

# A pesquisa em telecomunicações e a física do estado sólido: o papel do CPqD<sup>1</sup>

## *Telecommunications research and solid state physics: the role of the CPqD*

**ANA PAULA BISPO DA SILVA**

Universidade Estadual da Paraíba | UEPB

**DANILO DE LIMA PEREIRA**

Universidade Estadual da Paraíba | UEPB

**ÉWERTON JÉFERSON BARBOSA FERREIRA**

Universidade Estadual da Paraíba | UEPB

**RESUMO** No Brasil, embora congregue grande parte da comunidade de físicos, a história da Física do Estado Sólido (FES) ainda é incipiente quando comparada às outras áreas, como a Física de Partículas. Neste projeto investigamos a constituição da área no país, tendo como pano de fundo a constituição dos grupos de pesquisa e, principalmente, dos institutos ou fundações de pesquisa em materiais que permitiram sua consolidação. Como objeto de estudo principal, tratamos da formação e consolidação do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CPqD) vinculado inicialmente Empresa Brasileira de Telecomunicações (EMBRATEL), responsável pela pesquisa e desenvolvimento de materiais aplicados às telecomunicações.

**Palavras-chave** história da tecnologia – física do estado sólido – CPqD.

**ABSTRACT** *In Brazil, State Solid Physics (SSP) includes most part of physicists. However, its history is incipient when compared to other branches, as Physics of Particles. In this work we investigate how this research area was established, based on the research groups and the creation of research centers or institutes which allow its consolidation. As main research object, we investigate the creation and establishment of the Centre of Research and Development (CPqD). The CPqD was responsible for the research and development of devices to telecommunications to be used in the State Company of Telecommunications (EMBRATEL).*

**Keywords** *history of technology – solid-state physics – CPqD.*

## Introdução

A corrente historiografia da física moderna está, de modo geral, limitada pelos acontecimentos ocorridos após 1920, quando a velha mecânica quântica está em sua fase final trazendo elementos para a física nuclear; e a teoria

da relatividade geral de Einstein traz novas perspectivas para a astrofísica e a física de partículas. Parte desta historiografia, feita por historiadores da ciência também do século XX, reforça as relações sociais que envolvem a ciência e destacam, influenciadas pela obra de Kuhn de 1962, questões éticas, ligadas aos acontecimentos posteriores, como a Segunda Guerra Mundial<sup>2</sup>.

No entanto, as mesmas hipóteses seguidas nessa historiografia parecem não se adequar às disciplinas específicas, e que também foram fundamentais para o atual estado do conhecimento em física. É o caso da Física do Estado Sólido (FES) – também denominada Física da Matéria Condensada<sup>3</sup> (FMC) – e outros subcampos em que a física foi se dividindo após a década de 1950<sup>4</sup>.

Talvez um dos maiores entraves ao se abordar historicamente ramos ou estudos de caso relativamente recentes – menos de um século – seja o fato de que ainda não temos noção da extensão das pesquisas realizadas. Imersos no mesmo contexto em que a nova área emerge, torna-se impossível para os historiadores uma análise que contemple diferentes perspectivas ou mesmo um olhar imparcial sobre algo em que não há limites ou definições. Este é o caso da Física do Estado Sólido e o que justifica a adoção, neste trabalho, de uma perspectiva centrada nos Estados Unidos da América.

Além da acessibilidade às fontes e ao idioma, esta escolha deve-se também pelo recorte feito na história da física no Brasil. Adota-se o início da física no Brasil, como campo sistemático de pesquisa, a partir da vinda dos estrangeiros Bernhard Gross (1905-2002) e Gleb Wataghin (1899-1986), o que ocorreu a partir de 1930<sup>5</sup>. Esta data coincide também com o reconhecimento da área pelo American Institute of Physics (AIP) e o fortalecimento de laboratórios de pesquisa, como os Laboratórios Bell (Bell Labs), onde parte dos físicos brasileiros que partiram para a pesquisa em telecomunicações fizeram seus estudos de aprofundamento. Considerando ainda o contexto social da época, em que havia a predominância e controle do EUA sobre o Brasil, assume-se que grande parte da pesquisa realizada aqui deveria atender aos interesses americanos, principalmente aquela relacionada a materiais, que era estratégica para o desenvolvimento econômico.

212

A FES sempre esteve mais próxima da tecnologia e da indústria do que da pesquisa acadêmica, o que a relacionou diretamente à criação de centros de pesquisa em dispositivos. Nos Estados Unidos da América (EUA)<sup>6</sup>, grande parte dos físicos que iniciaram seus estudos e pesquisas na área de ciência dos materiais – antes da institucionalização da FES – transitaram na indústria e em laboratórios de pesquisa associados à produção de novas tecnologias, como os Laboratórios Bell<sup>7</sup>. O perfil marcadamente “aplicado” dos físicos envolvidos com a pesquisa de dispositivos nos EUA acabou por gerar problemas na institucionalização perante o AIP, que só a incluíram como área independente na década de 1950. A consolidação da área nos EUA está associada principalmente às demandas geradas no pré e pós Segunda Guerra Mundial, de um lado pelas dificuldades locais, como a depressão econômica da década de 1930<sup>8</sup>; do outro, pela pesquisa na produção de dispositivos voltados às telecomunicações que foram fundamentais no andamento da guerra<sup>9</sup>.

Do ponto de vista historiográfico, no Brasil a história da Física do Estado Sólido apresenta poucos representantes e oscila entre uma perspectiva descritiva<sup>10</sup>, com destaque para alguns poucos nomes que atuaram na formação da área<sup>11</sup>. Em alguns casos, a história da Física do Estado Sólido aparece em trabalhos mais dedicados aos estudos da própria física do que de sua história, trazendo, por vezes, uma visão de história acentuadamente valorativa e neutra<sup>12</sup>.

A constituição da área no Brasil tomou rumos diferentes dos EUA. Segundo Silva Filho e Ribeiro Filho (2012), as primeiras pesquisas em FES no Brasil iniciaram-se em 1933, com a vinda de Bernhard Gross para cá, fugindo da recessão em que se encontrava a Alemanha, e sua posterior vinculação ao Instituto Nacional de Tecnologia (INT) para uma pesquisa “encomendada” pela Light. Posteriormente, após 1940, juntou-se a ele Costa Ribeiro. Outros grupos foram constituídos por alunos de Gross, como o grupo de pesquisa em materiais da Universidade Federal de São Carlos<sup>13</sup>.

Assim como em outras áreas da física, a constituição da FES no Brasil partiu da chegada de estrangeiros, que foram aos poucos estabelecendo grupos de pesquisa em diferentes lugares. A princípio o Rio de Janeiro concentrou

a pesquisa, com o INT e a pessoa de Gross, que depois foi, junto com Costa Ribeiro, para a Universidade do Distrito Federal (UDF). A criação da Universidade de São Paulo (USP) agregou pessoas a Gleb Wataghin, físico ítalo-russo, voltado para as pesquisas em raios cósmicos<sup>14</sup>.

Se por um lado o período pré- e pós-guerra nos EUA serviu como palco para o crescimento da FES em grupos constituídos de maneira isolada, com investimento privado; no Brasil a trajetória desta área de pesquisa foi marcadamente vinculada aos Governos e suas políticas científicas, como é o caso de outras ciências e áreas<sup>15</sup>. Dentre as políticas científicas que se destacam durante o regime militar no Brasil, as telecomunicações receberam grandes investimentos. Grande parte desse investimento foi direcionado para a criação de um centro de pesquisa e desenvolvimento de dispositivos que poderiam tornar o país autônomo na transmissão de dados. Foi nesse contexto que o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Landel de Moura (CPqD) foi criado em Campinas/SP em 1976.

Durante o período ente 1976 e 1998, o CPqD atendia às políticas governamentais e buscava suprir as novas demandas relacionadas às tecnologias necessárias às telecomunicações. Muitas destas tecnologias envolviam a pesquisa básica na área de materiais, o que implicava em convênios e parcerias com as universidades e, conseqüentemente, no fomento aso grupos de pesquisa em FES.

Assim este trabalho apresenta algumas as relações existentes entre o CPqD e a pesquisa básica em FES, e como estas relações podem ter, ou não, estimulado e incentivado a criação de novos grupos ou linhas de pesquisa voltados às telecomunicações.

## Reconhecimento da pesquisa em Física do Estado Sólido

Por ser interdisciplinar, a física do estado sólido combinou diferentes áreas da física no seu início, como físico-química, criogenia, teoria da elasticidade, cristalografia, eletrodinâmica, etc. baseando-se nas teorias da termodinâmica, mecânica e eletromagnetismo clássicos. A difração de raios x em cristais, juntamente com a hipótese do quantum para a determinação do calor específico dos sólidos trouxeram novas perspectivas para o estudo dos sólidos e das suas propriedades, principalmente as eletrônicas. Porém, antes da Segunda Grande Guerra, havia sérias dúvidas quanto à aplicação da teoria aos sólidos reais, principalmente nas interações elétron-elétron e elétron-íon. No entanto, o estudo dos cristais (crescimento e propriedades), ligado aos avanços da tecnologia de raios X (que permitia determinar o tamanho e a constituição das camadas) trouxeram novo fôlego ao campo<sup>16</sup>.

213

*O crescimento do número de artigos sobre conceitos teóricos novos referentes a sólidos, no final da década de 1920 e início de 1930, não foi limitado à teoria de metais, mas abrangeu muitos outros aspectos, tais como magnetismo e supercondutividade, condução térmica em sólidos não metálicos e a teoria de bandas, bem como a teoria de estruturas (por exemplo, defeitos pontuais)<sup>17</sup>.*

Do ponto de vista estratégico, a união destas diferentes *expertises* levaram à constituição de dispositivos avançados para a área de telecomunicações e aplicações industriais. Os grupos constituídos a partir da vinda de Gross espalharam-se por várias regiões do país após a década de 1950, fundamentalmente ligados às universidades. Videira e Vieira (2010) também destacam que a partir da década de 1960, a Física Nuclear começou a decair, e a FES começou a tomar espaço, estabelecendo grupos de pesquisa fortes tanto no interior do país quanto nas capitais, seguindo uma tendência internacional.

*Durante a década de 1950 e 1960, a física do estado sólido se tornou, possivelmente, a maior disciplina da física e permaneceu assim desde então, transformando profundamente a tecnologia e exercendo um impacto de longo alcance na sociedade moderna<sup>18</sup>.*

Mas a pesquisa em Física de um modo geral, só veio a ser institucionalmente considerada alguns anos depois, com a criação da Sociedade Brasileira de Física (SBF), em 1966, em pleno governo militar (1964-1984). A comunidade de físicos do Estado Sólido ou Matéria Condensada veio a se reunir pela primeira vez em 1978, 12 anos depois da criação da SBF, já com uma agenda de pesquisa bem definida.

Os físicos que iniciaram o processo de institucionalização da física estavam diretamente relacionados à conjuntura política do pós Segunda Guerra por duas vias distintas. Por um lado, respondiam a uma demanda patriótica criada durante sua formação no período do Estado Novo. Foi durante o período getulista, de crescente industrialização, que os físicos que passaram a atuar nas Universidades durante a institucionalização da física tiveram sua formação. Por outro lado, no momento de sua atuação, os mesmos físicos encontravam-se em outro contexto político. O governo militar, que pela Aeronáutica havia participado da criação da Universidade de São Paulo (USP) e do CNPq, não estimulava mais a pesquisa aplicada. Assim, os físicos precisavam exercer seu patriotismo dentro das Universidades e não conseguiam reproduzir no país o ideal norte-americano de pesquisa que conheceram<sup>19</sup>.

Assim, a pesquisa aplicada em física não contou com o apoio e o investimento da indústria. Ficou a cargo da Universidade a pesquisa básica, gerando modelos para a pesquisa aplicada; enquanto que à indústria cabia a utilização da tecnologia desenvolvida fora do país. A dependência da tecnologia estrangeira se deu principalmente nas áreas em que poderia haver a perda da supremacia norte-americana, como no caso da pesquisa em ciência dos materiais.

## Estratégias tecnocientíficas

É também nesse período, entre a criação da SBF e o primeiro encontro de físicos da matéria condensada, que é criado o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CPqD) em Campinas/SP. Inicialmente estatal, associado à empresa de telefonia estatal Telebrás, o CPqD foi criado em 1976 para pesquisa de dispositivos ligados à comunicação. Junto à Unicamp, da qual localiza-se próximo, o CPqD desenvolvia dispositivos e materiais ópticos, financiando projetos e oferecendo laboratórios e equipamentos próprios<sup>20</sup>.

O período em que a FES se estabelece no Brasil, via SBF, bem como a institucionalização da pesquisa através da criação de centros de pesquisa estratégicos – a Telebrás, mantenedora do CPqD, detinha o monopólio dos serviços públicos de comunicação no Brasil – mostra-se rico quanto aos interesses governamentais pela pesquisa realizada em FES. No entanto, a literatura encontrada discute as telecomunicações no país apenas do ponto de vista administrativo e sociológico<sup>21</sup>, sem relacionar o papel deste centro em termos de conhecimento científico produzido. Sendo assim, somos levados a questionar: Quais as principais áreas de pesquisa dos grupos estabelecidos durante o período entre 1976 e 1998 e sua contribuição para o CPqD? Qual o papel do CPqD na política científica governamental durante o período de sua existência como instituição pública (22 anos) e seu impacto na constituição e produção dos grupos de pesquisa em FES no país?

## O modelo americano de universidade e o CPqD

Durante a presença dos militares no Governo Federal, duas frentes antagônicas foram estabelecidas quanto ao papel da política científica. Se por um lado havia fortes relações diplomáticas entre Brasil e EUA que levavam o país a uma posição de fornecedor de matéria prima e mercado de produtos americanos<sup>22</sup>, por outro, havia a ideia de Brasil potência. Com o ideal de potência, outro grupo de militares entendia que só poderia haver soberania nacional se houve autonomia tecnológica. Neste sentido, havia incentivo para a criação de tecnologias nacionais e a ruptura da dependência tecnológica dos EUA<sup>23</sup>.

Baseados neste ideal, pesquisadores estrangeiros foram convidados a construir um polo tecnológico que pudesse estabelecer pesquisa e tecnologia nacionais. O principal representante deste ideal é a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), criada a partir dos convites feitos por Zeferino Vaz. Incentivado pelo Governo Militar, Vaz buscou construir a UNICAMP seguindo os moldes da Universidade da Califórnia (Caltech), que tem ao seu redor o vale do silício. Ciente da importância das pesquisas em Física dos Materiais (o ponto de partida da FES), em 1970 Vaz convidou pesquisadores brasileiros que estavam fora do país para criarem uma universidade voltada para o desenvolvimento tecnológico. Neste convite, voltaram para o Brasil: Rogério Cesar Cerqueira Leite, Sérgio Porto e José Ellis Ripper. Com origem no Instituto de Tecnologia da Aeronáutica (ITA) e com pesquisas na área de semicondutores no Bell Labs, os três fundaram, juntamente com o apoio de Zeferino Vaz, o Instituto de Física da UNICAMP, que passava a ser um dos fornecedores de pesquisa do polo tecnológico em criação<sup>24</sup>.

As intenções de Vaz eram claras e ele contava com o apoio do Governo para fornecer incentivos aos convidados, assegurando-se do estabelecimento dos jovens doutores na nova universidade. Conforme depoimento de José Ripper,

*Em várias universidades americanas se criou em torno delas o polo tecnológico. Você vê o MIT, existe todo um polo tecnológico nos arredores de Washington com origem no MIT e na Califórnia em torno de Stanford, em Palo Alto.*

*Em 1970, a Unicamp me convidou para vir dar seminários. O Rogério Cerqueira Leite já tinha vindo; o convite para os seminários era também para o Zeferino ter a chance de me cantar, para eu ficar na Unicamp[...] O Zeferino começava a conversar e eu começava a ver um polo industrial centrado na Unicamp; o modelo de Stanford<sup>25</sup>.*

Em 1970 o Instituto de Física da UNICAMP é formado tomando como principal linha de pesquisa a FES, representada pela produção de cristais e derivados; pesquisa avançada; e produção de dispositivos como lasers, transistores e diodos. Em 1973 é assinado o convênio entre o Instituto de Física da UNICAMP e a Telebrás. No convênio, a pesquisa realizada na UNICAMP, responsável pelos recursos humanos, tornava-se tecnologia na Telebrás. Em 1976, o convênio acaba e é criado o CPqD.

Ainda visando a soberania nacional, havia consenso entre governo militar e pesquisadores de que as telecomunicações eram de vital importância. Com a vinda de pesquisadores da área de semicondutores, a constituição do Instituto de Física da UNICAMP e a criação do polo tecnológico em Campinas, foi fundado o CPqD, que tinha como principal missão a criação de tecnologia nacional para telecomunicações. Assim, foram feitos convênio entre a Telebrás, o CPqD e as Universidades para que centrais telefônicas e outros dispositivos fossem criados para incrementar a indústria nacional<sup>26</sup>.

## O CPqD e a FES

O Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD), criado em 31 de agosto de 1976, tinha como objetivos: 1) Desenvolver produtos para o mercado de equipamentos de telecomunicações; 2) Criar capacitação própria para o desenvolvimento tecnológicos dos equipamentos; 3) Manter vínculo com sistema Telebrás para testes; 4) Fomentar a criação e consolidação de centros de P&D na indústria brasileira; 5) Atender demandas da indústria nacional; 6) Utilizar as universidades, através de contatos de pesquisa aplicada, para o teste da viabilidade de tecnologias de ponta e como fonte de recursos humanos; dentre outros.

A parte que envolvia a pesquisa, básica ou aplicada, ficava a cargo das universidades, outros centros de pesquisa nacionais e do próprio CPqD. Enquanto que o desenvolvimento de protótipos, produtos e a adaptação para produção em larga escala era de responsabilidade do CPqD, outros centros e a indústria<sup>27</sup>. Além do próprio Instituto de Física,

responsável pelo início do convênio com a Telebrás, e a Faculdade de engenharia Elétrica da UNICAMP, o CPqD contava com convênios com outras Universidades, principalmente com laboratórios de pesquisa em eletrônica e materiais (semicondutores), como o Laboratório de microeletrônica e o laboratório de eletrônica e dispositivos da Universidade de São Paulo. Junto às indústrias, restringia-se às estatais que como a X-Tal e a Elebra que possuíam reserva de mercado. A interação com a indústria era intensa e fomentava o avanço das telecomunicações no país, já grandemente atrasada em relação ao resto do mundo<sup>28</sup>.

A análise da literatura mostra que a suposição inicial de que há relações entre a constituição da FES no Brasil e o CPqD está correta. Bem como de que tanto a primeira quanto o último possuem estreitos laços com a política científica vigente no período e o modelo de ciência americano. Uma vez que a fundação do Centro foi originada na associação com a FES recém instalada na UNICAMP, buscamos entender como se deu o desenrolar desta associação em termos da pesquisa básica e aplicada.

Sendo assim, tomamos como base duas fontes: o registro de patentes efetuadas pelo Centro no período de sua existência como estatal; e a pesquisa divulgada nos encontros de FES (e posteriormente de Física da matéria condensada – FMC) durante o mesmo período. Ao analisar as duas fontes, pretendia-se encontrar pontos de conexão entre a pesquisa básica e a pesquisa aplicada, identificando grupos de pesquisa e/ou personagens que atuaram diretamente com o suporte do CPqD e/ou foram criados a partir da demanda criada por ele.

## A pesquisa básica em telecomunicações: o CPqD e a interação com a Universidade

216 Durante o período em que permaneceu como órgão estatal, o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CPqD) registrou várias patentes, tanto em pesquisa básica quanto no desenvolvimento de novos produtos e processos. Para a pesquisa básica, a participação das universidades era fundamental, pois era nesse ambiente que se podia encontrar os especialistas nos novos conhecimentos adquiridos internacionalmente sobre a Física do Estado Sólido. Portanto, convênios e financiamentos de grupos de pesquisa em universidades serviram como fomento à produção de uma tecnologia nacional no ramo das telecomunicações, e alimentando os objetivos do CPqD.

Nesta etapa da pesquisa, tivemos como objetivo relacionar as patentes registradas durante o período estatal do CPqD aos grupos de pesquisa, buscando, principalmente, quais linhas de desenvolvimento estavam relacionadas ao desenvolvimento das telecomunicações.

Para a pesquisa foram analisadas 250 patentes consultadas no período de 01.01.1976 a 31.07.1998 no sítio do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI)<sup>29</sup>. Dentre as 250 patentes consultadas 67 tem como depositante/titular o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD) e 183 a Telecomunicações Brasileiras (TELEBRAS).

No entanto, o INPI, assim como grande parte das bases de dados brasileiras, carece de dados. Para as patentes encontradas, poucas informações eram obtidas, como uma versão resumida da invenção. Além de algumas informações técnicas, pouco se podia obter sobre o processo de elaboração e quem eram os envolvidos.

Também pesquisamos os currículos dos inventores (cerca de 250 nomes) da cada patente através da Plataforma Lattes na tentativa de adquirir algumas informações sobre o desenvolvimento de pesquisas do CPqD ou TELEBRAS em parceria com alguma instituição de ensino superior no período mencionado além das que já estavam identificadas na base do INPI.

A pesquisa das patentes envolvendo o CPqD ou a Telebrás aponta para a predominância de engenheiros, a maioria deles sem registro atual na plataforma Lattes. Sendo a plataforma Lattes o principal registro das atividades

puramente acadêmicas, pode-se conjecturar que houve pouca influência do CPqD na pesquisa básica, ou então que estes pesquisadores saíram da academia, investindo no desenvolvimento de aplicações tecnológicas. Por outro lado, entre os inventores encontrados, poucos são da área de pesquisa em Física, concentrando-se nas Engenharias Elétrica e de Materiais. Não fica claro, em termos das patentes e da pesquisa aplicada, qual foi a participação do Instituto de Física da Unicamp, constando entre os inventores apenas o nome do professor José Ellis Ripper daquele que fizeram parte do seu início.

Do ponto de vista do tipo de material registrado como patente, encontramos desde a criação do cartão telefônico, originado no Brasil, como também dispositivos de aprimoramento das comunicações ópticas, como laser e amplificadores. Porém, o de maior destaque é a central telefônica digital Trópico, que apresentava características próprias para a região de clima tropical. Várias outras tecnologias digitais também foram desenvolvidas e, posteriormente, vendidas para multinacionais.

As centrais digitais criadas pelo CPqD apresentavam excelente desempenho e tinham um mercado claro pela frente: eram ideais para serem utilizadas em outros países da região dos trópicos, como a África. Porém, não era de interesse para alguns grupos dentro do próprio Governo, que o Brasil exportasse e ocupasse um mercado sob domínio americano, e o processo de incentivo para a produção das centrais foi aos poucos se desfazendo<sup>30</sup>.

O mesmo ocorreu com as fibras ópticas. Com a mudança dos sistemas de telecomunicação para a telecomunicação óptica, o CPqD passou a investir na produção em larga escala de fibras ópticas, que eram “puxadas” pela X-Tal<sup>31</sup>. Mas, com a abertura do capital, as empresas estatais com a X-Tal não possuíam mais recursos suficientes para produzir em larga escala a fibra óptica, que acabou sendo fornecida pela Siemens.

## A constituição da pesquisa em Física do Estado Sólido no Brasil e sua agenda de pesquisa

217

A criação da Sociedade Brasileira de Física (SBF) ocorreu em 1967, período em que o país já se encontrava sob o regime militar. Definiu-se, na fundação, algumas áreas prioritárias para a pesquisa, sendo uma delas a Física do Estado Sólido (FES) - posteriormente alterada para Física da Matéria Condensada (FMC), que intencionava na pesquisa e desenvolvimento de dispositivos em diversas áreas envolvidas no avanço tecnológico.

Para investigar como se deu a pesquisa em Física do Estado Sólido no Brasil durante o período de existência do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD), apontando as linhas temáticas, objetivos dos trabalhos e temas mais pesquisados, utilizamos como base de dados os trabalhos apresentados no Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada (ENFMC) entre os anos de 1986 e 1998, período de fundação e existência do CPqD enquanto empresa estatal.

Para a seleção dos trabalhos, consideramos aqueles que se relacionassem de algum modo com o CPqD, abrangendo trabalhos cujos autores fossem, na época, membros do referido órgão ou os autores e/ou universidades que tivessem algum vínculo, apoio financeiro ou convênio com o mesmo.

Foram selecionados um total de 293 trabalhos que foram apresentados no evento já mencionado entre os anos de 1986 e 1998. A tabela 1 apresenta a quantidade de trabalhos selecionados nos respectivos anos.

**Tabela 1.** Quantidade de trabalhos selecionados no ENFMC por ano

ANO	QUANTIDADE DE TRABALHOS
1986	8
1987	35
1988	32
1989	30
1990	33
1991	29
1992	21
1993	21
1994	20
1995	12
1996	35
1997	8
1998	9
<b>TOTAL DE TRABALHOS SELECIONADOS</b>	<b>293</b>

Como podemos perceber, há uma quantidade expressiva de trabalhos publicados sobre pesquisas na área da Física da Matéria Condensada relacionados ao CPqD.

218

A análise qualitativa dos trabalhos deu-se pela separação de acordo com suas respectivas linhas temáticas. Desse modo, foram encontrados trabalhos nas áreas de: ótica; semicondutores; cristalografia; instrumentação; defeitos, crescimento, caracterização e propriedades dos cristais/materiais; física estatística e fenômenos críticos; ciência dos materiais/propriedades mecânicas; superfícies e filmes finos; magnetismo; polímeros; e propriedades estruturais e dinâmicas dos materiais.

Iniciando com os trabalhos de ótica, percebemos que a sua grande maioria trata do desenvolvimento de dispositivos ópticos diversos, tais como acopladores, lasers semicondutores, diodos emissores de luz (LEDs), guias de onda, amplificadores ópticos, moduladores, filtros espectrais e fibras ópticas, os quais são submetidos à análise através de medidas experimentais. O objetivo central dos trabalhos converge para o aperfeiçoamento destes dispositivos, no intuito de melhorar o desempenho de suas funcionalidades, sobretudo no campo das comunicações ópticas.

As pesquisas sobre semicondutores estão divididas em estudos diversos, fabricação/desenvolvimento de dispositivos eletrônicos e caracterizações. Os estudos compõem a maioria dos trabalhos na linha temática dos semicondutores e apresentam uma pluralidade de assuntos particulares, dentre os quais podemos citar testes de qualificação para LEDs e amostras, estudo de camadas, difusão de compostos, resistência em lasers e confinamento óptico. Além destes, boa parte dos estudos apresenta como objetivo final a fabricação e otimização de dispositivos eletrônicos e optoeletrônicos, tais como lasers, LEDs, fotodetectores, transistores e guias de onda. Os outros trabalhos tratam da caracterização de amostras, camadas, compostos, filmes e dispositivos eletrônicos.

No entanto, os pesquisadores que aparecem na apresentação desses trabalhos não coincidem com aqueles encontrados nos registros de patentes. Algumas conjecturas podem ser feitas com relação a este fato. Uma delas é a visível falta de relação entre a pesquisa básica realizada em Física (no caso a FES) e sua aplicação. Diferentemente da estruturação da FES nos EUA, em que o campo surgiu a partir da demanda por um reconhecimento por parte dos físicos envolvidos na produção industrial, aqui a FES começou na Universidade e, raramente, se expande para a indústria.

A estruturação da pesquisa em FES no país se deu tardiamente, iniciada por estrangeiros convidados que possuíam, em sua maioria, a formação em engenharia. O ápice do investimento na política científica nacional, ou seja, o período militar, coincide com o início da pesquisa em FES. Quando se formaram os primeiros físicos brasileiros, aptos para iniciarem pesquisa que atenderiam às especificidades nacionais, já não havia mais o incentivo governamental, seja para o mercado, seja para a indústria. Assim, gerações de pesquisadores formados em FES não encontram seu lugar na indústria que, de capital na maioria estrangeiro, não investe em pesquisa no país.

## Algumas considerações finais

A pesquisa ainda se encontra em desenvolvimento e precisa de aprofundamento em algumas questões que surgiram e que não faziam parte do questionamento inicial. Um primeiro ponto a se considerar é a complexidade da FES e os vários campos de estudo em que ela se abre após 1930.

Após o desenvolvimento dos transistores e os resultados das pesquisas envolvendo a estrutura da matéria, como aquelas relacionadas à física nuclear, o próprio significado do termo “estado sólido” perdeu-se. A FES saiu de fenômenos associados à matéria no sentido macroscópico, para considerações quânticas e efeitos experimentalmente muito complexos. Portanto, o sentido de “estado sólido” como aquele que possui uma existência sensível, apta a medidas e experimentos, já não tem mais sentido. Sendo assim a delimitação da história da física do estado sólido precisa considerar questões filosóficas que essa pesquisa não pretendia em seu início.

Por outro lado, a adoção da constituição da FES norte-americana como ponto de referência para a brasileira adquiriu sentido ao observarmos a própria constituição dos primeiros polos de pesquisa da área. Assim como a Unicamp, outras universidades surgidas ou expandidas durante o período militar, como a Universidade Federal de São Carlos, tiveram a inovação tecnológica como principal foco e geraram ao seu redor um parque tecnológico ou industrial. As Universidades assumiram o papel de formação de recursos humanos para o desenvolvimento de protótipos para essas indústrias/empresas, e muitos professores acabaram por desenvolver uma carreira fora da academia. Porém, diferente do que ocorre nos EUA, o incremento da inovação tecnológica não se sustentou após a retirada do apoio governamental. A privatização de empresas estatais estratégicas como a Embratel (Telebrás) durante a década de 1990 levou novamente à separação entre a Universidade e a indústria e à falta de incentivo financeiro para o desenvolvimento de tecnologia nacional.

Outro ponto a se considerar, e que precisa de maior aprofundamento, é a diferença entre pesquisa básica e pesquisa aplicada, que não fica clara na literatura adotada. Adotar a pesquisa aplicada como aquele que leva à produção de um artefato tecnológico é reduzir o significado de tecnologia à ciência aplicada, o que não é adequado. Assim, mais estudos terão que ser feitos nesse sentido.

A pesquisa ainda precisa ser aprofundada, principalmente no que se refere ao material existente no CPqD a que não tivemos acesso. Pelo fato de se constituir atualmente em uma fundação privada, o acesso aos arquivos não foi possível. As buscas bibliográficas realizadas, bem como a análise das fontes base para investigar a relação entre o CPqD e a FES, mostram que se trata de um percurso complexo, cujas fronteiras entre pesquisa básica e pesquisa aplicada se mesclam. A análise do material referente aos eventos de FES e FMC, mostra uma tendência de separação das pesquisas em óptica e fotônica daquela associada à pesquisa em materiais. Em recente livro publicado pela SBF como comemorativo de seus cinquenta anos, a óptica e a fotônica ocupam capítulo separado da FMC, porém ambas aparecem caracterizadas como pesquisa aplicada<sup>32</sup>. Esta divisão indica a criação de uma nova área, independente, que seria responsável por parte do conhecimento necessário para telecomunicações, mas que não pode desvincular-se do conhecimento sobre a matéria, realizado dentro da FMC.

Esta divisão espelha a dificuldade existente na definição do campo “matéria condensada” ou “estado sólido” dentro da pesquisa em Física, uma vez que os demais campos de pesquisa envolvem, de alguma forma, propriedades

a nível atômico. Assim, em paralelo às análises das fontes já mencionadas a investigação também precisa delinear melhor a que parte da FES correspondem as pesquisas envolvendo telecomunicações.

Por outro lado, a pesquisa também mostra parte dos meandros da controversa constituição da política científica e tecnológica no Brasil. Uma pesquisa que se iniciou por incentivo de militares, mas que foi aos poucos, sabotada pelos mesmos grupos de apoio. A pesquisa em telecomunicações no Brasil começou baseada na imitação de um modelo norte-americano, seja, de pesquisa, de universidade, de métodos. Mas foi aos poucos tornando-se autônoma e atendendo a uma demanda nacional que crescia. Porém, com a estatização do CPqD e o desmonte da Telebrás, a tecnologia criada nacionalmente acabou vendida para multinacionais, e voltamos ao papel de fornecedores de matéria prima (incluindo a intelectual) e mercado consumidor de produtos estrangeiros.

Uma das principais dificuldades desta pesquisa, e que justifica sua originalidade, é a ausência de fontes. Durante a existência do CPqD foi criada uma revista específica para tratar das telecomunicações, associada ao Ministério das Telecomunicações (MT). Porém, para o período em questão (1976-1986), seus números não estão digitalizados e o MT não respondeu às consultas feitas. Os arquivos do CPqD parecem não ser acessíveis também, uma vez que a pessoa responsável pela comunicação do Centro não soube informar da sua existência.

Os arquivos da SBF são limitados. Não há um registro histórico da sua fundação, seus primeiros integrantes e o registro das atas de reuniões e eventos preservados. Enquanto a Física de Partículas apresenta extensa literatura, pouco se tem sobre as pesquisas em FES, mesmo sendo esta área a que congrega maior número de físicos no país. Não há base de dados com registros dos pesquisadores para o período em questão. A plataforma Lattes e o diretório de Grupos de pesquisa do CNPq não apresentam dados coerentes para pesquisadores encontrados no registro de patentes e nos anais dos eventos. Sendo assim, torna-se um trabalho de “garimpagem” a localização de pesquisadores para a realização de entrevistas.

Recentes facilidades nas telecomunicações parecem ter apagado da memória das pessoas a conturbada história relativa à implementação das telefônicas. Poucos ainda se lembram dos telefones públicos, das telefonistas, das fichas telefônicas, dos cartões telefônicos. Muito menos são aqueles que sabem que já tivemos por aqui pesquisa tecnológica de ponta que foi importada por outros países. Portanto, resgatar a história do CPqD do ponto de vista da história da ciência e da tecnologia é imprescindível para que entendamos nosso atual estado de dependência tecnológica, bem como as diversas influências que o trabalho científico sofre.

## Notas e referências bibliográficas

Ana Paula Bispo da Silva é professora da Universidade Estadual da Paraíba. E-mail: anabispouepb@gmail.com.

Danilo de Lima Pereira é licenciado em física pela Universidade Estadual da Paraíba. E-mail: danilolima2012@live.com.

Éwerton Jéferson Barbosa Ferreira é licenciado em física pela Universidade Estadual da Paraíba. E-mail: ewrtonjeferson@hotmail.com

- 1 Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio a esta pesquisa através de bolsa de iniciação científica para os estudantes Éwerton Jéferson Barbosa Ferreira e Danilo de Lima Pereira.
- 2 OLESKO, K. Historiography of science. In: HEILBRON, J. L. (ed.) *The Oxford companion to the history of modern science*. Oxford: Oxford University Press, 2003, p. 366-370; DOEL, R. E.; SÖDERQVIST, T. (eds.). *The historiography of contemporary science, technology, and medicine: writing recent science*. New York: Routledge, 2006; STALEY, R. Trajectories in the History and Historiography of Physics in the Twentieth Century, *History of Science*, v. 51, n. 171, p. 151-177, 2013.
- 3 O termo física da matéria condensada é inadequado quanto nos referimos ao início dos estudos da física do estado sólido. O primeiro admite materiais que não fizeram parte do contexto constituição da física do estado sólido. Sobre a diferença entre matéria e materiais e o papel na constituição da área. BENSUADE-VINCENT, B. The concept of materials in historical perspective. *NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin*, v. 19, n. 1, p. 107-123, 2011.
- 4 WEART, S. R. The Birth of the Solid State Physics Community. *Physics Today*, v. 41, n. 7, p. 38-45, 2008. STALEY, op. cit.; HODDESON, L. The conflicts of memories and documents: dilemmas and pragmatics of oral history. In: DOEL, R. E.; SÖDERQVIST, T. (eds.). *The historiography of contemporary science, technology, and medicine: writing recent science*. New York: Routledge, 2006, p. 187-200.

- 5 SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. *Sociedade Brasileira de Física 50 anos: 1966-2016*. Disponível em [http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com\\_banners&task=click&id=27](http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_banners&task=click&id=27). Acesso em 20 de setembro de 2016.
- 6 Como já mencionado, utilizamos o desenvolvimento da FES nos EUA apenas por questões relativas ao tema telecomunicações. Possivelmente, e também por interesses relacionados à guerra, deve ter havido o desenvolvimento da FES na Rússia ou Japão, dos quais a autora tem pouco conhecimento e que fogem ao escopo deste trabalho.
- 7 WEART, op. cit.; RIORDAN, M.; HODDESON, L. *Crystal fire: the invention of the transistor and the birth of the information age*. WW Norton & Company, 1997.
- 8 FOWLER, A. B. A semicentury of semiconductors. *Physics Today*, v. 46, n. 10, p. 59-62, 2008.
- 9 RIORDAN; HODDESON, op. cit.
- 10 VIDEIRA, A. A. P.; VIEIRA, C. L. *Reflexões sobre historiografia e história da física no Brasil*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010.
- 11 SILVA FILHO, W. V.; RIBEIRO FILHO, A. As origens da FMC na Bahia e no Brasil. *13º Simpósio Nacional de História da Ciência e da Técnica. Anais*. Belo Horizonte, 2012. SILVA FILHO, W.V. *Costa Ribeiro: ensino, pesquisa e desenvolvimento da física no Brasil* [online]. Campina Grande: EDUEPB; São Paulo: Livraria da Física, 2013. Disponível em <http://static.scielo.org/scielobooks/f6gwn/pdf/silva-9788578792763.pdf>. Acesso em 26 de fevereiro de 2016; SANTANA, W. A. L. de; FREIRE JUNIOR, O. Contribuição do físico brasileiro Sergio Porto para as aplicações do laser e sua introdução no Brasil. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 32, n. 3, p. 3601, 2010.
- 12 A literatura consultada enfatiza o grupo de pesquisas em raios cósmicos, apresentando pouca contribuição às outras áreas VIEIRA, C. L.; VIDEIRA, A. A. P. História e historiografia da física no Brasil. *Fênix. Revista de história e estudos culturais*, v. 4, n. 3, p. 1-27, 2007; MASCARENHAS, S. Bernhard Gross and his contribution to physics in Brazil. *Brazilian Journal of Physics*. v. 29, n. 2, p. 217-219, 1999; SESSLER, G. M. Bernhard Gross and the evolution of modern electret research. *Brazilian Journal of Physics*. v. 29, n. 2, p. 220-225, 1999.
- 13 MASCARENHAS, op. cit.
- 14 VIDEIRA; VIEIRA, op. cit.
- 15 FREIRE JUNIOR, O. Sobre a relação entre regimes políticos e desenvolvimento científico: apontamentos para um estudo sobre a história da C&T durante o regime militar brasileiro. *Fênix. Revista de história e estudos culturais*, v. 4, n. 3, p. 1-11, 2007.
- 16 GEBALLE, T. H. This golden age of solid state physics. *Physics Today*, v. 34, n. 11, p. 132-143, 2008.
- 17 JOAS, C. Campos que interagem: física quântica e a transferência de conceitos entre física de partículas, nuclear e estado sólido. Em: FREIRE JUNIOR, O.; PESSOA JR., O.; BROMBERG, J. L. *Teoria quântica: estudos históricos e implicações culturais*. Campina Grande: EDUEPB/Livraria da Física, 2010, p. 107-151.
- 18 Idem.
- 19 VIDEIRA, A. A. P. "Pensando no Brasil": O Nacionalismo entre os Físicos Brasileiros no Período entre 1945 e 1955. *Saber y Tempo*. v. 5, n. 18, p. 71-98, 2004.
- 20 TAPIÀ, J. R. B. A política científica e tecnológica em telecomunicações: 1972/1983; *Revista de Administração*, v. 19, n. 1, p. 101-111, 1984.
- 21 TAPIÀ, op. cit.; MENARDI, F. B; COSTA, M. C. Reforma do Estado e pesquisa nas telecomunicações no Brasil: um estudo sobre o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento – CPqD. *Revista do Serviço Público*, v. 50, n. 2, p. 51-65, 1999; TERUYA, D. Y. Pós-privatização e busca de financiamento para atividades de P&D pelos institutos de pesquisa: o caso do centro de pesquisa e desenvolvimento – CPqD. *Cadernos de Estudos e Pesquisas*, ano XI, n. 26, p. 13-24, 2010.
- 22 VIDEIRA, op. cit.
- 23 OLIVEIRA, N. N. P. A missão modernizadora das Forças Armadas: a segurança nacional e o projeto do Brasil potência. *Projeto História. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados de História*. v. 34, n. 1, p. 335-346, 200
- 24 LAVANDEIRA, D. C. L. *A ação política dos cientistas: o caso da implantação do Parque Tecnológico de Campinas*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas, 2008.
- 25 Entrevista a LAVANDEIRA, op. cit.
- 26 MAGALHÃES, G. Política de telecomunicações no Brasil: 1980-1990. *Revista de Administração*. v. 27, n. 2, p. 65-75, 1992.
- 27 MENARDI; COSTA, op. cit.
- 28 TAPIÀ, op. cit.; SHIMA, W. T. O desmonte do sistema setorial de inovação em telecomunicações no Brasil e o surgimento de um novo arranjo institucional. *Revista Eptic*, v. 9, n. 2, 2011.
- 29 Endereço: <http://www.inpi.gov.br/>
- 30 MAGALHÃES, op. cit.
- 31 O processo pelo qual se forma a fibra óptica a partir da sua matriz vítrea é denominado puxamento.
- 32 SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, op. cit.

[Artigo recebido em Outubro de 2017. Aprovado para publicação em dezembro de 2017.]