque no caso da USP os números englobam toda a Escola Politécnica e, no caso da UNICAMP (onde a FEE é uma unidade como a

Poli na USP), porque não há números. A seção sobre orçamento se resume a um gráfico de barras com a evolução do "orçamento real" (em Cr\$s), sem registrar valores precisos e sem discriminar as fontes de recursos.

A dificuldade encontrada pode estar refletindo sistemas burocráticos segmentados e híbridos, com diferentes escritórios (de entidades de natureza diversa como as fundações de direito privado e os órgãos universitários) contabilizando diferentes modalidades de recursos.⁶¹ Desses sistemas participam vários órgãos das reitorias, das administrações das unidades, dos departamentos, dos laboratórios e das fundações universitárias.⁶² As fundações mantêm cadastros dos convênios que passam por lá; as reitorias mantêm arquivos sobre os convênios assinados pelo reitor e os recursos orçamentários se distribuem através de canais separados (um para pagamento de pessoal, outro para custeio, outro para bolsas e pesquisas, etc.).

⁶¹ Na USP, a tesouraria da Escola Politécnica administra os recursos orçamentários e, inclusive uma herança deixada pelo Conde Penteado para a Escola. Os escritórios da Reitoria administram convênios e rendas industriais. As fundações universitárias administram cursos e convênios que lhes tenham cabido intermediar e a Diretoria da Poli criou uma coordenação de convênios para centralizar estas informações.

⁶² O grupo da USP, por exemplo, operou por muito tempo através da FDTE. Hoje em dia esta Fundação não administra mais do que 20% de seus contratos, mas em compensação, o IEE (Instituto de Eletrotécnica e Energia) entrou no circuito da pesquisa da Engenharia Elétrica, *"como o braço da Poli junto à comunidade"* (Prof. Américo). Não há dados, entretanto, que informem em quanto este Instituto tem intermediado e flexibilizado a contratação de pesquisas realizadas por professores dos três departamentos da Elétrica.

A apropriação dos recursos se dá de forma variada também: as taxas de *overhead* cobradas pelas reitorias e repassadas para fundos de pesquisa e para as unidades e departamentos nem sempre são recolhidas. Pagamentos de consultorias individuais, de aulas ministradas em cursos de extensão, ou mesmo de pequenos trabalhos abaixo de determinados valores, podem também escapar da contabilidade universitária.⁶³ Os convênios têm sido genéricos (os chamados "convênios guarda-chuva") e os termos aditivos que especificam os trabalhos a serem realizados, vão se firmando ao longo do tempo e podem escapar à sanção das instâncias departamentais e das unidades. Por fim, as relações pessoais de confiança entre professores-pesquisadores e seus clientes dão margem a soluções informais de toda ordem. Como é o caso em muitas outras universidades, há margens razoavelmente amplas de receitas informais e ganhos não-monetários (serviços pagos com materiais e equipamentos), que de um modo ou outro se beneficiam da segmentação e complexidade (para não dizer, confusão) dos canais burocráticos.

Além da complexidade burocrática, não há ainda uma padronização dos sistemas de reajustes dos recursos e estes variam de acordo com os diferentes clientes contratantes. Na UNICAMP há um esforço para padronizar contratos, mas os clientes podem ainda impor suas preferências quanto à forma de reajuste dos contratos. Para complicar, boa parte dos recursos (orçamentários e extra-orçamentários) das universidades já podem e vêm sendo aplicados no mercado financeiro, mas não há condições de acesso fácil aos valores atualizados.

O fato muito significativo é que a grande maioria dos gestores dos departamentos e laboratórios entrevistados negaram possuir informações precisas nem mesmo sobre a parcela institucional, que foi formalizada em contratos, de suas receitas.⁶⁴ O fato desse tipo de informação não circular e nem parecer ter um tratamento abrangente, integrado e eficiente, que permita consulta imediata, sugere uma falta de interesse em explicitar esta área.

Para completar, os depoimentos colhidos não são totalmente consistentes com os dados parciais que puderam ser obtidos. Os entrevistados, com exceção de dois líderes de laboratório da USP (os profs. Zuffo e Kleber), convergiram em que predominam os financiamentos a fundo perdido, por parte das agências de apoio à C&T, além de algumas cooperações já antigas com o setor público estadual e federal. Os dados obtidos da Coordenação de Convênios da Diretoria da Poli confirmam a Finep como a fonte dos maiores convênios, mas não incluem nenhuma outra agência de apoio à pesquisa científica, nem

⁶³ Identificou-se casos em que contratos com valores abaixo de US\$3,500.00 não passam pela contabilidade dos laboratórios, são recebidos e utilizados de modo informal.

⁶⁴ Só o prof. Américo e Kleber, da USP, mencionaram cifras (que não puderam ser confirmadas). Os prof. Zuffo deu percentuais apenas. Na FEE foi ainda mais difícil obter informações.

mesmo a FAPESP, que foi mencionada em várias entrevistas. Segundo a própria responsável pela Coordenação de Convênios, o cadastro ainda está incompleto e, de fato, os dados também divergem dos depoimentos quando registram uma participação de empresas privadas tão grande ou maior do que a de empresas e órgãos estaduais e federais.

O que se pôde obter da situação atual dos três departamentos que compõem a Engenharia Elétrica da USP está apresentado no Quadro 6 abaixo:

Quadro 6 - Dados financeiros da Engenharia Elétrica da USP			
	PEE	PEA	PCS
recursos orçamentários (Tesouraria, em Cr\$)	2.598.550	1.078.708	1.321.676
recursos extra-orçamentários (Tesouraria, em Cr\$)	2.047.000	760.000	610.659
valor total de convênios (Diretoria, em US\$)*	848.695	290.872	60.274
nº dos convênios contabilizados acima	11	6	2
nº dos clientes contratantes	5	2	2

fontes: secretarias dos departamentos, tesouraria e diretoria da Escola Politécnica (*) dados incompletos

Os dados deste quadro não são exaustivos⁶⁵ e nem plenamente comparáveis (há duas moedas diferentes), mas servem para dimensionar os orçamentos dos três departamentos. A Tesouraria da Escola Politécnica forneceu a posição corrente dos departamentos nas contas que administra. Estas incluem os recursos orçamentários da USP e quatro modalidades de recursos extra-orçamentários: os saldos correntes dos recursos de 1993 oriundos da herança deixada para a Escola Politécnica pelo Conde Alvares Penteadó⁶⁶, as receitas geradas com ensaios e outros serviços (chamadas de "renda comum"), e as taxas recolhidas com consultorias (8% do valor) e com convênios (5% do valor). Os dados sobre convênios em andamento foram fornecidos pela coordenação de convênios da Diretoria da Poli e não são completos. Além disso, o Quadro 6 só inclui os convênios cujos valores estavam listados. O documento fornecido pela Coordenação inclui um número bem maior de convênios, mas sem informações financeiras e sem identificar a que laboratórios eles se vinculam.

Tomando-se todos os convênios listados pela Coordenação de Convênios (com ou sem valores especificados), o PEE possui 22 convênios ativos com 18 clientes, sendo que a Finep sozinha responde por quatro convênios que já receberam seis termos aditivos (ou seja, que já

⁶⁵ Além da lista de convênios fornecida pela Diretoria da Poli excluir as receitas captadas via a FDTE, ela ainda não conseguiu completar os registros de convênios (em andamento) assinados pelo Reitor.

⁶⁶ Duas vezes por ano, a Diretoria da Poli distribui recursos desta herança. As quotas são definidas em função do número de docentes de cada departamento e o dinheiro só pode ser gastos com compra de equipamentos. A Tesouraria forneceu o saldo que cada departamento tinha em outubro de 1993. Os valores, portanto não são os de suas quotas, mas apenas o que cada departamento ainda não gastou.

financiaram seis projetos de pesquisa).⁶⁷ Ao contrário do que os entrevistados afirmam, a composição dos clientes listados é predominantemente empresarial privada. São treze empresas⁶⁸, contra três instituições federais (COPESP, INPE e Telebrás), duas estaduais (PRODESP e Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza) e uma estrangeira (a Escola Politécnica Nacional do Equador).

O PEA mantém 9 convênios ativos com 9 clientes, quatro dos quais são do setor público de energia elétrica: um convênio com 4 termos aditivos com a *ELETROPAULO*, um com a *ELETROBRÁS*, um com *FURNAS* e um com a *Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia*. Ainda na área pública possui um convênio com o *Banco de Desenvolvimento do Rio Grande do Sul* e um no exterior com a *Ecole Nationale Supérieure d'Ingenieurs* de Grenoble. Com o setor privado mantém três convênios: com a *Siemens S.A.*, a *Cegelec Engenharia S.A.* e com a *Soluções Tecnológicas Ltda (SOLTEC)*.

O PCS, que só possui um laboratório, o LSD (que foi um dos maiores nos anos 70), apresenta o menor volume de cooperação. Possui apenas quatro convênios, dois com a área pública (Finep e Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico), um com a *Associação Brasileira de Controle e Processos de Automação Industrial* e apenas um na área empresarial, com a *UNISYS Eletrônica Ltda*.

Dados sobre a FEE foram ainda mais difíceis de se obter. Os depoimentos apontam a predominância de financiamentos de cunho acadêmico e elogiam os "projetos temáticos" da FAPESP, que vêm possibilitando a ampliação das interfaces e a exploração de novas temáticas de pesquisa. As informações objetivas se restringem aos principais convênios em andamento (Quadro 7).

Quadro 7 - Principais Convênios Ativos da FEE - UNICAMP, 1993	
Tema	Cliente
Centros avançados de distribuição de energia elétrica	Cia Paulista de Força e Luz
projetos específicos	IBM
Planejamento de redes telefônicas	Telesp
Sistema Automatizado de semáforos	Prefeitura S. Bernardo

⁶⁷ Só o LSI possui 40 convênios em 1993, isto dá uma medida da parcialidade desta lista.

⁶⁸ As empresas e entidades privadas listadas são a *Sistema Automação S.A.*, o *Hospital Albert Einstein*, a *NEC do Brasil*, as *Indústrias de Papel Simão S.A.*, a *Fotônica Instrumentação*, um com a *Fanem Ltda*, a *ABC BULL*, a *ABC Dados e Informática*, a *Autel S.A. Telecomunicações*, a *Auto-Gráfica Importação e Serviços*, a *Controle de Automação Digital Ltda*, a *Delphia Produtos Elétricos Ltda* e a *Digital Image Computação Gráfica Ltda*.

IV - Conclusões

Como já vimos, a evolução institucional da FEE esteve estreitamente ligada à Telebrás e, em menor medida, à outras empresas estatais, principalmente, as do âmbito da Eletrobrás. Contou com o que chama de "projetos históricos"; i.é., contratos de pesquisas de grande porte que se prolongaram por décadas e que permitiram tanto o desenvolvimento de equipamentos de alto conteúdo tecnológico, como numa notável produção científica.⁶⁹ Como também já foi visto, a Telebrás encarregou-se do repasse dos resultados tecnológicos da P&D que contratava (ou desenvolvia internamente), dispensando iniciativas de se buscar parceiros industriais. Isto, contudo, não eliminou o convívio com a indústria, porque muitos dos desenvolvimentos feitos na universidade, tornaram-se cabeças de série de equipamentos e produtos adotados como norma pela empresa estatal. Com isso, as indústrias procuraram os laboratórios universitários para resolver eventuais problemas e até encomendar a fabricação alguns desses itens. O depoimento do prof. Kleber, da USP, detalha este relacionamento:

"Como a Telebrás normatiza a área de telecomunicações, tudo o que ela adota, acaba gerando pedidos de produção para a gente. Muitas coisas que nós desenvolvemos aqui acabam sendo repassadas para a indústria do setor, que vem a nós para resolver problemas. Para a Telebrás isso tudo vale a pena porque ela fatura 5% de royalty. Todos os direitos de propriedade sempre ficaram com a Telebrás. Nós não temos uma política para isso."

Desde a segunda metade dos anos 80, o poder da Telebrás sobre a área de telecomunicações vem se restringindo em função da falta de recursos e da relativa perda do controle sobre as importações, desde que a política de informática incorporou algumas áreas tecnológicas importantes para a telecomunicações. Mas apesar do declínio dos recursos, a Telebrás continua tendo peso importante na FEE e no grupo de microondas e circuitos híbridos do LME da USP. Ainda hoje, a Telebrás paga os salários de três engenheiros e uma secretária do grupo do LME-USP e mantém vários convênios com a FEE. O prof. Kleber descreve as características atuais do setor:

"A área de telecomunicações é muito cara. Nenhum projeto fica por menos de 200-300 mil dólares, a dependência de equipamentos é alta e o investimento só se torna economicamente viável no médio prazo, em dez anos mais ou menos. Não é um setor para pequenas empresas porque o investimento é muito alto. O contato com o setor privado é muito instável. Eles aparecem e desaparecem. E, em geral, querem coisas pontuais. Este é o caso dos trabalhos que fizemos para a IBM, NEC, Equitel e Telemulti. Na área de telefonia é diferente, aí há espaço para pequenas indústrias, mas o que temos hoje no Brasil é a NEC que adapta tecnologia importada, a Equitel que é da Siemens e a

⁶⁹O prof. Kleber confirmou este ponto: "Esses trabalhos geram teses, disciplinas de pós-graduação e publicações. Em alguns casos não. Há um projeto do MCT de desenvolver uma linha transmissora de TV via microondas, que envolvem desenvolvimentos difíceis de se colocar em congressos, porque são muito aplicados e específicos."

Telemulti que é da Bosch. Os problemas tecnológicos que enfrentam, elas resolvem com suas matrizes. Atualmente o setor de telefonia tem liberdade de importação e toda a telefonia celular está sendo importada."

Na área de informática, como vimos, a universidade foi matriz de empresas e celeiro de pessoal qualificado para a indústria, mas não usufruiu uma participação efetiva e institucionalizada na capacitação tecnológica dessas empresas. Como Prochnik nota, a indústria de informática foi tipicamente composta por empresas de pequeno porte, que contaram com o incentivo governamental para desenvolver internamente a tecnologia que precisassem e não tiveram a clarividência (Lucena) ou o cacife (Prochnik) para contratar pesquisas nas universidades. A interação foi intensa mas informal e, consistiu, tipicamente, no recrutamento de pessoal, contratação de consultorias, e de pequenos serviços. Houve na verdade, um território de intimidade e informalidade, uma vez que os quadros empresariais eram maciçamente oriundos da universidade (alunos de pós-graduação e professores). Este padrão foi o que marcou a trajetória da área de sistemas digitais (LSD) e também a de automação e controle (LAC).⁷⁰

Já a área de tecnologia de fabricação de chips (do LME), contou com financiamento federal continuado. Por dezessete anos consecutivos, as agências federais (o BNDE primeiro e a Finep depois) custearam até o pagamento das equipes de engenheiros. Neste caso a indústria não emergiu e as agências de C&T assumiram o financiamento da área. A cooperação internacional era complicada e as tentativas de formar uma indústria de componentes fracassaram com a possibilidade de importação de chips, que foi aberta para os fabricantes de computador:

"A política de reserva foi bem bolada mas não foi implementada... Houve a TRANSIT, que foi apoiada pelo BNDE em Montes Claros, mas foi uma jogada, o dono era político, não deu em nada. O Japão é muito fechado. Conseguimos relações limitadas e só na área de foto-voltáicos. Há alguns convênios de pesquisa conjunta com laboratórios estrangeiros e há cooperação informal entre pares. Não há um setor empresarial com que a gente possa se relacionar. As exposições que acompanham os congressos anuais da Sociedade Brasileira de Microeletrônica atraem entre 10 a 20 empresas, no máximo. É uma história triste de contar, porque é a história do desmonte do setor de microeletrônica. O pessoal que foi protegido pela reserva de mercado para a informática só importa e monta para vender no mercado interno. Vivemos mais de 20 anos totalmente financiados pela governo federal e o esforço de duas décadas acabou sendo perdido."

Por razões opostas (surgimento de indústria e não-surgimento de indústria) os dois principais laboratórios da Engenharia Elétrica da USP nos anos 70 entraram em processo de declínio. Na verdade, estas duas trajetórias revelam o despreparo da Universidade para se

⁷⁰O LSD teve tal ímpeto na virada da década de 60 para 70, que tomou a iniciativa de criar a FDTE para agilizar suas interações com clientes externos. Teve seu apogeu em meados dos anos 70 e em seguida inicia um longo processo de declínio por perda de pessoal e dificuldades de institucionalizar cooperação. O LSD parece ser hoje um dos laboratórios que menos convênios possui (Quadro).

gerenciar: seja para se defender da ação predatória da indústria sobre seus melhores quadros, seja para avaliar suas condições de atuação e corrigir seus rumos.

O interesse em identificar especialistas altamente qualificados tem sido um dos principais motivos pelos quais empresas se aproximam de universidades no Primeiro Mundo também.⁷¹ As conseqüências lá e cá é que são muito diferentes. A universidade lá possui maior massa crítica e grande flexibilidade, além de melhores recursos e salários, para não apenas se defender das contratações pelo setor privado, como para tirar proveito destas necessidades de pessoal altamente qualificado. Professores-pesquisadores podem participar como sócios de empresas e prestar consultoria e serviços, sem se afastar das universidades e sem limitações sobre seus ganhos financeiros. No Brasil, estas limitações existem até hoje e somadas à defasagem salarial e de equipamentos de pesquisa (esta última, imposta pela reserva de mercado) e à rigidez burocrática impediram que a universidade tirasse pleno proveito do surgimento de uma indústria de informática nacional.

Quanto aos problemas causados pela inexistência de um parque industrial, basta comparar a trajetória do LSI com a do LME para se verificar a diferença que a capacidade de gerenciamento faz. No caso do LME, foi só depois que a crise de recursos (a fundo perdido) se tornou crônica é que os laboratórios enfrentaram uma revisão de rumos e decidiram restringir metas e identificar nichos de atuação, como o LSI já começara a fazer em 1975. Hoje, este laboratório experimenta prosperidade pela intensificação e diversificação de suas interações externas e nos dá uma idéia de onde outros grupos universitários poderiam estar se estivessem melhor preparados para se gerenciarem. Para substanciar o argumento, vale detalhar um pouco mais o espectro de atividades deste grupo.

O LSI trabalha em seis sub-áreas da Engenharia Elétrica e, inclusive, microeletrônica e sistemas digitais (áreas cobertas pelo LSD e LME) e atua em uma grande variedade de atividades: cuida de importações de equipamentos tanto para si próprio, quanto para clientes públicos e para outros grupos da Poli;⁷² dá treinamentos em função das necessidades de cada cliente e projeto; desenvolve pesquisa de relevância acadêmica e aplicada, abrangendo o desenvolvimento de hardware e software; conjuga projetos financiados pela Finep com desdobramentos financiados por clientes de natureza e porte variados; ministra cursos regulares e recebe alunos de graduação e pós-graduação; é o grupo de maior produtividade científica do PEE (responde por 60% das publicações deste departamento); acolhe professores-pesquisadores que se aposentam ou busquem o LSI, desde que suas pesquisas se enquadrem e contribuam para as competências do laboratório; milita na organização e promoção de eventos das entidades

⁷¹Victor Prochnick,

⁷²O prof. Zuffo explica: "Com a Lei 8.010 a USP passou a importar mais rápido do que os órgãos públicos. Então eles se valem da gente. Nós também fazemos importações para toda a Escola Politécnica e não cobramos por isso e nem pelo uso de nossos equipamentos. em compensação temos nos recusado a recolher os 8% que a diretoria da Poli requer." Entrevista.

representativas de suas áreas de atuação; compartilha seus equipamentos com outras universidades e com outros departamentos da USP; cresce e se diversifica.⁷³

Tem-se aí um exemplo do círculo virtuoso que a cooperação pode gerar para a empresa e a universidade. Mas esta dinâmica não decorre mecanicamente de qualquer cooperação, nem mesmo quando se trata de cooperações complexas, como as que se deram entre a FEE e o CPqD. A natureza da pesquisa contratada não é condição suficiente para gerar toda a gama de modalidades de cooperação que o círculo virtuoso envolve. A cooperação "virtuosa" requer tempo e um encaminhamento acertado; i.é., que qualifique o cliente(a pensar, desenvolver e investir em tecnologia. Certamente, o despreparo e passividade da universidade não são a única ou principal causa do divórcio com a indústria. Mesmo no LSI há críticas às atitudes e mentalidades do empresariado, mas esta equipe soube desenvolver o relacionamento através da abertura do leque de modalidades de cooperação (acesso a equipamentos, treinamentos, importações, fabricação, P&D, etc.).

Os depoimentos colhidos na FEE e na USP convergem quanto à percepção e experiência que têm com o empresariado privado. Todos se ressentem da instabilidade das demandas das empresas, do caráter pontual e não-cumulativo dessas solicitações e da ignorância que o empresário médio possui sobre o que é e como funciona a universidade. O conjunto dos laboratórios estudados interagem com o setor produtivo em atividades que, na maioria dos casos, não envolvem pesquisa de relevância científica. O setor empresarial procura os laboratórios para a realização de testes e ensaios em equipamentos que são exclusivos aos laboratórios, buscam atualização em cursos e treinamentos (eventualmente programas de pós-graduação), encomendam a fabricação de peças e equipamentos, resistem em desembolsar dinheiro e só raramente contratam P&D e desenvolvem relações duradouras.⁷⁴ Há também aqui, na área de Engenharia Elétrica, casos de escambo, de cooperações que não envolvem trocas monetárias:

"Há quatro anos atrás, quando ainda não se esperava o sucateamento do setor de informática, a PROLÓGICA estava desenvolvendo um winchester brasileiro com sistema *voice coil* que é o mais rápido e requer sensor especial. Nós desenvolvemos o sensor e fabricamos dezenas de milhares, que a PROLÓGICA nos pagou com micros. O grupo de microondas também tem

⁷³Os trabalhos em tecnologia de geração de imagens tridimensionais a partir de dados para visualização de informações médicas ilustra um desses arranjos que conjugam a perspectiva e financiamento acadêmicos com aplicação e clientes privados. Nesta área, o LSI tem financiamento da Finep e convênios com o Hospital das Clínicas (H.C.), o Hospital Albert Einstein e com a U. de Manchester. Os trabalhos envolvem desenvolvimento de hardware e software e aplicações a dados fornecidos pelo H.C.: "As técnicas de geração de imagem são ainda muito lentas e nossa pesquisa visa agilizar isso via processamento paralelo. Trabalhamos com sistemas distribuído, desenvolvendo o UNIX. Produzimos hardware e software. Desenvolvemos, por exemplo, um sistema de memória subdividida, uma placa para processamento paralelo no computador. Fizemos um segundo andar com oito microprocessadores que conversam com o único que está no andar de baixo. Agora estamos tornando esses multicomputadores totalmente automatizados para o usuário não se perder. A placa que fizemos foi com o apoio da Finep." Rosely, entrevista.

⁷⁴O prof. Kleber, do grupo de microondas do LME comentou: "Outros clientes nossos, além da Telebrás, tem sido a SABESP, a ELETROPAULO, PIRELLI, mas na maioria dos casos querem testes de equipamentos. Nós temos equipamentos exclusivos. O setor privado é muito instável, eles aparecem e desaparecem e, em geral, querem coisas muito pontuais. Esse é o caso dos trabalhos que já fizemos para a IBM, NEC, Equitel, Telemulti, etc."

produzido várias cabeças de série de equipamentos para a Telebrás e a indústria do setor. Temos feito outros equipamentos *custom-made* também."⁷⁵

O quadro atual da cooperação nos dois grupos estudados, aponta a influência de um outro fator decisivo para facilitar ou enterrar o enlace entre a universidade e o setor produtivo: as políticas governamentais. O prof. Américo resume este quadro:

"A partir do Collor a pesquisa sofreu ainda mais porque a política industrial foi revertida. A indústria enxugou seu pessoal e houve uma debandada de engenheiros de volta para a universidade. O grupo que foi criado para alavancar a microeletrônica se viu sem recursos e em defasagem. Algumas áreas foram muito prejudicadas, mas no todo está bem e até cresce junto com a recuperação da indústria elétrica e eletrônica. As áreas de sistemas digitais, telecomunicações e controles tiveram que se reorientar. A tendência é concentrar na pesquisa mais básica porque a indústria acabou não explodindo como se esperava."

O estudo confirmou os trabalhos de natureza mais geral já elaborados sobre a informática e a engenharia elétrica no Brasil. O grupo da USP forneceu evidências da desatualização sofrida pela universidade, por perda de quadros e de recursos para pesquisa. Ficou também claro que duas das tentativas de se desenvolver tecnologia nessa área foram iniciadas e descontinuadas. A criação do LME em 1968 foi uma delas e a do CTI, em 1985, foi outra.

No plano específico dos dois grupos, a comparação foi reveladora da inadequação da estrutura universitária para tirar proveito do surgimento de um setor empresarial em sua área de competência, mas foi também reveladora dos espaços de autonomia que existem no ambiente universitário para iniciativas e empreendimentos de indivíduos e grupos. As administrações centrais da USP e UNICAMP divergem em suas orientações quanto à interação com clientes externos, mas foi no interior da estrutura mais adversa, a da USP, que o estudo identificou aqueles grupos que souberam definir rumos muito profícuos (como o do LSI e o que re-assumiu o IEE) e prosperar com grande autonomia das estruturas burocráticas. Ficou subjacente, mas suficientemente perceptível, o efeito de acomodação que a estabilidade de emprego gera no interior da universidade, dispensando iniciativas e gerenciamento eficiente dos recursos. Laboratórios que tiveram suas equipes incorporadas ao quadro da USP se desatualizaram e minguaram ao perderem patrocínio público para pesquisa. Mesmo que as adversidades tenham sido severas e inesperadas, as reações foram muito lentas e isto pode ser atribuído à acomodação que o enquadramento ao serviço público gera.

Na UNICAMP, as mudanças de orientação da Reitoria são ainda muito recentes para terem seus resultados avaliados. Ainda não tiveram impacto na FEE, mas é provável que venham a viabilizar mudanças, especialmente, uma maior diversificação de clientelas e maior versatilidade e aceitação por parte da equipe de professores-pesquisadores das múltiplas modalidades de

⁷⁵ Prof. Américo, entrevista.

cooperação externa. O estudo revelou o efeito "aninhador-bloqueador" de um parceiro permanente para trabalhos de alcance científico, como tem sido o CPqD. O grupo já se constituiu sob sua égide e nela se aninhou, certamente, com importantes ganhos para a área de telecomunicações e de Engenharia elétrica no país. Além de atender às demandas de desenvolvimento tecnológico do sistema de telecomunicações, a FEE desenvolveu forte competência científica nas várias sub-áreas da Engenharia Elétrica. Em uma frase, a FEE se tornou um centro de referência acadêmica e de experiência em transferência tecnológica direta para a indústria. Aqui, o resultado foi mais o de uma reprofissionalização do engenheiro, segundo o padrão da carreira ou profissão universitária. Na USP, a desprofissionalização não chegou a este ponto: o compromisso acadêmico é mais difuso e o interesse por tecnologia industrial mais presente.