

A POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM TELECOMUNICAÇÕES: 1972/1983

Jorge Ruben Biton Tapia*

INTRODUÇÃO

O Setor de Telecomunicações no Brasil conheceu um importante avanço nos últimos vinte anos. É possível afirmar que, nesse período relativamente curto, o setor alcançou a sua maioria. A expansão da rede de telefonia, a integração do território nacional através dos troncos de microondas instalados pela EMBRATEL (Empresa Brasileira de Comunicações)¹ a partir do fim dos anos sessenta, a criação de uma rede nacional de telex e a implantação dos sistemas DDD e DDI em 1970 e 1975, mostram que as telecomunicações entre 1962 (ano de aprovação do Código Brasileiro de Telecomunicações) e 1983 viveram um processo de intensa modernização.

Este processo de modernização se expressa, ainda que não se esgote, no conjunto de melhorias verificadas nos vários serviços. Entre outros fatores², ele foi resultado de um conjunto de Políticas do Estado para o setor, que levaram ao surgimento e à expansão do chamado "complexo das comunicações", envolvendo por um lado a indústria de telecomunicações e, por outro, a criação de todo um arcabouço institucional formado pelo Ministério das Comunicações, TELEBRÁS, EMBRATEL e as empresas de telefonia de cada estado da Federação³. Este arcabouço institucional foi montado ao longo do período segundo um modelo de forte centralização das telecomunicações nas mãos do Estado.

É no bojo deste processo, e a partir da iniciativa de uma destas instituições, a TELEBRÁS, que se inicia a partir dos anos setenta, a implantação de uma estrutura nacional de Pesquisa e Desenvolvimento para o setor de telecomunicações.

O objetivo deste trabalho é estudar este processo de implantação, a partir da análise da atuação de dois agentes que se destacaram: a TELEBRÁS e a Universidade.

Nossa hipótese inicial é que o êxito da implantação dessa estrutura de P&D está associado a uma "convergência ótima" entre dois fatores⁴:

- a orientação estratégica conseqüente, sustentada pelo Estado através da TELEBRÁS ao longo dos anos setenta. Nela se destaca a definição de uma política industrial para o setor, associado ao apoio financeiro contínuo aos programas de pesquisas contratados junto às Universidades;
- a existência de uma capacitação científica dentro da Universidade, que viabilizou apoiando e participando na sua orientação os esforços governamentais visando atingir a

longo prazo a autonomia tecnológica do setor.

O ESTADO E AS TELECOMUNICAÇÕES

O setor de telecomunicações começou a merecer atenção por parte dos órgãos governamentais a partir de meados dos anos sessenta. Até aquele momento o país não dispunha de uma política nacional para o setor. A regulamentação que existia até então estava contida na constituição de 1946 e dava aos estados e municípios o poder de conceder ou mesmo explorar diretamente os serviços telefônicos.

Esta situação começou a sofrer modificações com a Lei nº 4.117, de 27 de agosto de 1962. Esta lei, conhecida como Código Brasileiro de Telecomunicações, atribuiu ao Governo Federal a competência exclusiva para operar e fiscalizar os serviços públicos de telecomunicações. Para isso, a lei previa a criação inicial do CONTEL⁵ (Conselho Nacional de Telecomunicações), e depois da EMBRATEL (Empresa Brasileira de Telecomunicações) e do FNT (Fundo Nacional de Telecomunicações). Estas tarefas foram cumpridas pelo CONTEL até a criação do Ministério de Telecomunicações em 1967. Mas, apesar da importância dessa lei para o planejamento e a implantação de um sistema nacional de telecomunicações, até 1965 pouco foi realizado. De qualquer maneira o Código Brasileiro de Telecomunicações se constituiu no primeiro instrumento para uma política nacional para o setor de telecomunicações.

Ainda no Governo Goulart, outras medidas foram sugeridas, com destaque especial para a formulação do Plano Nacional de Telecomunicações e a criação da EMBRATEL.

A mensagem do Presidente João Goulart enviada ao Congresso, no início dos trabalhos legislativos, do ano de 1964, se refere entre as tarefas do futuro, à formulação de um plano nacional de telecomunicações. Esta iniciativa estava inserida no esforço de criação de uma infraestrutura adequada ao estágio de industrialização atingido pelo País:

"... Não poderíamos suportar por mais tempo os transtornos causados à nossa vida econômica pelo precário sistema de comunicações em funcionamento no país. Por isso mesmo, o governo não poupa esforços para tornar realidade o plano nacional de telecomunicações, cujo instrumento será a Empresa Brasileira de Telecomunicações (EMBRATEL), que entrará em atividade em breve..."⁶.

A EMBRATEL (Empresa Brasileira de Telecomunicações) foi criada em setembro de 1965, como previa o Código Nacional de Telecomunicações.

Durante o período que se estende entre o início de

* Pesquisador do Núcleo de Política Científica e Tecnológica da UNICAMP.

1964 até a data de criação da EMBRATEL (1965), o Plano Nacional de Telecomunicações esteve paralisado. Isto deveu-se aos acontecimentos envolvendo a deposição do Presidente João Goulart e às mudanças implementadas pelo Governo do Presidente Castelo Branco. Somente com o decreto de setembro de 1965, de criação da EMBRATEL, o Plano começa a ser realmente implementado. Entre os principais objetivos da empresa recém-criada estavam: implantar e explorar industrialmente os troncos do sistema nacional de telecomunicações e as conexões internacionais e participar na gestão das empresas ligadas à exploração de serviços de telecomunicações.

É a partir de então que o setor passa realmente a experimentar transformações dinâmicas. O passo seguinte foi a compra, pelo Governo Castelo Branco da CTB (Companhia Telefônica Brasileira), do grupo canadense "Brazilian Traction", detentora de aproximadamente 70% dos telefones então existentes no país, mais ou menos um milhão e quatrocentos mil telefones.

Em fevereiro de 1967⁷, foi criado o Ministério das Comunicações. No ano seguinte, o Ministério das Comunicações sofreu uma reestruturação com a absorção do CONTEL, que perdeu a sua autonomia e se transformou em órgão de assessoramento, subordinado diretamente ao Ministério das Comunicações.

Certamente, a criação do Ministério das Comunicações significou mais um passo na intervenção e centralização por parte do Estado, no setor de comunicações. Apesar das melhorias introduzidas, persistiam, entretanto, sérios problemas ao nível dos serviços de telecomunicações no país. Um exemplo era o elevado número de concessionárias de telefonia urbana e interurbana (mais ou menos 800) e o atraso tecnológico da maioria delas, que tinha como consequências mais graves o congestionamento das linhas.

Entre 1965 a 1968, a EMBRATEL cresce vertiginosamente, aumentando a rede sob seu controle de 1 para 10 milhões de telefones. Esse fato, associado ao perfil disperso e difuso do sistema de telefonia, leva o Ministério das Comunicações a optar pela criação de uma nova entidade destinada a planejar e coordenar as telecomunicações a nível nacional, e a obter os recursos financeiros necessários à implantação e expansão de sistemas e serviços e a controlar a aplicação de tais recursos mediante a sua participação acionária — às vezes majoritária — nas empresas encarregadas da prestação desses serviços⁸.

É com esse objetivo que em novembro de 1972, através da Lei nº 5792, é criada a TELEBRÁS, vinculada ao Ministério das Comunicações. A TELEBRÁS interveio de forma decidida nos serviços de telefonia. A política da nova empresa buscava, ao mesmo tempo planejar a expansão do setor e reduzir o número de concessionárias de 800 para 22 (uma companhia por Estado), objetivo atingido em 1973.

A criação da TELEBRÁS completa o ciclo de intervenção/centralização do setor de telecomunicações nas mãos do Estado. Ela se constitui num órgão de grande poder que planeja e executa a política nacional das teleco-

municações, possui o controle acionário das empresas de telefonia e que passou a ter, através do monopólio do poder de compra de equipamentos uma grande influência nos rumos da indústria de telecomunicações.

Do ponto de vista tecnológico, a TELEBRÁS colocava, como meta de longo prazo, desenvolver novas tecnologias para as telecomunicações: a busca da autonomia tecnológica era vista como condição indispensável para a formulação de uma política nacional para telecomunicações.

A TELEBRÁS: DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIA

A situação de P&D no início dos anos setenta

Em 1972, quando foi criada a TELEBRÁS, não havia a nível governamental nenhum planejamento de P&D na área de Telecomunicações e tampouco existia a nível governamental, nenhuma atividade organizada neste sentido. O financiamento de pesquisas apoiava-se nos fundos existentes (BNDE, FUNTEC, CNPq, recursos próprios) em que tivesse originado, na opinião da TELEBRÁS, uma atividade sistemática de P&D na área universitária.

A Universidade no início dos anos setenta, embora dispusesse de um certo potencial em recursos humanos, estava despreparada em termos de laboratório e recursos financeiros. Essa situação não favorecia a evolução autônoma na direção de uma atividade P&D que envolvesse uma escala industrial e comercial, pelo menos a curto prazo.

O setor industrial abrigava algumas empresas nacionais, de porte relativamente pequeno, que iniciavam a produção de equipamentos de comunicações públicas. O controle do mercado estava entretanto com as empresas multinacionais que produziam equipamentos e sistemas com tecnologia desenvolvida nas matrizes. Essa situação e a falta de uma política governamental que incentivasse a P&D autóctone levava à importação generalizada de tecnologia.

O diagnóstico da situação, segundo a TELEBRÁS, colocava a necessidade de uma estratégia de longo prazo, que pudesse alterar de modo substancial o quadro da época, no sentido de definir para o Brasil uma Política de P&D em Telecomunicações que pudesse, a longo prazo, alterar essa situação de completa dependência.

A Estratégia de P&D

A formulação dessa estratégia em busca de autonomia tecnológica baseada no diagnóstico sobre a situação do setor, fez com que a TELEBRÁS se voltasse para a Universidade. Essa atitude da TELEBRÁS era o reconhecimento de que o potencial de P&D Pesquisa e Desenvolvimento disponível estava na Universidade. Assim em 1973, ela resolveu iniciar um programa de P&D desenvolvido através de projetos realizados por grupos universitários.

Na perspectiva adotada pela TELEBRÁS, esse programa implicava em inserir os grupos universitários numa ori-

entação voltada para os seguintes objetivos de longo prazo:

- busca de autonomia tecnológica,
- formação de recursos humanos para Telecomunicações,
- fortalecimento do parque industrial nacional.

Com esses critérios, e a partir da assessoria de alguns grupos considerados de bom potencial, a empresa iniciou seu programa dotando-os de suporte financeiro, através da contratação de projetos específicos. Essa foi a primeira versão do que mais tarde viria a ser o modelo de P&D das Telecomunicações, onde se pretendia articular a Universidade, a TELEBRÁS e a Indústria. Caberia à Universidade a formação de recursos humanos, a pesquisa básica e geração da tecnologia de fabricação a nível de laboratório. Por sua vez, as indústrias nacionais teriam a incumbência da fabricação, tanto de sistemas como de componentes. E as empresas do sistema TELEBRÁS a implantação dos produtos, o desenvolvimento das rotinas de instalação e manutenção.

Nesse modelo, já estão presentes ainda que precariamente os principais agentes do sistema de P&D. Havia já da parte de elementos da Universidade e da TELEBRÁS a intenção de articular a P&D através de um Instituto de Pesquisa. Ao mesmo tempo, havia um esboço de definição de competências entre a Universidade (pesquisa básica e protótipo de laboratório), Instituto de Pesquisa (desenvolvimento e protótipo industrial) e a empresa (industrialização do protótipo de Laboratório).

A Política Industrial para as Telecomunicações

A intenção da TELEBRÁS de reverter a situação de total dependência tecnológica do setor, existente no início dos anos setenta, encontrava sérios obstáculos. Entre eles, é importante destacar a absoluta ausência de uma legislação adequada à implantação de uma política industrial, e o controle do mercado por empresas multinacionais.

Os avanços obtidos pela TELEBRÁS no que se refere ao Planejamento e Coordenação do Sistema Nacional de Telecomunicações, assim como a capacitação adquirida através dos programas de P&D desenvolvidos em conjunto com a Universidade, colocavam na ordem do dia a necessidade de um conjunto de medidas capazes de orientar e auxiliar as empresas nacionais e de dar suporte às atividades de P&D.

Até então, a TELEBRÁS dispunha de um elemento importante de influência sobre a indústria, o seu poder de compra. No entanto, este elemento ficava bastante enfraquecido pela falta de uma legislação capaz de compatibilizar os equipamentos produzidos com as metas a serem atingidas (padronização Tecnológica do Sistema Nacional de Telecomunicações, aumentar o poder regulatório da TELEBRÁS-ETC).

Foi nesse contexto que, em 1975, através da Portaria 661/75, o Ministério das Comunicações tratou de lançar as bases de uma Política Industrial para as Telecomunicações. Essa portaria, reafirmava o objetivo de incentivar as indústrias nacionais de produção de equipamentos e, criava o Centro de Pesquisas da TELEBRÁS (CPqD) para desenvolver tecnologia nacional.

O mesmo documento observava ainda a necessidade de assegurar o suprimento de materiais e equipamentos necessários à expansão dos serviços, buscando elevar o seu grau de nacionalização e definia as regras para a introdução de Centrais Controladas por Programa Armazenado CPAS⁹ espaciais (analógicas) e temporais (digitais). Através dessas regras, o Ministério das Comunicações reservou 50% do mercado para as CPAS temporais (que posteriormente seriam desenvolvidas no CPqD através do Projeto Trópico) para as indústrias genuinamente nacionais e os restantes 50% para as CPAS espaciais, que poderiam ser importadas.

Em agosto de 1976 o Ministério das Comunicações através da portaria nº 903/76 regulamentou a homologação e o registro dos equipamentos utilizados nos Serviços de Telecomunicações. Por esta portaria, caberia à TELEBRÁS observar se um determinado equipamento atendia às especificações técnicas do Sistema Nacional de Telecomunicações. Essa medida entregou à TELEBRÁS condições para avançar na padronização dos equipamentos utilizados no sistema, aumentando a sua influência sobre as empresas do setor (basicamente multinacionais), já que estas passaram a ter que seguir uma especificação única definida pela TELEBRÁS.

Nos anos seguintes, novas medidas são tomadas no sentido de desenvolver os instrumentos necessários à estratégia de busca de autonomia tecnológica.

A diretriz nº 039/77 procura aplicar a lei do similar nacional aos equipamentos de Telecomunicações. Essa diretriz, reflete já uma atitude de vigilância e restrição às importações que emerge num momento de crise e desaceleração do setor¹⁰. Ao mesmo tempo, a TELEBRÁS passa a dar uma atenção especial nas licitações, ao índice de nacionalização do produto, tanto no que se refere ao material utilizado, quanto aos componentes.

Já a portaria nº 622/78, definiu uma Política de aquisição de equipamentos e desenvolvimento tecnológico para o setor com os seguintes objetivos básicos:

- ampliar o grau de autonomia de natureza industrial e tecnológica;
- reduzir a dependência das importações;
- evitar o monopólio e a pulverização, através da “livre concorrência”.

O instrumento básico utilizado para atingir esses objetivos foi a chamada política de nacionalização do setor contida também nessa portaria. Ela obrigava que em todas as encomendas de equipamentos e materiais de telecomunicações fosse dada preferência às empresas que contassem com um controle acionário de pelo menos 51% do capital votante em mãos de brasileiros.

Além da política de nacionalização, a portaria 622/78, estabeleceu uma série de instrumentos visando reforçar a capacidade industrial e tecnológica interna — sistemas de regulação e normalização de equipamentos, certificado de qualidade, homologação, registro e catalogação de materiais, funções atribuídas à TELEBRÁS. Para reduzir as importações, se reafirmava a diretriz nº 039/77, quanto à aplicação da lei do similar nacional. Finalmente, para evitar práticas monopolistas e/ou a dispersão de esforços devido

ao número excessivo de empresas, sugeria a limitação do número de fornecedores.

Mesmo reconhecendo a importância dos avanços logrados pela legislação elaborada entre 1975 e 1978, a evolução posterior, ou seja a implementação efetiva da política industrial para o setor colocam algumas questões relativas à relação entre a política industrial e o esforço de P & D desenvolvido na Universidade e no CPqD ao longo do período.

Estas questões se referem por um lado aos efeitos da política de nacionalização e por outro a questão da transferência da tecnologia desenvolvida pela estrutura de P&D para a indústria, temas que discutiremos mais a seguir.

OS GRUPOS UNIVERSITÁRIOS: A EXPERIÊNCIA DA UNICAMP

Nossa hipótese inicial, era de que o êxito da implantação de uma estrutura de P&D no setor de telecomunicações esteve associado à convergência da atuação de dois agentes: a TELEBRÁS e a Universidade. Até aqui, procuramos demonstrar a existência, na atuação da TELEBRÁS de uma orientação visando obter a longo prazo a autonomia tecnológica do setor. Agora passaremos a apresentar a participação da Universidade na formulação e encaminhamento desse esforço. Essa participação pode ser avaliada tanto pela visão dos pesquisadores — que influenciou a escolha das linhas de pesquisa — como pelos resultados alcançados pelos programas.

O papel dos grupos universitários no período pioneiro das atividades de P&D na área é indiscutível (cf. quadro 1). Entre eles, optamos por analisar os grupos da UNICAMP já que nela nasceram duas linhas de pesquisa hoje em fase de industrialização: a fibra óptica e o MCP de 30 canais¹¹.

O Convênio TELEBRÁS/UNICAMP: A Opção Tecnológica¹²

O Convênio TELEBRÁS/UNICAMP foi iniciado em 1973, envolvendo o Laboratório de Pesquisas em Dispositivos — Projeto Laser, no Instituto de Física e o Grupo de Transmissão Digital-Projeto MCP (Modulação por Código de Pulso), na Faculdade de Engenharia. Em 1974, o Convênio se ampliou com a criação do LED (Laboratório de Eletrônica e Dispositivos), nesta época ainda ligado ao Projeto MCP. Dois anos mais tarde o LED torna-se uma estrutura independente e se forma paralelamente o Grupo de Materiais de Grau Eletrônico orientado para a purificação e obtenção do silício de grau eletrônico.

Um primeiro aspecto importante a destacar é que essas linhas de pesquisa foram formuladas, no mesmo momento em que os países avançados estavam iniciando suas pesquisas nessas áreas e antes da criação da TELEBRÁS. As atividades na área de dispositivos semicondutores foram iniciadas em 1971 e as do MCP em 1972. A aproximação entre os pesquisadores da UNICAMP e a TELEBRÁS se inicia em fins de 1972, logo após a criação da empresa e os primeiros financiamentos já foram concedidos em 1973.

O segundo aspecto relevante é a visão abrangente e

estratégia dos pesquisadores a respeito da opção tecnológica que deveria ser adotada para o setor de Telecomunicações. A existência dessa visão está associada à compreensão daquele momento como de transição tecnológica, ou seja uma descontinuidade, cuja principal característica é a transformação radical da base técnica, que torna obsoleta a tecnologia tradicional. O caso das comunicações ópticas é um exemplo desse fenômeno, pois implica numa revolução tanto em termos do produto e sua utilização como em termos das técnicas de fabricação. Este momento de descontinuidade tecnológica, articulado à rigidez na política de P&D das grandes empresas poderiam induzir a um realinhamento do mercado.

Este quadro de rápida mudança tecnológica gerava brechas tecnológicas, criando oportunidades para a entrada de novas empresas em países ainda que com menor tradição científica e tecnológica. As chances do Brasil estariam justamente na possibilidade de ocupar essa brecha.

Finalmente, os pesquisadores apontam para a necessidade de uma concepção integrada das tecnologias tanto ao nível do produto e sua utilização, quanto o domínio da sua fabricação.

Esse tipo de visão vai ao encontro da Estratégia do Estado para o setor, implementada através da TELEBRÁS que nesse momento tratava de definir uma política visando a autonomia tecnológica. O importante papel desempenhado pelos pesquisadores da Universidade na montagem da estrutura de P&D se deveu basicamente à sua visão abrangente sobre o significado do momento de transição e a sua capacitação científica que permitiu a formulação de linhas de pesquisas ao mesmo tempo em que elas são atacadas nos países centrais. Essas características somadas no momento seguinte à orientação da TELEBRÁS trouxeram resultados alentadores no campo das comunicações ópticas e transmissão digital.

O Laboratório de Pesquisas em Dispositivos — (LPD)

O Laboratório de Pesquisas em Dispositivos nasceu, em 1971, por iniciativa de um grupo de professores interessados no estudo de dispositivos semicondutores.

O primeiro dispositivo a ser pesquisado pelo LPD foi o “Laser semicondutores”. Devido a sua utilidade para as comunicações ópticas e sua enorme aplicação futura.

É oportuno lembrar que nesta época a tecnologia das comunicações ópticas estava nos seus estágios iniciais. Na verdade, ela só se tornou factível com a invenção do Laser em 1960, seguida em 1963 pela invenção do Laser semicondutor, e em 1965, pelo fotodiodo de avalanche. No início da década dos setenta surge a fibra óptica de baixa atenuação 20 db/km. A sua primeira versão industrial é a da empresa americana Corning, em 1970. Como vemos, se trata de uma tecnologia muito recente e ainda não completamente testada.

A partir de 1973, a TELEBRÁS passou a financiar as pesquisas realizadas pelo LPD, no desenvolvimento do Laser semicondutor, interessada em dispor, em meados dos 80,

QUADRO 1 – Convênios da TELEBRÁS com universidades e grupos de pesquisa 1973/1976.

ANO DE INÍCIO	GRUPO DE TRABALHO	ENTIDADE	PESQUISA
1973	– Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia – FDTE	USP	– Técnicas digitais-comutação eletrônica temporal e sobre telefonia Rural
	– Grupo do Departamento de Engenharia Elétrica	FEC/UNICAMP	– Técnicas digitais, Multiplex-Modulação por codificação de pulsos (MCP)
	– Grupo do Instituto de Física	UNICAMP	– Comunicação óptica: Lasers semicondutores
	– Centro de Estudos de Telecomunicações da Universidade Católica – CETUC	PUC/RJ	– Antenas e Radiopropagação
	– Grupo de Departamento de Engenharia Eletrônica	ITA/CTA	– Radiopropagação
1974	– Laboratório de Eletrônica e Dispositivos – LED	UNICAMP	– Microeletrônica
1975	– Projeto Fibras Ópticas junto ao Projeto Laser	IF/UNICAMP	– Projeto Fibra Ópticas
	– Laboratório de Microeletrônica – LME	USP	– Microeletrônica
1976	– Grupo da Faculdade de Engenharia. Referente à Materiais de Grau Eletrônico – MGE	UNICAMP	– Materiais de Grau Eletrônico
	– Grupo da Divisão de Engenharia Eletrônica	ITA/CTA	– Projeto transmissão de Dados

FONTE: Revista Telebrás Junho/1982.

da tecnologia de comunicações ópticas para utilização nos sistemas de entroncamentos urbanos e metropolitanos de centrais de comutação telefônica. A utilização das comunicações ópticas nesses sistemas oferece vantagens técnicas e econômicas importantes. De um lado, elas permitem um enlace da ordem de 10km, dispensando regeneradores intermediários, reduzindo de modo substancial problemas operacionais. De outro, permite, assim uma redução significativa dos custos de operação e de investimento nas redes de telefonia urbanas.

Em 1975, o LPD amplia seu Programa de Comunicações Ópticas com a criação do Projeto Fibra Óptica. Os objetivos do Projeto Fibra Óptica envolviam:

- desenvolver a ciência e tecnologia necessárias à produção de fibras ópticas a serem usadas em sistema de comunicação;

- treinar pessoal em nível técnico e científico;
- desenho e construção de equipamento básico para a produção e caracterização de fibras ópticas;
- pesquisa teórica e experimental de fibras para a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos.

Este projeto alcançou bons resultados; nas palavras do seu coordenador:

“No final de 1977, tínhamos alcançado a maior parte destes objetivos (. . .) começamos a transferir a parte do desenvolvimento do projeto para a TELEBRÁS. A maior parte do Laboratório de Fibras Ópticas foi transferida da Universidade e com eles uma parte do pessoal treinado e equipe de pesquisadores”¹⁴.

Ao longo do período 1973-1982, o LPD alcançou resultados significativos em seus projetos. Os quadros 2 e 3

ilustram os avanços do Projeto Laser e Projeto de Fibra Óptica.

QUADRO 2 – Projeto Laser

LASER	MATERIAL UTILIZADO	COMPRIMENTO DA FIBRA	ENLACE
1ª geração	arsenato de gálio	0,85m	6 a 10km
2ª geração	arsenato de gálio	1,3m	50km
3ª geração	antimoneto de gálio e arsenato de índio	1,5m	100km

FONTE: Dados compilados a partir da Revista Brasileira de Telecomunicações, TELEBRASIL e Revista da TELEBRÁS.

QUADRO 3 – Projeto Fibra Óptica

TIPO DE FIBRA	APLICAÇÕES
Fibra "índice de grau"	Telemetria
Fibra "índice gradual" Sílica-Silicone	Telecomunicações

FONTE: Dados compilados a partir da Revista Brasileira de Telecomunicações, TELEBRASIL e Revista da TELEBRÁS.

Os avanços obtidos no projeto que levaram até a fabricação de lasers de 3ª geração permitiu aumentar a distância entre repetidores, com as vantagens de operação, manutenção, custos e investimentos já citadas anteriormente. Os lasers de 1ª e 2ª geração, já estão sendo produzidos em escala industrial, enquanto o de 3ª está em fase de desenvolvimento.

De fato, o Projeto Fibra Óptica iniciado em 1975, apresentou o resultado tecnológico mais importante: a fabricação de fibra óptica. O quadro 3 apresenta o tipo de fibra, e suas aplicações.

Nesses projetos, do LPD tanto a pesquisa realizada na Universidade como o desenvolvimento das tecnologias no âmbito do CPqD foram bem sucedidos. Os problemas começaram a surgir no momento em que se tratou de passar à produção em escala industrial da fibra óptica.

Como já assinalamos anteriormente, um dos elementos importantes da estratégia de busca de autonomia tecnológica definida pela TELEBRÁS e o MINICOM era o apoio à indústria nacional. No entanto, esse ponto articulado com os objetivos também definidos de livre concorrência e a chamada política de nacionalização deu origem a uma série de ambigüidades que vão se refletir no histórico da industrialização da fibra óptica.

A fibra de índice gradual de sílica-silicone foi desenvolvida no LPD, com o apoio da TELEBRÁS, para ser utilizada na Hidroelétrica de Itaipu, na conversão de corrente alternada em corrente contínua, através de tiristores acionados por pulsos de luz transmitidos em fibra óptica.

Em 1979, a TELEBRÁS entrou em contato com a X-TAL para a produção em escala industrial da fibra óptica. A X-TAL era uma empresa nacional localizada no Rio de Janeiro, criada em 1975 para fabricar e comercializar cristal de quartzo. Seus principais acionistas eram: a FIBASE (ligada ao BNDES) e a IMBEL (ligada ao Ministério do Exército).

Em 1980, a X-TAL montou a sua unidade de produção aproveitando tecnologia de fibras ópticas transferida pelo CPqD. A promessa de uma encomenda de mil quilômetros de fibra óptica para a Itaipu-Binacional, animou a X-TAL a fazer um investimento de 1 milhão de dólares na montagem de uma fábrica com a capacidade de produção de 80 quilômetros/mês. As expectativas da X-TAL eram excelentes, já que a firma sueca contratada pela Itaipu-Binacional – ASEA, testara com sucesso o primeiro lote de fibras. Todavia, a mudança de comportamento da ASEA, alterando as especificações, e rejeitando o segundo e terceiro lotes das fibras deixou a X-TAL numa situação delicada.

Em 1982, dois grupos industriais se candidataram a produzir e a comercializar as fibras produzidas no CPqD. O primeiro era formado pela X-TAL, CONDUGEL e MARSICANO, interessado na fabricação de fibras para Telecomunicações e Telemetria. O outro grupo, OPTCABO, era formado pela BRACEL e INBRAC e pretendia produzir para as indústrias de Telecomunicações, Telemetria, Informática e Automóveis. Quando tudo parecia acertado para que os dois grupos comessem a fabricar as fibras, houve uma reviravolta. A OPTCABO decidiu se associar a uma multinacional, a PIRELLI, que contava com tecnologia da CORNING; empresa americana e maior produtora mundial de fibras ópticas. A OPTCABO justificou seu interesse na associação com a PIRELLI, alegando que esta detinha uma experiência valiosa que poderia permitir uma possível exportação da fibra. Ao mesmo tempo a associação não iria ferir o conceito de empresa nacional utilizado pelo MINICOM, já que a BRACEL e a INBRAC estariam detendo 55% do capital votante.

Essa atitude da OPTCABO gerou fortes reações por parte de setores da comunidade científica e do CPqD. É nesse contexto que surge a CODECOM, empresa criada por iniciativa de pesquisadores da área, associada à ELEBRÁ-ELETRÔNICA (Grupo Docas de Santos), a mais nova candidata à produção da fibra. Participavam ainda da concorrência aberta pela TELEBRÁS para Fabricação da Fibra Óptica os seguintes grupos – CATAGUASES LEOPOLDINA, ROBERTO UGOLINI PARTICIPAÇÃO, STANDARD-ELETRÔNICA e ABC-TELLETRA.

A proposta da CODECOM foi bem recebida e a expectativa geral era de que ela seria a escolhida. Afinal parecia existir uma razão mais do que suficiente para isto, ou seja, a preservação do controle sobre a tecnologia obtida pelo esforço do LPD e do CPqD nos últimos dez anos e a coerência com a estratégia definida pela TELEBRÁS.

No entanto, a TELEBRÁS escolheu a ABC-TELLETRA de Minas Gerais, empresa com participação de capital italiano, para a produção da fibra. Essa decisão causou estranheza. Como foi noticiado pela imprensa, uma das razões para a escolha do grupo ABC-TELLETRA foi o seu compromisso em adquirir X-TAL que passa por sérias dificuldades. A nova denominação da X-TAL passou a ser ABCXTAL com participação de 51% da ABC-TELLETRA, 46% do BNDES e 3% distribuídos pela IMBEL, Brigadeiro João Paulo Penido Burnier, e outros.

O Programa de Transmissão Digital da UNICAMP

O surgimento dos primeiros equipamentos comerciais utilizando Modulação por Código de Pulso (MCP) iniciou a fase das comunicações digitais nas telecomunicações. Esses equipamentos se tornaram possíveis tecnologicamente e atraentes do ponto de vista econômico no final da década de 50 com os circuitos digitais rápidos. Os avanços da comunicação digital foram devidos à introdução sistemática de dispositivos eletrônicos mais confiáveis e mais baratos. A versão comercial dos equipamentos MCP surgiu em 1967 na Europa, aproveitando a experiência de pesquisa de vários países. A principal vantagem do MCP está na sua maior compatibilidade com as redes de comunicação digitais de comutação, transmissão de dados, transmissão de sinais de voz e de vídeo.

As origens do programa de pesquisa MCP-30 canais na UNICAMP datam de 1970. Nessa época a área digital já aparecia como promissora. O projeto se inicia em 1972 com financiamento do BNDE.

Um ano mais tarde, a TELEBRÁS passou a apoiar esse programa no bojo do convênio TELEBRÁS/UNICAMP. O objetivo principal deste projeto era a construção de um protótipo de laboratório de um MCP-30 canais. Em 1976, o protótipo do MCP estava concluído. Nesta época foi iniciada a segunda fase cujo objetivo era especificar o equipamento.

A partir de 1977, o protótipo do MCP de 30 canais desenvolvido na UNICAMP pelo grupo de Transmissão digital foi transferido para o CPqD. As etapas de desenvolvimento do protótipo exploratório e industrial ficaram sob responsabilidade do CPqD, ELEBRA, AVEL e empresas operadoras do grupo TELEBRÁS (TELESP, TELERJ e CETEL). O Quadro 4, fornece informações sobre as entidades envolvidas e suas principais atividades.

QUADRO 4 – Atividades associadas à industrialização do Sistema MCP-30.

ENTIDADE	ATIVIDADES PRINCIPAIS
TELEBRÁS (CPqD)	Coordenação Geral do Projeto Estudo de linhas de montagem e <i>layout</i> industrial
UNICAMP	Equipamento Multiplex Equipamento de Linha Telesupervisão Assessoria Geral
ELEBRA	Equipamento de Sinalização Normalização Mecânica Componentes Equipamento de Serviço Participação nos grupos da UNICAMP
AVEL	Conversor de Terminal Primário Conversor de Telealimentação Conversor de Terminal de Linha

FONTE: Dados e idéias Jun/jul/78.

O MCP-30 canais é o primeiro equipamento de telecomunicações com grau razoável de complexidade, produ-

zido com tecnologia nacional. O êxito do MCP-30 canais permitiu a melhoria da capacitação industrial no setor eletrônico e das telecomunicações. Essa melhoria foi determinada pelo desenvolvimento de dispositivos adequados, elaboração de normas de processo e produtos, padronização e disciplina no uso de componentes e tecnologias, mediante a definição de uma linha preferencial de componentes, ao longo da fase de industrialização do MCP-30 canais.

A ELEBRA começou a produzir o MCP-30 em 1981 e o primeiro lote, de 20.000 unidades, já está em operação na TELESP.

Em 1982, a TELEBRÁS concedeu à ABC-TELLETRA a tutorização para a fabricação desse equipamento. Mais recentemente, para a surpresa das empresas já autorizadas e de pessoas ligadas ao setor, a TELEBRÁS decidiu autorizar a entrada no mercado de mais duas empresas – a MULTITEL (antiga GTE) e a NEC-BRASILINVEST, a primeira com participação minoritária de capital americano e a segunda de capital japonês.

Essa mudança na atitude da TELEBRÁS, ampliando o número de empresas fabricantes do MCP, não só coloca em risco a viabilidade do projeto, como inicia uma discussão acerca da coerência de sua estratégia, especialmente no que se refere à articulação entre os esforços na área de P&D e a sua política industrial questão que abordaremos na parte final deste trabalho.

Atualmente no programa de transmissão digital¹⁵ prosseguem os projetos do MCP-120 canais e MCP-480 canais que estão sendo desenvolvidos pelo Grupo de Transmissão Digital da UNICAMP e o CPqD. Em breve, o MCP-120 canais deverá entrar em fase de industrialização. As mesmas empresas que fabricam o MCP-30 canais deverão produzir as versões 120 e 480 do MCP.

Do ponto de vista do programa de P&D, as perspectivas de consolidação dessa tecnologia de transmissão digital no país parecem alentadoras. A tendência das telecomunicações para a digitalização exigirá novos equipamentos e sistemas de transmissão de informações de natureza distinta – voz, dados, vídeo, figuras de modo integrado. E o desenvolvimento dessa tecnologia realimenta a digitalização dos sistemas de telecomunicações pela constituição de redes de comunicação de vídeo, dados etc., cada vez mais complexas. Todavia, isto exigirá não apenas a continuidade desses esforços como também a avaliação da estratégia aplicada nesta década, tanto de seus resultados positivos como de suas ambigüidades.

O Laboratório de Eletrônica e Dispositivos (LED)

O Laboratório de Eletrônica e Dispositivos da Faculdade de Engenharia nasce em 1974 ainda dentro do Grupo de Transmissão Digital. Em 1976, o LED foi oficialmente criado, através do convênio entre a FEC e a TELEBRÁS.

O LED se concentrou na formação de pessoal capacitado para gerar tecnologia nas áreas de projetos de micro-

circuitos, construção de equipamentos para fabricação de componentes e instrumentos de medida.

Inicialmente, o LED desenvolveu um decodificador de 8 volts para o MCP-30 canais. Segundo pesquisadores da área, a criação do LED está ligada ao papel fundamental dos componentes eletrônicos na estratégia de busca de autonomia tecnológica na área de eletrônica. Para eles, é preciso ter uma visão integrada das atividades, de forma a evitar pontos de estrangulamento futuro no desenvolvimento dessa tecnologia no país.

A contribuição do LED na montagem do CPqD foi distinta da verificada no caso das Comunicações Ópticas e do MCP-30 canais (Transmissão Digital). Nela houve a montagem de um programa de P&D com a transferência de parte dos Laboratórios, resultados de pesquisa alcançados e de pesquisadores. O LED basicamente transferiu pesquisadores para o Programa de Componentes e Materiais criado em 1978, sendo sua contribuição principal a formação de recursos humanos.

O Laboratório de Materiais de Grau Eletrônico (MGE) – Programa de Pesquisa e Formação de Recursos Humanos na Tecnologia de Materiais – Grau Eletrônico

O projeto de materiais de grau eletrônico nasceu como “desdobramento” dos projetos de Transmissão Digital e do LED. Um estudo realizado sobre a situação de materiais e insumos de microeletrônica revelou a ausência de pesquisas na área. A este diagnóstico somou-se a consciência do papel estratégico dos materiais de grau eletrônico para a fabricação de componentes semicondutores.

Assim, em 1976 foi criado o Programa MGE junto ao setor de materiais e processos de fabricação do Departamento de Engenharia Mecânica. Esse grupo foi o primeiro no Brasil no setor de Materiais de Grau Eletrônico.

O MGE, visava a formação de recursos humanos em todos os níveis e a geração de conhecimentos técnicos e científicos úteis no desenvolvimento das tecnologias de obtenção de processamento dos insumos e materiais de alta pureza empregados na fabricação de componentes e dispositivos eletrônicos. Como ponto básico de suas atividades o programa MGE enfatiza a máxima, se não a total, utilização de recursos e matérias-primas nacionais para o desenvolvimento de equipamentos, processos, produtos e técnicas.

Embora procure abarcar academicamente a ampla gama desses insumos e materiais, o programa MGE prioriza em seus projetos de pesquisas aqueles processos/produtos básicos ou de maior demanda tecnológica no Brasil, tais como: conformação de fios metálicos capilares para microcontador, purificação por fusão zonal de metais e preparação de ligas especiais para microsoldagem, obtenção de silício monocristalino para semicondutores, solidificação direcional de silício policristalino para células solares, e formulação de polímeros especiais para encapsulamento.

A partir de 1977, este grupo deu início às suas atividades através de um projeto global de pesquisas contratado pela TELEBRÁS.

As atividades do MGE neste período estão concentradas em 3 áreas básicas:

- Fios capilares
- Metais puros
- Ligas especiais.

O Programa tem, nos últimos tempos, sofrido restrições orçamentárias por parte da TELEBRÁS, que alega os cortes sofridos pelo setor desde 1977 como o principal responsável por esta redução de recursos.

A Formação de Recursos Humanos do Convênio TELEBRÁS/UNICAMP

Certamente a importância da estratégia desenvolvida pela TELEBRÁS/Grupos Universitários têm na política de formação de recursos humanos um bom indicador. Mesmo reconhecendo o número pequeno de especialistas e pesquisadores nesta área, os avanços alcançados são animadores e indicam a criação e a fase de consolidação de uma capacitação científica e tecnológica capaz de absorver tecnologia importada, bem como desenvolver projetos de pesquisa relevantes.

Procurando dar uma dimensão quantitativa da importância da Política de Formação de Recursos Humanos, construímos o Quadro 5, mostrando a importância da Universidade e, sobretudo, da UNICAMP no esforço de criação de capacitação científica e tecnológica na área de semicondutores.

QUADRO 5 – Recursos Humanos no Brasil no Setor de Semicondutores.

	NÍVEL SUPERIOR	DOCTORES
Indústrias	85	
LME/USP	50	7
LSI/USP	14	2
LED/UNICAMP	30	4
MGE/UNICAMP	15	6
LPD/UNICAMP	38	15
IME	8	2
UFRJ	5	3
CPqD/TELEBRÁS	18	5

FONTE: SEI (Jornal Data News – Set/81).

O quadro mostra que 61% dos pesquisadores na área estão na Universidade, e se considerarmos apenas aqueles que são doutores a percentagem eleva-se a 80%. No total do pessoal alocado nas Universidades, o peso da UNICAMP é bastante expressivo. Se não vejamos: a UNICAMP tem 32% do pessoal de nível superior e um pouco mais do que 50% do total de pessoas na Universidade; agora se apenas contarmos aqueles que são doutores, a UNICAMP contribui com 57%.

Acreditamos que os dados do quadro 5 sugerem a importância da Universidade na formação de recursos humanos para o setor e, especialmente dos laboratórios do convênio TELEBRÁS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou descrever a experiência de im-

plantação da estrutura de P&D nas Telecomunicações, apoiado na relação TELEBRÁS-Universidade, especificamente, a UNICAMP. Por um lado, procuramos apresentar a rápida evolução das Telecomunicações no país, indicando os principais passos que conduziram à atual estrutura institucional. Ao mesmo tempo, apresentamos a estratégia da TELEBRÁS, explicitada em vários documentos, na qual o objetivo básico é a busca de autonomia tecnológica.

Por outro lado, descrevemos os vários projetos desenvolvidos na UNICAMP, onde destacamos a visão dos pesquisadores envolvidos acerca da problemática tecnológica do setor e sua contribuição em duas áreas chave: comunicações ópticas e transmissão digital.

Na análise dessas experiências, verificamos que tanto a pesquisa realizada na Universidade como o desenvolvimento das tecnologias no âmbito do CPqD foram bem sucedidos e que os problemas começaram a surgir no momento em que se tratou de passar a sua utilização em escala industrial. Esses problemas não são redutíveis a sua dimensão técnica, mas basicamente se referem a todo um conjunto de interesses e visões diferenciadas existentes no setor e que se explicitam a nível da Política Industrial.

Fugiria do âmbito deste trabalho, uma análise exaustiva dessa problemática. No entanto, gostaríamos de chamar a atenção para algumas dessas questões, já que o êxito da continuidade das atividades de P&D e da aplicação de seus resultados está intimamente relacionado com o desenvolvimento da Política Industrial.

Já mencionamos anteriormente algumas ambigüidades na política seguida pelo MINICOM que deram origem a uma série de controvérsias no setor. Essas ambigüidades se referem basicamente a questão da relação entre a busca de autonomia tecnológica e o apoio a indústria nacional e se explicitam na discussão sobre as nacionalizações das empresas do setor.

A questão principal posta pela política de nacionalização é o seu significado dentro do modelo de autonomia tecnológica defendido pela TELEBRÁS. Segundo alguns setores ligados ao MINICOM e à TELEBRÁS, seu resultado foi a nacionalização da tecnologia, que teve um impacto positivo sobre a estrutura de P&D. Já os críticos dessa política sugerem que a nacionalização, na forma em que se efetivou, foi um expediente meramente formal utilizado pelas empresas multinacionais para garantirem esse mercado promissor. Esses críticos lançam sérias dúvidas acerca da real utilização da tecnologia transferida pelo CPqD já que as empresas nacionalizadas dispõem de tecnologias similares desenvolvidas em suas matrizes. Essa discussão se reflete nos episódios envolvendo a concessão de fabricação do MCP-30 e das fibras ópticas.

No caso do MCP e ampliação do número de fabricantes de dois (ELEBRA e ABC-TELLETRA) para quatro (inclusão de NEC e MULTITEL), é contraditório com um dos objetivos definidos pela Portaria 661/75 — de evitar a pulverização do mercado. O risco da pulverização é inclusive apontado pela ELEBRA e a ABC-TELLETRA que receiam que o mercado não comporte quatro fabricantes. Setores

vinculados à indústria nacional vêem a ampliação do número de empresas como uma dificuldade para a sua própria sobrevivência, que colocaria em risco a tecnologia nacional. Já os pesquisadores da área de telecomunicações levantam a questão da falta de garantias de efetiva utilização das tecnologias desenvolvidas pelo CPqD nas gerações futuras de produtos. Sua crítica se refere ao contrato firmado entre a TELEBRÁS e os fabricantes de MCP-30 que, se bem obriga as empresas nacionalizadas a comunicarem os aperfeiçoamentos efetivados na tecnologia do produto, não se refere a tecnologia de fabricação. A ausência de uma regulamentação relativa à tecnologia de produto e de fabricação a dependência entre elas tornará muito difícil o seu efetivo controle por parte da TELEBRÁS, colocando em risco a consolidação das tecnologias transferidas.

No caso das fibras ópticas o MINICOM adotou uma postura distinta, selecionando apenas uma empresa com garantia de reserva de mercado por cinco anos. Com essa medida, se evita o risco de pulverização do mercado. O incidente com a OPTCABO, revelou uma atitude enérgica da TELEBRÁS, impedindo a entrada de uma empresa multinacional, a PIRELLI, alegando a necessidade de preservar a tecnologia nacional das fibras. Neste caso o que causou surpresa foi a escolha da ABC-TELLETRA, empresa com participação minoritária da FIAT em detrimento da CODECOM-ELEBRA, empresa 100% nacional e com participação de pesquisadores que estiveram envolvidos diretamente na criação dessa tecnologia. Ainda que a ABC-TELLETRA tenha se comprometido a não utilizar a tecnologia desenvolvida pela FIAT, em contraste com a PIRELLI que explicitou suas intenções de utilizar a tecnologia da CORNING, a atitude da TELEBRÁS dá margem a dúvidas e temores sobre o futuro dessa importante tecnologia.

Este quadro mostra uma incongruência entre a Política de P&D da TELEBRÁS e a sua Política Industrial; que se expressa tanto na forma em que se efetivaram as nacionalizações como na sua política de mercado. Esta relação problemática sugere também que, houve uma diminuição na capacidade de influência de setores da comunidade científica responsáveis em grande parte pela formulação e implementação da Política de P&D¹⁶.

Além disso, a profunda crise enfrentada pelo país e a política recessiva implementada pelo governo agravam a situação. Os cortes sofridos nos investimentos do setor de telecomunicações conduziram as empresas¹⁷, principalmente as de menor porte, a uma situação crítica. A capacidade ociosa das indústrias do setor é hoje da ordem de 40%. Ademais, essa situação favorece o recrudescimento das pressões externas sobre alguns setores chave da economia (entre as quais as Telecomunicações), como presenciávamos recentemente na polémica sobre a reserva de mercado no setor de Informática¹⁸.

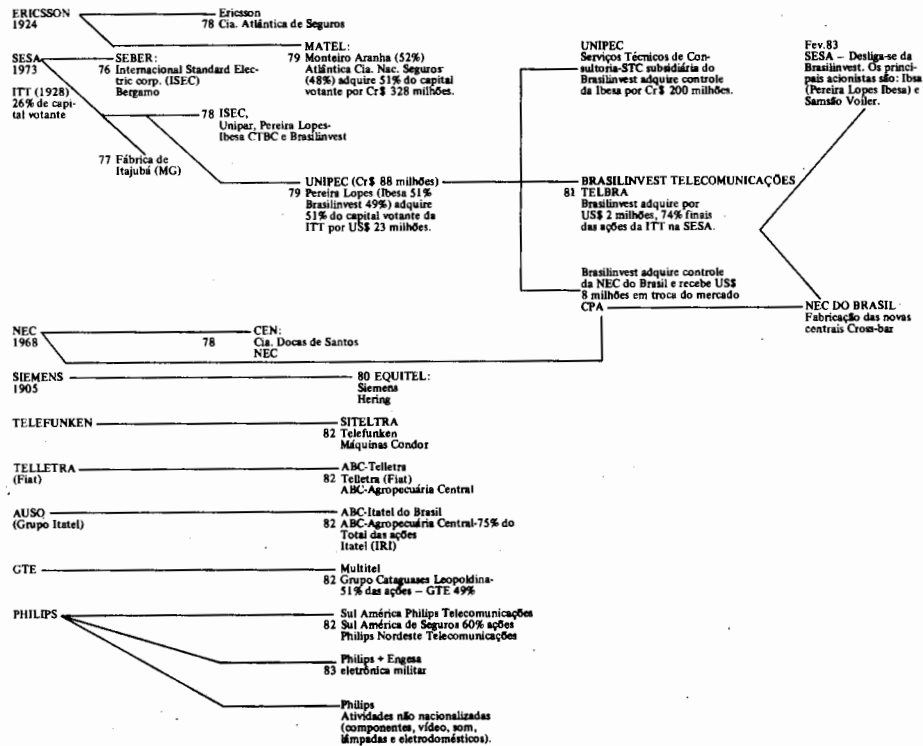
Os grandes desafios nas telecomunicações para os anos oitenta, talvez residam no desenvolvimento da comunicação eletrônica e do satélite doméstico. Ambos são decisivos na criação de futuras redes integradas de comunicação. Nesse contexto, a questão dos componentes eletrônicos e conseqüentemente dos materiais de grau eletrônico, cres-

cerá ainda mais em importância. A tendência de digitalização das telecomunicações e a sua convergência com a informática — a Telemática — coloca a necessidade de um conjunto de ações coordenadas entre a Política das Tele-

comunicações e a da Informática. Certamente, a definição de diretrizes comuns na área de P&D e industrial nas duas áreas serão indispensáveis para enfrentar os desafios desta década.

NOTAS

- 1 EMBRATEL — Empresa Brasileira de Telecomunicações — criada em setembro de 1965.
- 2 Estes fatores se referem à importância e à inserção do setor de telecomunicações no modelo político e econômico do país no período e a sua discussão foge à dimensão deste artigo.
- 3 Os principais organismos são:
EMBRATEL — Empresa Brasileira de Telecomunicações (1965)
Ministério das Comunicações (1967)
TELEBRÁS — Telecomunicações Brasileiras S.A. (1972)
- 4 Convém ressaltar que não ignoramos o peso de outros fatores como a importância do setor de telecomunicações dentro da Doutrina de Segurança Nacional, ou as enormes pressões de interesses multinacionais sobre os responsáveis pela orientação da Telebrás, como é perceptível no caso das CPAS.
- 5 CONTEL — Conselho Nacional de Telecomunicações. Foi criado em 1962, pela Lei nº 4117, como órgão subordinado diretamente à Presidência da República. Ele tinha a incumbência de orientar a Política Nacional e fixar diretrizes nacionais. Em 1968, com a reorganização do Ministério, o CONTEL foi absorvido perdendo suas funções administrativas.
FNT — Fundo Nacional de Telecomunicações, sobre os serviços prestados aos usuários, destinado a financiar a manutenção e expansão das Telecomunicações.
- 6 GOULART, João. Mensagens Presidenciais, 1947/1964 in documentos parlamentares nº 127, p. 416.
- 7 Pelo Decreto nº 200 que reorganizou a Estrutura Administrativa Federal.
- 8 HIGINO CORSETTI. O ESP, 27.10.71.
- 9 CPAS (Centrais Controladas por Programa Armazenado) são redes de comutação controladas por computadores especializados, chamados processadores.
- 10 Revista do Clube de Engenharia, RJ, 1982.
- 11 Podemos definir a Fibra Óptica, como sendo um guia de luz constituído por um núcleo de Sílica, também chamado vitor, com revestimento de Sílica ou Silicóne (plástico). O MCP (Modulação por Código de Pulsos) são sistemas de multiplexação temporais.
- 12 Este item foi redigido a partir de entrevistas realizadas em julho de 1981, com os Coordenadores dos Projetos de Convênio-TELEBRÁS. Os pesquisadores entrevistados foram: o Prof. José Ellis Ripper Filho (LPD), Prof. Rege Scarabucci e Prof. Hélio Waldmann (Transmissão Digital), Prof. Carlos I, Mammanna (LED) e Maurício Prates (MCE).
- 13 SRIVASTAVA, Ramakant. Fibras Ópticas no Brasil, p. 43.
- 14 SRIVASTAVA, Ramakant. Fibras Ópticas no Brasil, p. 43.
- 15 O Programa de Transmissão Digital está representado de modo esquemático — na figura a seguir:



FONTE: Esse quadro é uma reelaboração daquele apresentado na Telebrasil, nov/dez/81, p. 26.

- 16 Sobre o papel dos grupos universitários na formulação da política de P&D consultar TAPIA, J.R.B. e DAGNINO, R.P. e outros, o Financiamento de Pesquisa Científica e Tecnológica na Universidade Brasileira: o caso da UNICAMP, UNICAMP/NPCT-1982.
- 17 As empresas produtoras de equipamentos para comunicações são:

EMPRESAS	MAIOR ACIONISTA
Ericsson do Brasil	Matel S/A Parts. e Adm.
NEC do Brasil	Brasilinvest Telecomunicações
Standard Elétrica	Brasilinvest Inform. Telecoms.*
Constanta**	Philips**
GTE do Brasil	GTE Hernational***
Equitel	Cia. Hering
ABC Telletra	Grupo ABC
Elebra	Cia. Docas de Santos
E.E.	Eberle S/A
Delta	Felicissimo Oliveira Jr.
Unitel	Itelco S/A
Daruma	Grabel
Fone-Mat.	Paulo Rozsa
Ebracom	Jacques Glaz
Coencisa	Coencisa Constr. Civis Ltda.
Amelco	****
Control	NSB Part. e Publ. Cid. S/A Jr.
Intelco	Brasphilcan Ind. Com. Ltda.
Auso	ABC-Telletra
Autel	Alin Adm. e Parts. Ltda.

FONTE: Balanço Anual 1982 - Gazeta Mercantil

- * fev. 83 Ibsa.
- ** Nova Pessoa Jurídica - Sul América Philipps Telecomunicações. Acionista Majoritário - Sul América de Seguros.
- *** fev. 82 - Grupo Cataguases Leopoldina.
- **** Não consta o nome do acionista majoritário.

- 18 PACHECO, Carlos Américo, Informática e Reserva, UNICAMP/NPCT, 1983.