

O novo papel dos laboratórios públicos no contexto da reestruturação do Estado e dos mercados — o caso Ireq (Quebec) e Cepel (Brasil)

Maria Teresa Ribeiro*
Philippe Faucher**

Sumário: 1. Introdução; 2. O novo papel dos centros de pesquisa públicos; 3. A estratégia de reestruturação do Ireq/Hydro-Québec e do Cepel/Eletróbrás; 4. As perspectivas dos centros de pesquisa públicos no contexto da reestruturação da oferta e da demanda de equipamentos elétricos; 5. Conclusões.

Palavras-chave: Estado; pesquisa e desenvolvimento; reestruturação da indústria de equipamentos elétricos; laboratórios públicos.

Análise das estratégias tecnológicas de dois importantes laboratórios públicos, seus limites, potencialidades e desafios em face das transformações no contexto internacional em curso. Os dois casos estudados são: Ireq-Institut de Recherche d'Hydro-Québec (Canadá) e o Cepel — Centro de Pesquisa em Energia Elétrica (Brasil).

The new role of the public laboratories in the framework of the restructuring of State and markets — the case of Ireq (Quebec) and Cepel (Brazil).

Public research has to adapt with the changing environment of the world market. The restructuring process of national economies is marked by the radical transformation of the State economic intervention, meanwhile major multinational groups are undergoing major reorganization in search for higher levels of competitiveness. Both processes affect public and private R&D investment.

These movements are bringing about profound changes in the electrical equipment industry, redefining long and established relations between large State-owned enterprises, local suppliers and foreign subsidiaries.

This paper analyses the technological strategies of two major public laboratories, their limits and potentials as well as the challenges associated with the restructuring under way. The cases under study are the Institut de Recherche d'Hydro-Québec (Canada) and the Centro de Pesquisa em Energia Elétrica which belongs to Eletróbrás (Brazil).

Over the past years, Ireq was able to shift its activities to attend the demand coming from market, while Cepel, which lacks the needed institutional autonomy, is still struggling for a redefinition of its mandate.

1. Introdução

Os laboratórios públicos têm sido um dos principais instrumentos de política científica e tecnológica, contribuindo para a capacitação, o acompanhamento e a absorção do conhecimento na fronteira tecnológica.

* Bolsista do CNPq no Centre Interuniversitaire de Recherche sur la Science et la Technologie — CIRST, período 7/93 a 6/94. (Endereço: Rua Figueiredo Magalhães, 598, bloco F, aptº 550 — 22031-010 — Rio de Janeiro — RJ.)

** Professor titular do Departamento de Ciências Políticas da Universidade de Montreal e pesquisador do CIRST. (Endereço: Université de Montréal, Faculté des Arts et Science, Département de Science Politique, C.P. 6128, Succursale A, Montréal, Québec, H3C 3J7, Canada.)

A partir do anos 80, com o acirramento da crise das economias capitalistas, expressa no nível do Estado através da deterioração dos recursos (crise fiscal) e da perda do poder de intervenção das políticas públicas (crise política), passam a ser questionados não apenas o nível de intervenção do Estado na economia mas também seus instrumentos. Nesse contexto, o papel dos laboratórios públicos no processo de desenvolvimento tecnológico é colocado em questão, e pede-se uma atuação mais ativa e voltada para as necessidades da indústria, no sentido de modernizar a estrutura industrial local.

É importante ressaltar que no nível internacional se observa uma tendência à intensificação do processo de globalização dos mercados e à internacionalização (deslocamento) da P&D, passando a ciência e a tecnologia a serem percebidas como elementos-chave na dinâmica dos mercados.

A preocupação central deste artigo é discutir os caminhos da tecnologia pública, ou da capacidade científica e tecnológica acumulada, no contexto da crise fiscal que atinge todos os países, e do movimento em direção à internacionalização da P&D. O artigo procura, também, perceber os espaços e potencialidades dos laboratórios públicos, para que respondam à nova dinâmica do processo de inovação, fortaleçam o tecido científico e tecnológico interno e contribuam para aumentar o nível de competitividade da indústria local.

Para discutir essas questões analisaremos dois casos de reestruturação de laboratórios públicos dentro de uma mesma indústria: o Institut de Recherche d'Hydro-Québec (Ireq) e o Centro de Pesquisa em Energia Elétrica (Cepel), da Eletrobrás. A partir desses dois casos procuraremos perceber como cada centro assimilou essas transformações e pressões, seja no nível do escopo de suas pesquisas, dando maior ênfase à pesquisa aplicada, seja no nível das relações com os demais atores envolvidos na produção e utilização da energia elétrica, aumentando o processo de aprendizado e a troca de conhecimento através da intensificação das relações cliente/fornecedor.

Este artigo está dividido em três partes. Na primeira parte abordaremos, de maneira geral, as mudanças na dinâmica do processo de inovação, a relação ciência/tecnologia e o novo papel esperado dos laboratórios públicos. Na segunda parte analisaremos as mudanças implementadas no Ireq e no Cepel, visando perceber a estratégia de cada empresa diante da crise. E, por último, procuraremos vislumbrar algumas das perspectivas que se abrem para as empresas de energia elétrica e seus centros de pesquisa, no contexto da reorganização da oferta e da demanda de equipamentos elétricos em curso.

Em síntese, o que se pretende aqui é contribuir para o debate sobre a contribuição dos institutos de pesquisa públicos ao desenvolvimento científico e tecnológico nacional, no contexto da crise fiscal que atinge todos os países e no momento em que a tecnologia assume papel estratégico no processo de competitividade das economias.

2. O novo papel dos centros de pesquisa públicos

O papel da maioria dos laboratórios públicos nos anos 60-70 se limitava fundamentalmente a dar suporte às atividades governamentais, como regulação e definição de políticas relacionadas com saúde, meio ambiente, defesa etc. A intervenção pública na

área de P&D¹ foi tradicionalmente justificada pela autonomia do Estado em relação às instituições por ele reguladas e em função da própria característica da ciência e dos limites de sua apropriação pública.² A intervenção do Estado asseguraria, assim — em função da *inappropriability*, ou da dificuldade de as empresas se apropriarem dos resultados dos trabalhos científicos e tecnológicos, devido à própria imperfeição do mercado — que o retorno social desses investimentos fosse maior que o retorno privado.³ A intervenção do Estado se justificava, portanto, onde os benefícios da aplicação fossem imensuráveis, como na saúde, educação etc., bem como na energia elétrica, devido a sua essencialidade e uso na economia.

O suporte do Estado à pesquisa básica é particularmente importante devido ao elevado nível de incerteza e risco inerente a esse tipo de pesquisa e ao fato de seus benefícios não serem facilmente captados pelas firmas individualmente. A pesquisa básica gera conhecimentos mais gerais baseados num número restrito de variáveis, e os resultados são divulgados em publicações e experimentos reproduzíveis, enquanto a pesquisa aplicada e principalmente os desenvolvimentos, testes e engenharia de produção são conhecimentos e experiências acumulados em diversas variáveis, cujo resultado é não apenas o conhecimento específico, mas o conhecimento tácito, geralmente difícil e caro de se reproduzir.⁴ É o conhecimento técnico e científico que autoriza uma firma a adotar uma nova tecnologia, bem como a avaliar as tecnologias alternativas. Existe, pois, uma relação extremamente complexa entre ciência e tecnologia, que varia segundo o setor e o tipo de tecnologia. A natureza, o tipo de impacto e o nível de integração da pesquisa básica com a tecnologia variam também conforme a época em que estão sendo geradas as novas tecnologias e dependendo de sua operacionalização requerer a combinação do conhecimento de outras fontes científicas.

A ciência básica, na medida em que viabiliza o acesso a capacitação, utilização de novos métodos e instrumentos, é fundamental na solução de novos problemas. A mensuração do seu impacto e a dinâmica de sua relação com a tecnologia são, entretanto, extremamente difíceis de avaliar, o que enfraquece o argumento daqueles que tendem hoje a reduzir a importância da pesquisa básica e a supervalorizar a pesquisa aplicada.⁵

¹ O conceito de P&D, segundo o manual Frascati, compreende pesquisa fundamental ou básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental. Essa conceituação tem em si duas limitações: a primeira, relativa à categorização, pressupõe uma linearidade entre pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento, que raramente se observa na prática; a segunda é uma questão de fronteira entre outras funções da firma, como *marketing*, controle de qualidade etc., incorporadas no cálculo do valor da P&D, o que tende a superestimar os investimentos em P&D (Warrant, F. Le déploiement mondial de la R&D industrielle, facteur et garant de la globalisation de la technologie et de l'économie. *Science Recherche et Développement*, Bruxelles, CEE, 1991). Outra questão que distorce também esses valores e dificulta as comparações setoriais e internacionais é o fato de alguns grupos atuarem em diversos setores, como por exemplo o caso da Siemens, que atua nas áreas elétrica, automotiva e médica, sendo seus investimentos em P&D a soma dessas várias atividades. (Warrant, F. Op. cit.)

² Dalpé, R. & Anderson, F. Evaluating the industrial relevance of R&D laboratories. In: Bozeman, B. & Melkers, J. (eds.). *Evaluating R&D impacts: methods and practice*. Boston, Kluwer Academic Publishers, 1993.

³ Hanel, P. Écart technologique de l'industrie canadienne. In: Leclerc, M. (ed.). *Les enjeux économiques et politiques de l'innovation*. Montreal, Presse de L'Université de Montréal, 1990.

⁴ Pavitt, K. Some foundations for a theory of large innovation firms. In: Dosi, G.; Grannetti, R. & Toninelli, A. (eds.). *Technology and enterprise in historical perspective*. Oxford, Clarendon Press, 1992.

⁵ Pavitt (op.cit) mostra que a habilidade de uma firma em assimilar os resultados da pesquisa básica de outros povos depende em parte da sua própria *performance* na pesquisa básica. Segundo o autor, a internacionalização da P&D, que se dá mais em função da internacionalização da produção dos grandes grupos transnacionais, não significa necessariamente a internacionalização do elo entre ciência e tecnologia. Para Pavitt, o movimento de

Em todos os tipos de organização existem barreiras tradicionais, de ordem institucional e cultural, entre a pesquisa básica e a pesquisa aplicada.⁶ Entre os profissionais das áreas (engenheiros e pesquisadores) sempre existiu uma grande dificuldade de relacionamento. Historicamente, pesquisadores e engenheiros foram movidos por diferentes interesses. Enquanto as instituições de pesquisa se preocupam mais com o avanço do conhecimento, orientando, portanto, suas linhas de pesquisa em função dos interesses científicos, e não necessariamente para a aplicação industrial, os engenheiros se preocupam mais com a aplicação da pesquisa, a resolução de problemas específicos e o retorno desses investimentos para a empresa.⁷ O rompimento dessas barreiras é o grande desafio que se apresenta para os laboratórios públicos. Não se trata, pois, de negar a importância do trabalho científico, mas de atrelá-lo ao desenvolvimento tecnológico, tendo em vista a complexidade e a interdisciplinaridade do conhecimento.

Na verdade, esse movimento se dá não só devido às mudanças tecnológicas, que ocorrem de maneira muito mais rápida, mas também em função das mudanças no próprio processo de inovação e de comercialização das inovações.⁸ Enquanto nos anos 60 o modelo de inovação industrial se baseava nos modelos lineares de *technology push* e *demand pull*, nos anos 70 procura-se implementar a combinação desses dois elementos e a partir dos anos 80 a inovação passa a ser percebida como um processo complexo onde a integração estratégica e o *network* tornam-se os elementos-chave do processo de inovação.

*“In other words the process of innovation represents the influence of technological capabilities and market needs within the framework of innovating firm.”*⁹

Dentro dessa nova dinâmica do processo de inovação os laboratórios públicos são solicitados a apresentar resultados econômica e socialmente relevantes, direcionando a maior parte dos recursos para a pesquisa aplicada em cooperação com a indústria. A ênfase na transferência e comercialização das inovações dos laboratórios públicos e a exploração do trabalho cooperativo passam a ser a tônica das políticas públicas dos países desenvolvidos na década de 80. Há um encorajamento à cooperação e à colaboração entre laboratórios e indústrias, visando o aumento do nível de competitividade industrial.¹⁰

A pesquisa passa a ser orientada para a satisfação do usuário, incluindo aqui a assistência técnica e a qualidade do produto. Nessa perspectiva, o processo de inovação passa a depender de novos fatores tais como:

a) comprometimento e suporte da alta direção em relação ao processo de inovação;

internacionalização da pesquisa científica não é uma tendência clara, e o que se observa é ainda a concentração das atividades relacionadas com a inovação nos países-sedes das empresas multinacionais. De acordo com Niosi e Bellon (Niosi, G. & Bellon, B. *The global interdependence of national innovation systems: evidences, limits and implications. Technology in Society*, 16 (2):1-5, 1994) e apesar da existência de estratégias específicas para cada indústria, é claro que os laboratórios estrangeiros de P&D são induzidos a intensificar o fluxo de tecnologia, sendo muitos dos seus vários objetivos internacionais e não nacionais.

⁶ Perrin, J. *Les transferts de technologie*. Paris, La Découverte/Maspéro, 1983.

⁷ Nelson, R. *Government and technical progress*. New York, 1982.

⁸ Rothwell, R. Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s. *R&D Management*, (22/3):221-39, 1992.

⁹ Id. *ibid.*, p. 222.

¹⁰ Warrant, F. *Op. cit.*

- b) existência de uma estratégia de longo prazo, onde a inovação desempenhe um papel-chave;
- c) definição dos investimentos não apenas em função do retorno a curto prazo, mas das perspectivas futuras de crescimento e penetração em novos mercados;
- d) relativa flexibilidade organizacional para responder ou atender às mudanças;¹¹
- e) aceitação do risco como elemento inerente ao processo de inovação;
- f) existência de uma cultura de inovação na empresa, o que significa dar espaço à criatividade.¹²

Como sintetiza Stell, “*technology must play a central role in strategic planning, which addresses the fundamental questions of how to establish a sustainable competitive advantage and how to ensure the survival of an enterprise*”.¹³

A reestruturação dos laboratórios públicos visa não só responder à nova dinâmica do processo de inovação, mas também mudar sua imagem diante do público e garantir sua própria sobrevivência. Os laboratórios são pressionados a mudar de postura com relação à indústria, bem como ao escopo de suas pesquisas, passando a privilegiar a pesquisa aplicada direcionada segundo as perspectivas de mercado.

Nosso próximo passo será no sentido de perceber o modo como essas mudanças foram incorporadas por cada empresa (Hydro-Québec e Eletrobrás), e as estratégias implícitas na reestruturação dos seus centros de pesquisa: Ireq e Cepel. Admitindo os seis fatores apresentados por Rothwell como condições necessárias ao processo de inovação, avaliaremos em que medida foram incorporados na reestruturação do Ireq e do Cepel.

3. A estratégia de reestruturação do Ireq/Hydro-Québec e do Cepel/Eletrobrás

A reestruturação do Ireq

Em 1982, no bojo de uma reestruturação da Hydro-Québec, visando incorporar na sua atuação uma nova abordagem que priorizasse a relação cliente/fornecedor, o Institut de Recherche d’Hydro-Québec (Ireq)¹⁴ também se reorganiza no sentido de direcionar as pesquisas, antes mais voltadas para o conhecimento científico, para uma prática mais de cunho schumpeteriano de suporte à inovação tecnológica. A pesquisa aplicada e a

¹¹ Hafsi, T. & Demers, C. Compétitivité et nation: jeux dominants et jeux périphériques. *Revue Internationale de Gestion, HEC*, 118 (3): 48-56, 1993.

¹² Para atender a esses requisitos, Rothwell ressalta a propriedade ou a melhor adequação das organizações estruturadas de acordo com o modelo orgânico, onde o estilo de gerência enfatiza mais a consulta e a participação do que as diretrizes formais (Rothwell, R. Op. cit., p. 228).

¹³ Stell, L. *Managing technology strategie view*. McGraw Hill, 1991.

¹⁴ O Ireq foi criado em 1967 com o objetivo de testar novos equipamentos e encontrar soluções para os problemas que aparecem na produção, transmissão e distribuição de energia elétrica, em alta tensão, para grandes distâncias, em condições geográficas e climáticas difíceis. (Faucher, P. Procurement by State-controlled enterprises: potential and limits for industrial development. In: Hafsi, T. (ed.). *State-owned enterprise and technological development*. Greenwich, Conn., Jai Press, 1989.)

transferência tecnológica para a indústria passam a orientar a política tecnológica da Hydro-Québec, através do incentivo aos vários tipos de cooperação e consórcio com o setor privado, visando não apenas reforçar a base produtiva e tecnológica da província, mas criar condições de competitividade nas empresas locais.

O grande desafio para a Hydro-Québec consistia, pois, em integrar o Ireq às necessidades operacionais da empresa e da indústria, direcionando mais suas pesquisas, antes concentradas nas áreas de produção e transmissão, para as áreas de distribuição e utilização de novas fontes de energia.¹⁵ A partir daí, a Hydro-Québec passou a incentivar todos os tipos de cooperação, não só visando se beneficiar da capacitação existente, licenciando e comercializando suas tecnologias, mas também procurando complementar os seus conhecimentos em outras áreas, como fusão nuclear, novos materiais etc.

Os laboratórios, como o Ireq e o Cepel,¹⁶ foram concebidos mais dentro do espírito de dar suporte ao desenvolvimento industrial do que de transferir as tecnologias desenvolvidas e se beneficiar dessa transação. Nesse sentido a reestruturação do Ireq foi e está sendo um verdadeiro processo de aprendizado. As mudanças implementadas enfrentaram dificuldades de ordem organizacional e cultural. Por exemplo, as áreas de equipamentos do Ireq se sentiram desprestigiadas, uma vez que a reforma privilegiou a racionalização energética e a incorporação de novos meios de produção e não apenas o aumento da capacidade produtiva associada às grandes inovações, como foi a construção da primeira linha de alta tensão de 735kW, em 1967.¹⁷

A construção dessa linha foi a primeira grande invenção da Hydro-Québec, que deu à empresa capacidade não só de acompanhar, mas também de realizar a síntese do conhecimento do que existia na fronteira tecnológica.¹⁸ Nesse sentido, a postura inovadora da Hydro-Québec e o incentivo ao aprendizado e ao domínio tecnológico direcionaram e atrelaram a trajetória tecnológica do Ireq à trajetória internacional. É importante ressaltar que a equipe de pesquisadores que constituiu o núcleo do Ireq foi formada pelos principais especialistas do mundo na área de produção e transmissão de energia, o que fez com que o Ireq estivesse desde a sua criação fortemente articulado com a comunidade científica internacional.

Também em 1982 foi criada uma nova subsidiária — Nouveler, cuja função é comercializar as inovações do Ireq e participar de empreendimentos, desde a fabricação

¹⁵ A orientação da pesquisa em direção à busca de maior racionalidade no uso da energia só começa a fazer parte do escopo de pesquisa da Hydro-Québec em 1982, 10 anos após a iniciativa da EDF, logo depois do primeiro choque do petróleo, em 1973 (Pageau, Y. *Hydro-Québec, navire admiral ou bateau ivre*. Boucherville, Québec, Vermette, 1993). Segundo Pageau, a Hydro-Québec procura se beneficiar da crise do petróleo, no sentido de ampliar suas vendas. Em 1980, a Hydro-Québec estimula o uso do aquecimento por eletricidade, antes realizado através do aquecimento da água, com a utilização do óleo. Em 1977, segundo estimativa da Hydro-Québec, a demanda de energia para o ano 2000 seria da ordem de 80.000MW. Em 1993, a capacidade da Hydro-Québec é da ordem de 34.000MW, com disponibilidade de energia para exportação. Em 1992, a repartição das despesas líquidas de P&D, segundo domínio de atividades, foi a seguinte: 25% para produção, 33% para transmissão, 12% para distribuição e 30% para utilização (Ireq. *Plan stratégique, 1993-1995*. Montréal, 1992).

¹⁶ O Cepel, Centro de Pesquisa em Energia Elétrica, foi criado em 1975, inspirado no Ireq, com o objetivo de dar suporte à indústria de equipamentos e contribuir para a busca de soluções e a incorporação de novas tecnologias na produção, transmissão e distribuição de energia elétrica (Memória da eletricidade. *História do Centro de Pesquisa de Energia Elétrica — Cepel*. Rio de Janeiro, Eletrobrás, 1991).

¹⁷ Demers, C. *La diffusion stratégique en situation de complexité. Hydro-Québec; un cas de changement radical*. HEC, Université de Montréal, 1990. (Thèse de doctorat.).

¹⁸ Caron, C. *Grands Projets et innovation technologique: le Projet de Mainc-Outards de la Société d'État Hydro-Québec*. Mémoire, Université de Montréal, Département de Science Politique, 1991.

até a comercialização. Essa subsidiária foi organizada sob a forma de *holding*, para permitir à empresa se associar projeto a projeto, sem alterar a sua estrutura em cada intervenção, dando assim maior flexibilidade às partes envolvidas. Em 1992 a Nouveler possuía seis filiais e apresentou um faturamento de US\$19,3 mil (tabela 1).

Tabela 1
Vendas das filiais e de licenças autônomas em 1992
(Can \$ milhões)

	Produtos Hydro-Québec	Outros Produtos	Total
Filiais	8,0	11,3	19,3
Licenças autônomas	6,0	-	6,0
Total	14,0	11,3	25,3

Fonte: Hydro-Québec. *Dépenses en technologie, retombées économiques et général*. 1993.

A Hydro-Québec trabalha, hoje, em conjunto com cerca de 50 empresas, em projetos onde já investiu, nos últimos três anos, US\$40 milhões. As formas de participação da Hydro-Québec variam, tendo em vista os interesses dos clientes, demonstrando certa flexibilidade no sentido de viabilizar os acordos de desenvolvimento, fabricação e/ou comercialização. Com a ABB, por exemplo, foi criada uma empresa — Citeq — com o objetivo de desenvolver equipamentos e sistemas de transporte de energia elétrica.¹⁹

Em 1990, dentro da mesma preocupação de explorar o *savoir-faire* existente e superar os obstáculos organizacionais e culturais que dificultavam a transferência tecnológica, foi criada uma nova diretoria de planejamento e valorização da tecnologia. Percebe-se, pois, um processo contínuo de aprendizado e adaptações no sentido de criar uma nova cultura organizacional, que valorize os fluxos de informações intra e extrafirma, fundamental para o processo de inovação, como já apontado por vários autores.²⁰

As tabelas 2 e 3 mostram o esforço da Hydro-Québec no sentido de descentralizar a P&D e aumentar os fundos de investimento com a participação dos clientes. Como demonstra a tabela 2, é visível o crescimento da participação dos clientes, principalmente internos, nas fontes de recursos de P&D. Também com relação à venda de serviços, é significativo o crescimento da transferência tecnológica, principalmente para os clientes internos. Hoje, cerca de 70% dos recursos de P&D da tecnologia são direcionados para as atividades de curto prazo. Para as atividades de longo prazo, a Hydro-Québec vem se esforçando no sentido de conseguir parceiros externos qualificados, a fim de reduzir os custos e incertezas dessas pesquisas. Essas cooperações são também buscadas em função do aumento da complexidade e da natureza intersetorial das novas tecnologias, da

¹⁹ Hydro-Québec. *Dépenses en technologie, retombées économiques et général*. Montréal, Direction de Planification et Valorisation, de la Technologie et Ireq, 1993.

²⁰ Perrin, J. Op. cit.; Rothwell, R. Op. cit.

interdisciplinaridade do conhecimento, da monitoração da evolução tecnológica e do acesso ao conhecimento científico e às tecnologias complementares.²¹ Houve também mudança no padrão de financiamento de P&D, com a introdução da forma contratual. Com isso reduziu-se drasticamente a participação dos fundos corporativos (subsídios) e deu-se ao Ireq maior autonomia no gerenciamento dos seus recursos e na busca de novos parceiros (tabela 2).

Tabela 2
Descentralização de P&D tecnológica — Hydro-Québec
(%)

Origem dos recursos	1988	1989	1990	1991	1992
Receitas externas	22	16	16	18	20
Receitas internas	5	44	54	52	54
Fundos corporativos	73	40	30	30	26
Total	100	100	100	100	100

Fonte: Direction de Planification et Valorisation de la Technologie et Ireq, 1993.

A avaliação do impacto dessa reestruturação — que implica mudanças de procedimentos, de abordagem e da própria dinâmica organizacional — sobre a capacitação do setor, a melhoria da eficiência e da qualidade dos serviços da empresa, o apoio à indústria na melhoria da sua competitividade e o fortalecimento do sistema produtivo e tecnológico local merece um estudo mais cuidadoso, com o apoio de alguns instrumentos de avaliação, que foge aos objetivos deste artigo. Todavia, os dados apresentados nas tabelas 1, 2 e 3 sinalizam uma reorientação das pesquisas para as necessidades dos clientes e a participação destes no financiamento de P&D, bem como um aumento da comercialização do conhecimento acumulado pela empresa. Quando se comparam alguns dados da Hydro-Québec, referentes à comercialização de suas tecnologias, com as mesmas informações da Ontario-Hydro e da EDF-Électricité de France (tabela 4), percebe-se o esforço que a empresa vem fazendo no sentido de aumentar a comercialização de suas tecnologias.

Embora o número de acordos firmados em 1992 pela Hydro-Québec seja bem inferior ao da EDF, as receitas obtidas são do mesmo nível e apresentaram a maior taxa de crescimento no período. É importante investigar o tipo de tecnologia transferida e a participação da indústria local. Cabe ressaltar que grande parte das pesquisas em energia nuclear (Candu) da Ontario-Hydro é realizada pela Énergie Atomique du Canada Ltée. (EACL), cujos valores e números de patentes não estão computados nesta tabela, o que subestima a participação da Ontario-Hydro.

A clara estratégia tecnológica da Hydro-Québec tem tido papel importante na atuação do Ireq e nos resultados que já podem ser percebidos através do aumento do número de

²¹ Por exemplo, para o desenvolvimento da fusão magnética a Hydro-Québec participa de um consórcio com o INRS, Canaton e Technologies MPB; para o desenvolvimento de sistemas telerrobóticos existe um convênio com o governo da província, governo federal, CAE Électronique, Technologies MPB e Universidade McGill; com os japoneses, a Hydro-Québec criou uma empresa — Acep Inc. — para produzir e comercializar pilhas recarregáveis, desenvolvidas pelo Ireq (Direction de Planification et Valorisation de la Technologie et Ireq, 1993). Os sócios externos participam com mais de 50% no financiamento dos programas de P&D (Ireq. Op. cit.).

Tabela 3
Vendas de serviços de P&D da vice-presidência tecnológica — Ireq
(%)

Clientes	1989	1990	1991	1992
Internos	11,2	23,1	28,2	31,6
Externos	12,5	13,9	18,1	21,4
Total	23,7	37,0	46,3	53,0

Fonte: Hydro-Québec, Direction, Planification et Valorisation de la Technologie, 1993.

Tabela 4
Resultados das atividades do Bureau de Comercialização da
Hydro-Québec, Ontario-Hydro e EDF

Empresa	Nº de licenças em vigor/neg. 1992		Receitas 1992 Can \$ mil	Crescimento dos acordos 1988-92 (%)	Crescimento das receitas 1988-92 (%)	Orçamento P&D 1992 Can \$ milhão
EDF	200	25	1.250	estável	estável	800
O-Hydro	25	4	250	500	150	165
H-Québec	45	8	1.250	170	600	133

Fonte: Hydro-Québec. Les pratiques de transfer de la technologie, 1993.

acordos, participação em empresas e aumento das receitas oriundas da comercialização. A gestão da continuidade e do aprimoramento desse processo é hoje o grande desafio da Hydro-Québec. O intercâmbio de pesquisadores, um dos mecanismos-chave no processo de transferência tecnológica, tem tido papel importante no Ireq. O Ireq é um dos centros de pesquisa canadenses que apresenta um dos maiores níveis de intercâmbio e troca de pesquisadores, bem como um grande número de atividades internacionais, em função, sobretudo, da ausência de limites à indústria local.²²

Das condições necessárias para que a dinâmica do processo de inovação flua, como apontado por Rothwell, talvez as mais difíceis de implementar sejam a *d* e a *f*, que pressupõem maior flexibilidade da organização às mudanças e a constituição de uma cultura tecnológica que estimule a criatividade. São mudanças que exigem uma nova postura e a revisão de comportamentos e práticas cristalizados ao longo dos 50 anos da empresa, que por sua natureza são difíceis de mudar.²³ Essas barreiras, entretanto, vêm sendo aos poucos superadas, como as dificuldades do relacionamento pesquisador/clientes, em função de um verdadeiro processo de aprendizado entre as partes, no sentido de incorporarem a nova abordagem da empresa.²⁴

É importante ressaltar a inserção do processo de reestruturação da Hydro-Québec/Ireq em uma estratégia de inovação tecnológica da empresa (incluída aqui a comercialização

²² Dalpé, R. & Anderson, F. Op. cit.

²³ Demers, C. Op. cit.

²⁴ Miller, R. & Daoust, C. *Résumé des entretiens avec les clients internes de l'Ireq*. Montréal, Chair Hydro-Québec, UQAM, 1992.

da tecnologia), na perspectiva dos *grappes* tecnológicos, ou do fortalecimento de um sistema produtivo e tecnológico da província de Quebec. Os efeitos dessa orientação sobre a economia local e o aumento da sua competitividade necessitam ainda de um estudo mais detalhado. Percebe-se, entretanto, uma participação maior das empresas locais nos acordos de fabricação da Hydro-Québec, o que parece sinalizar uma nova perspectiva de desenvolvimento industrial e tecnológico local.²⁵ Retomaremos essa questão na terceira parte, após discutirmos a reestruturação do Cepel.

A reestruturação do Cepel

O processo de reestruturação do Cepel teve uma dinâmica totalmente diferente da do Ireq. O Cepel, diferentemente do Ireq, não é uma diretoria da Eletrobrás, é uma instituição de pesquisa do Grupo Eletrobrás. Institucionalmente, está ligado à Diretoria de Planejamento da Eletrobrás, que responde a cerca de 90% de suas fontes de financiamento.

A proposta de reestruturação do Cepel foi uma iniciativa do próprio centro com a participação de todos os pesquisadores. Constatou-se a necessidade de superar vários problemas, como as barreiras de relacionamento e do fluxo de informações no interior do Cepel e deste com o setor elétrico e demais atores envolvidos na produção, distribuição e utilização de energia elétrica.²⁶ O Cepel, após o término dos grandes projetos, como Itaipu, passou a ter uma atuação restrita e isolada. Os trabalhos realizados com algumas empresas, principalmente as empresas do Grupo Eletrobrás, embora de excelente qualidade técnica, como demonstram os resultados, não foram difundidos para as demais empresas do setor. Não houve preocupação com a difusão e comercialização de seus desenvolvimentos, ficando assim limitadas as potencialidades de sua utilização no setor elétrico.

É importante situar o momento em que o Cepel repensa a sua atuação e propõe uma nova abordagem. A partir do início dos anos 80, agrava-se a crise financeira e institucional do setor elétrico, com a queda da capacidade interna de expansão, devido ao aumento do endividamento externo e à redução dos níveis tarifários.²⁷ A falta de condições de expansão e de financiamento fez com que as empresas estaduais distribuidoras de energia deixassem de recolher à Eletrobrás algumas reservas legais (RGR e empréstimo compulsório),²⁸ o que contribuiu para acirrar a crise institucional. As empresas do Sistema Eletrobrás (grupo

²⁵ Faucher, P. Politiques d'achat et développement technologique: le cas d'Hydro-Québec. In: Conseil de la Science et de la Technologie du Québec. *Le marché public et le développement technologique au Québec: six rapports d'étude*. Québec, Ministère de la Science et de la Technologie, 1989; Hydro-Québec. Montréal, développement économique et étude de marches. Vice-présidence de Planification et Développement, 1994.

²⁶ Cepel. *Planejamento tecnológico*. Rio de Janeiro, Programas de estudos, Relatório final, 1991.

²⁷ Em 1984 a captação de recursos no exterior atingiu o nível mais elevado (US\$262 milhões), correspondendo a 47% das fontes de fundos, enquanto os recursos setoriais — recursos próprios (geração interna de recursos + IUEE + outros) + recursos de terceiros (RGR + empréstimo compulsório + outros) — representam menos de 50% das fontes de financiamento da expansão (34%). A dívida externa da Eletrobrás é cerca de 25% da dívida externa brasileira (US\$14 bilhões). (Eletrobrás. *Relatório*. Rio de Janeiro, Diretoria Financeira, Departamento de Recursos, 1989.)

²⁸ RGR — Reserva Nacional de Compensação de Remuneração (Rencor), cujo mecanismo consiste em estabelecer tarefas equalizadas que garantam a receita global para cobrir os custos totais, distribuídos conforme o custo de cada empresa. Esse mecanismo de cunho social e regional é apontado como um fator de ineficiência das empresas do setor. (Pinguelli, L. R. Contribuição à busca do equilíbrio entre Estado e participação privada no exemplo de energia elétrica. Rio de Janeiro, Fórum de Ciência e Cultura e SR-5-UFRJ, 1992. (Textos para Discussão).)

e concessionárias) passaram a questionar o próprio papel coordenador da Eletrobrás. Numa tentativa de gerir ou contornar a crise, foi realizado um estudo de revisão institucional — Revise.²⁹ Em função dos interesses conflitantes envolvidos na Revise, sua continuidade ficou comprometida, limitando-se a ser um bom diagnóstico dos problemas do setor elétrico.

O impasse nas soluções e tomada de decisão no sentido de superar a crise institucional pode ser compreendido como a expressão da própria erosão do Estado brasileiro, provocada pela convergência de dois fenômenos: de um lado a crise fiscal, através da perda dos recursos necessários para a execução das políticas vislumbradas; de outro lado, a crise de governabilidade que se manifesta através da deterioração da capacidade de intervenção das políticas públicas. A administração pública perde não apenas os meios, mas a autoridade para agir.³⁰

É, pois, nesse contexto de crise e questionamento quanto ao papel da Eletrobrás que o Cepel realiza sua reestruturação, visando encontrar novos parceiros para seus projetos, ampliando as perspectivas de longo prazo, e reduzir a forte dependência financeira da Eletrobrás. A reestruturação do Cepel é uma busca de sua própria sobrevivência. A tecnologia nunca foi uma variável importante e estratégica para a Eletrobrás, e nos momentos de crise a área de P&D foi sempre a primeira a ser atingida pelos cortes orçamentários. A tabela 5 mostra o baixo nível de prioridade dado à questão tecnológica pela Eletrobrás, bem como a irregularidade desses recursos. Em 1985 os investimentos em P&D foram praticamente reduzidos à metade e só em 1990 voltaram a atingir os níveis de 1979.

Nesse sentido, a reestruturação do Cepel, embora inspirada nas tendências e experiências internacionais, não foi induzida pelas transformações internacionais no nível da organização de oferta e demanda de equipamentos elétricos e da internacionalização da P&D, mas por uma preocupação em preservar a instituição, repensar sua atuação e procurar responder às novas exigências da sociedade. O movimento do Cepel foi muito mais movido pelas condições internas (setoriais e nacionais) do que por uma preocupação de acompanhar e se integrar ao desenvolvimento tecnológico internacional, como parece ter sido o caso do Ireq.

A reestruturação do Cepel foi acompanhada de uma mudança organizacional, que introduziu a forma matricial, que combina a organização por função com a organização por especialidades, o que permite maior troca de conhecimentos e informações e evita a duplicidade de trabalhos. O aspecto inconveniente desse tipo de estrutura — dupla tutela hierárquica — é visto pelos pesquisadores do Cepel como positivo, uma vez que reduz a influência das relações pessoais, um dos grandes problemas do Cepel.³¹ A forma matricial, entretanto, permite maior integração dos grupos, o que fortalece o processo de aprendizado.³²

²⁹ A Revise — Revisão Institucional do Setor Elétrico — constituiu um grupo de estudo para revisão institucional do setor elétrico com o apoio do Banco Mundial. Esse estudo convergiu para os seguintes pontos: fim da centralização na Eletrobrás tal como é hoje; participação de capitais privados, principalmente na geração, transmissão e distribuição; privatização das empresas ou de parte delas, se for de interesse do ponto de vista lucrativo. (Pinguelli, L. R. Op. cit., p. 42.)

³⁰ Faucher, P. Política de ajustamento ou erosão do Estado no Brasil? In: *Dados*, 36: 393-418, 1993.

³¹ Cepel. *Reestruturação organizacional*. Rio de Janeiro, 1991.

³² Warrant, F. Op. cit.; Rothwell, R. Op. cit.

Tabela 5

Estatísticas dos setores elétricos quebequense e brasileiro e alguns indicadores de P&D

	1980	1985	1990
Investimentos			
Hydro-Québec (US\$ milhão)	2.210	1.119	2.684
Eletrobrás (US\$ milhão)	5.728	5.499	4.482
Vendas/energia			
Hydro-Québec (US\$ milhão)	2.060	3.240	5.042
Eletrobrás (US\$ milhão)	3.057	3.166	3.699
Invest. P&D			
Ireq (US\$ milhão)	19,3	39,4	105,4
Cepel (US\$ milhão)	26,6	14,6	33,6
Cap. instalada (MW)			
Hydro-Québec	16.562	23.510	25.682
Eletrobrás (sistema)	34.256	41.968	55.203
Grupo Eletrobrás	15.887	20.814	24.632
Indicadores			
P&D/vendas Ireq	0,94	1,22	2,09
Cepel	0,87	0,33	0,91
P&D/invest. Ireq	0,87	3,52	3,93
Cepel	0,46	0,27	0,75
MW (\$/MW)			
Hydro	0,12	0,17	0,41
Grupo Eletrobrás	0,17	0,07	0,14

Fonte: Relatórios anuais da Eletrobrás e da Hydro-Québec.

Outra mudança importante foi a criação do Escritório de Comercialização e Transferência Tecnológica, que seria responsável pela comercialização das tecnologias desenvolvidas no Cepel, além de buscar novos parceiros para os projetos de pesquisa. O escritório ainda não assumiu suas atribuições, limitando-se a dar suporte às atividades de comercialização, ainda realizadas diretamente pelos coordenadores de programas, e a negociar os aspectos comerciais.

Há, entretanto, uma diferença significativa entre a reestruturação do Ireq, que foi parte de uma reestruturação da empresa, e a reestruturação do Cepel, que foi uma iniciativa própria sem o comprometimento da Eletrobrás. Esse já nos parece um ponto frágil, tendo em vista a importância do comprometimento da direção da empresa no processo de inovação. Houve, é claro, um forte comprometimento da diretoria do Cepel na reestruturação, mas o Cepel é institucional e financeiramente dependente da Eletrobrás. A reestruturação do Cepel é um passo importante, mas não suficiente, na medida em que constitui um ato isolado, sem compromisso institucional com a mudança, no sentido de torná-la uma estratégia setorial. A P&D é apenas uma parte do processo de inovação.

Na falta de uma lógica institucional que respaldasse sua reestruturação, mesmo porque essa lógica não tem mais fundamento em si mesma, refletindo assim o esgotamento do próprio padrão de intervenção do Estado no setor, o Cepel procurou se atrelar à lógica do mercado, da qual sempre esteve distante. Nesse sentido, as dificuldades do Cepel são muito maiores que as do Ireq, na medida em que este repensou sua atuação num contexto de reorientação da própria instituição.

A reestruturação da Hydro-Québec não se restringiu às funções de P&D da empresa, mas atingiu toda a organização, através da mudança do enfoque organizacional, passando a priorizar as relações cliente/fornecedor. Com isso as mudanças assumem uma dimensão institucional e se articulam com a política industrial de Quebec, através do incentivo à produção interna e da formação de *grappes* tecnológicos.³³

Com a redução da demanda, em função do processo recessivo dos anos 80 e do início da queda da produção da indústria de equipamentos elétricos, e preocupada com a garantia do fornecimento interno, principalmente em se tratando de uma indústria onde o fator experiência e aprendizado é fundamental, a Hydro-Québec redefiniu sua política de compras e passou a dar maior importância ao conteúdo local e aos investimentos em P&D, no sentido de fortalecer a estrutura interna e aumentar o nível de competitividade, para que as empresas não ficassem totalmente a reboque da demanda e vulneráveis a suas oscilações. Dentro dessa nova orientação, a política de compras passa a se articular com as prioridades de pesquisas e desenvolvimentos. A Hydro-Québec procura não só articular-se com os grandes fabricantes de equipamentos, geralmente grandes subsidiárias multinacionais, mas também com os fabricantes locais, mais ligados à área de distribuição e controle do sistema.

A Hydro-Québec percebeu a importância de firmar acordos de cooperação no sentido de buscar complementaridade e mercado para os desenvolvimentos realizados na empresa. Pode-se dizer que a reestruturação da Hydro-Québec/Ireq se insere num contexto de reestruturação internacional da oferta e da demanda de equipamentos elétricos, em função de uma preocupação maior com o uso da energia e a qualidade dos serviços de eletricidade. Abordaremos essas transformações no próximo item.

A reestruturação do Cepel, embora tenha sido pensada e elaborada no contexto de um planejamento estratégico, foi induzida pela crise do setor elétrico e pelo risco de não-sobrevivência da própria instituição. Não foi uma mudança que procurou acompanhar as tendências internacionais e incorporá-las internamente, no sentido de fortalecer o sistema produtivo e tecnológico local. As mudanças visam basicamente reduzir as barreiras culturais e institucionais à inovação e comercialização das tecnologias.

A Hydro-Québec tenta se reestruturar não só para sair da crise, mas para buscar novas perspectivas para a empresa, atrelando sua trajetória tecnológica local à trajetória internacional. Os resultados do aumento de comercializações, acordos e licenças parecem sinalizar que as mudanças estão indo numa direção que vem trazendo retorno para a empresa e para Quebec. Esse resultado é também, a nosso ver, uma expressão da flexibilidade da gestão da Hydro-Québec e uma preocupação com as perspectivas de crescimento e penetração em novos mercados.

No contexto da reestruturação da oferta e da demanda da indústria de equipamentos elétricos, associada à globalização dos mercados e, em alguns setores, à internacionaliza-

³³ Hydro-Québec. Op. cit., 1993.

ção da P&D, abrem-se algumas perspectivas de desenvolvimento cooperativo e de fortalecimento do sistema produtivo e tecnológico interno, onde os centros de pesquisas do Estado, como Ireq e Cepel, podem desempenhar papel importante. São estas as perspectivas que abordaremos a seguir.

4. As perspectivas dos centros de pesquisa públicos no contexto da reestruturação da oferta e da demanda de equipamentos elétricos

A partir do início dos anos 80, com a reorganização da economia mundial em função da grave crise do sistema internacional, observa-se na indústria de equipamentos elétricos uma reestruturação, com tendência à fusão de grandes grupos³⁴ associada à multiplicidade de acordos entre agentes, onde os concorrentes se fazem parceiros, redesenhando a paisagem industrial, através da constituição de uma rede de relações onde a tecnologia passa a desempenhar um papel importante na estratégia dos agentes e conseqüentemente na reestruturação industrial.³⁵ Nesse contexto de forte incerteza e competição, a entrada de novos produtores resulta cada vez mais da capacidade de inovação das firmas. Nesse sentido, a manutenção de uma posição dominante está fortemente associada à pesquisa de complementaridades, tanto tecnológicas, de capacidade produtiva, como de acesso a novos mercados. Assim sendo, não é necessariamente a posição de uma firma no mercado que lhe dá poder na indústria, mas sim sua capacidade de administrar combinações e influenciar a orientação global da indústria, num momento em que as formas “embrionárias” de organização industrial traduzem o potencial de combinações no contexto da articulação: tecnologia-produto-mercado.³⁶ As estruturas oligopolísticas se rearrumam e se diluem em multiplicidades de forças tecnológicas que alteram a estrutura da oferta.

A concentração da produção no nível mundial vem sendo acompanhada de mudanças na estratégia dos grupos, no sentido de incentivarem os acordos de cooperação locais, visando aumentar a competitividade e assegurar novos mercados, o que favorece o aumento da autonomia tecnológica e de gestão das subsidiárias. Para fazer face ao aumento da competição, as filiais estão se lançando não só na fabricação, mas também na concepção de produtos, e direcionando a estratégia tecnológica para a inovação. Esse movimento exige, em muitos casos, um esforço maior de P&D nos países hospedeiros. Na indústria de equipamentos elétricos observa-se, articulada ao movimento de concentração da produção, uma tendência, embora em ritmo mais lento, à internacionalização da P&D.

Um segundo movimento que se observa nessa indústria é o redirecionamento dos investimentos, em função principalmente da reestruturação também da demanda, seja devido à reestruturação das empresas de eletricidade (principalmente na Europa), seja em

³⁴ A fusão Asea/Brown Boveri, em 1982 (cujos valores de vendas mundiais atingem o montante de cerca de US\$29 bilhões), desencadeou outras importantes fusões, como Alstom-GEC em 1988, que influenciaram o comportamento subsequente da ABB, que passou a operar em escala mundial, passando de uma estratégia multidoméstica para uma estratégia global na produção de equipamentos elétricos (Ninni, A. Recent changes in the power equipment industry and the opening of public procurement markets. *Energy Policy*, May 1990. p. 320-31).

³⁵ Chesnais, F. *Competitivité technologique en tant que competitivité structurelle*. In: Chesnais, F. (ed.). *Competitivité internationale et dépense militaires*. Paris, Economica, 1990.

³⁶ Zimmerman, J. B. L'équilibre oligopolistique face à la transformation des modes d'organisation industrielle et de la concurrence. *Economies et Sociétés* (11-12): 221-40, 1988.

função das pressões de natureza ambiental e de segurança. A partir principalmente da crise do petróleo, crescem a produção de pequenas centrais e a preocupação com a qualidade, eficiência e segurança dos mercados e do meio ambiente. A experiência dos países industrializados mostra que investimentos em P&D e capacitação tecnológica têm sido bem-sucedidos na obtenção de ganhos de eficiência na oferta e no uso de eletricidade, reduzindo a necessidade de investimentos por unidade de energia útil gerada ou consumida.³⁷

Do lado da demanda observa-se, principalmente nos países europeus, uma reestruturação do setor, como a privatização de algumas empresas, além da abertura do mercado europeu.³⁸ As empresas de eletricidade européias estão priorizando pequenas usinas, novas fontes de energia, além de se preocuparem cada vez mais com a questão da conservação de energia e com os efeitos ambientais. Na agenda de pesquisas do Ireq e do Cepel essas preocupações são evidentes. Na perspectiva de atender melhor aos clientes, a preocupação com a gestão do uso da energia, o controle e a qualidade dos serviços passou a ter peso grande na definição das linhas de pesquisa.

Ao se confrontar as agendas de pesquisas das empresas multinacionais com as dos centros de pesquisa (Ireq e Cepel), constata-se uma grande confluência de interesses,³⁹ o que mostra o potencial de cooperação entre essas instituições. São fundamentais a associação com as subsidiárias e o aumento de intercâmbio e cooperação com a comunidade científica internacional, no sentido de internalizar os avanços tecnológicos e transferi-los principalmente para a indústria local. A integração dos laboratórios públicos com as atividades de pesquisa internacionais, segundo Dalpé e Anderson⁴⁰ se justifica e passa a ser imprescindível no atual contexto, devido fundamentalmente aos seguintes fatores:

- a) a missão de os laboratórios públicos difundirem o conhecimento obriga-os a conhecer o estado da arte do conhecimento científico e tecnológico nos países mais avançados;
- b) o fato de a pesquisa universitária, industrial ou pública, ser realizada cada vez mais em colaboração com parceiros estrangeiros permite acelerar não só o processo de inovação, mas o acesso aos novos conhecimentos;
- c) o crescimento dos custos das pesquisas e dos equipamentos faz com que a colaboração seja uma forma de viabilizar financeiramente os grandes projetos e compartilhar a incerteza quanto ao retorno dos investimentos;
- d) quando a indústria local é frágil, como é o caso da indústria de equipamentos elétricos em Quebec, a cooperação internacional abre uma perspectiva de novos mercados;⁴¹

³⁷ Bell, M. *Continuing industrialisation, climate change and international technology transfer*. England, University of Sussex, Science Policy Research Unit, 1990.

³⁸ O European Single Act estabelece a abertura das compras públicas em setores como o elétrico, o que poderá ter efeitos significativos sobre a estrutura do mercado, ou implicar o fim do mercado cativo nos países da CEE, e também alterar os fatores de competitividade das firmas (Ninni, A. Op. cit.).

³⁹ Ninni, A. Op. cit.; Ireq. Op. cit. e Cepel. *Reestruturação organizacional*. Op. cit.

⁴⁰ Dalpé, R. & Anderson, F. Op. cit.

⁴¹ A indústria de equipamentos elétricos brasileira é mais diversificada que a indústria quebequense. Existem importantes fabricantes nacionais, principalmente de equipamentos de distribuição e controle.

e) a tendência à padronização internacional faz com que a participação em atividades junto aos organismos internacionais responsáveis pelas normas permita aos países se imporem de acordo com a capacitação nacional;

f) a participação dos laboratórios públicos nos grandes projetos internacionais é um modo de assegurar, em retorno, a participação da indústria nacional;

g) a função de representação exercida por muitos laboratórios junto às organizações internacionais é uma forma de afirmar os interesses políticos e econômicos do país.

No contexto das transformações por que passam a oferta e a demanda de equipamentos elétricos, percebe-se tanto em Quebec como no Brasil, no tocante à oferta, dois movimentos: de um lado, um aumento dos investimentos em P&D das empresas subsidiárias, devido à maior autonomia e à conquista, em alguns casos, do mandato de produção regional ou mundial de alguns produtos; e de outro lado, o surgimento de novos fornecedores, principalmente no domínio da gestão e do controle do sistema. Isso vem permitindo o aparecimento de pequenas e médias empresas com forte conteúdo tecnológico, de domínio nacional, contribuindo assim para aumentar a autonomia tecnológica do país. Esse movimento, em Quebec, pode ser visto através dos acordos de fabricação e comercialização de produtos desenvolvidos pelo Ireq.⁴² No Brasil, essa tendência foi detectada no nível estadual, no caso da Cesp. Através da abertura de pacotes tecnológicos, a Cesp desenvolveu alguns componentes importantes para a repotencialização de suas usinas, que estão sendo desenvolvidos por empresas nacionais de pequeno e médio porte, mas com elevado conteúdo tecnológico. Com essa política, a Cesp conseguiu aumentar seu poder de barganha junto aos grupos internacionais e reduzir os custos dos seus projetos, além de abrir espaço para os fabricantes nacionais, competitivos devido a seus baixos custos operacionais.

Através dos acordos, a Hydro-Québec garante o fornecimento dos grandes equipamentos, desenvolvidos principalmente por subsidiárias estrangeiras, e assegura também a participação de pequenas e médias empresas que fabricam produtos, principalmente desenvolvidos pelo Ireq, o que favorece o aumento da autonomia tecnológica da região.

A cada segmento da indústria de eletricidade se associam uma atividade de pesquisa e diferentes perspectivas de desenvolvimento tecnológico. A tecnologia de produção (turbinas e comportas) utiliza uma tecnologia madura com poucas possibilidades de mudanças mais significativas. O transporte de eletricidade já vem apresentando importantes desenvolvimentos direcionados principalmente para a redução de perdas, aumento da resistência dos materiais à corrosão, bem como para a produção de sistemas de controle mais eficientes e confiáveis. Nesse segmento, tanto o Ireq como o Cepel vêm realizando importantes desenvolvimentos. A distribuição e a utilização da energia ainda apresentam um grande potencial de trabalho e constituem um desafio para os dois países. Dentro dessa linha de preocupação, a Hydro-Québec criou o Laboratoire de Technologies Électrochimiques et des Électrotechnologies (LTEE), que visa desenvolver processos elétricos capazes de substituir os processos industriais tradicionais, geralmente à base de combustíveis, como microondas, plasmas e outros processos químicos.⁴³ Esses desenvolvimentos estão

⁴² Faucher, P. Política de ajustamento ou erosão... Op. cit.; Hydro-Québec. Op. cit., 1994.

⁴³ Hydro-Québec. *Plan de développement. Proposition 1993*. Montréal, 1993.

fortemente ligados ao desenvolvimento tecnológico de outros setores, o que pressupõe articulação e cooperação com os mesmos. A orientação das compras dessas empresas para produtos que incorporam maior nível de mudança tecnológica pode aumentar o potencial de impacto dos investimentos das empresas produtoras de energia sobre a mudança tecnológica.⁴⁴ A política de compras do governo pode ser um instrumento de intervenção indireta no processo de inovação da indústria, mesmo quando tem como principal objetivo a qualidade dos serviços e o uso de produtos e serviços pelo setor público.⁴⁵

Talvez um dos maiores desafios para a Eletrobrás/Cepel seja atrelar a pesquisa nacional à trajetória internacional, não só devido aos fatores ressaltados por Dalpé e Anderson⁴⁶ e às características dos novos investimentos ou nova abordagem, mas também devido à necessidade de fortalecer o sistema científico e tecnológico local e, conseqüentemente, a possibilidade de assimilar e aplicar esse conhecimento na indústria local, melhorando assim seu desempenho.

Constitui também um desafio para a Hydro-Québec e a Eletrobrás articular o interesse da indústria subsidiária, que se torna cada vez mais autônoma, com o interesse do país, que é de aumentar o nível de capacitação local e da competitividade de sua indústria. Esses interesses não são necessariamente conflitantes. Como o Ireq, o Cepel tem um papel importante, não só de dar suporte às concessionárias, na melhoria da qualidade e eficiência do sistema, mas também de difundir e comercializar suas tecnologias, além de buscar novas perspectivas de mercado e recursos para o setor.

A Hydro-Québec, como a maioria das empresas públicas de eletricidade, enfrenta uma série de pressões, principalmente por parte dos grupos ecológicos.⁴⁷ A construção de hidrelétricas quase sempre provoca problemas de ordem social e ambiental. A empresa, todavia, vem procurando repensar suas relações com os demais atores envolvidos na produção, distribuição e utilização da energia, bem como incentivar a busca de soluções tecnológicas que reduzam os efeitos ambientais. A autonomia de gestão e poder de decisão quanto à questão tecnológica permitiu que a Hydro-Québec se tornasse uma empresa mais flexível e inovadora. A Eletrobrás, por seu turno, desde a sua criação gozou de pouca autonomia, seja em relação aos recursos financeiros, seja em relação à questão tecnológica, o que na nossa opinião explica sua postura “passiva” em relação à inovação tecnológica. A trajetória de cada país ou empresa está relacionada às diferentes condições ambientais que determinam os diversos padrões de aprendizado e, portanto, distintas taxas e direções

⁴⁴ “The single most important factor affecting the ability of public procurement to influence technological change was the stage of maturity of the product and the industry. It is when the industry and product are in the early stages of their cycle of development that procurement incentives have their greatest potential impact on technological change” (Rothwell, R. & Zegveld, W. *Reindustrialization and technology*. Harlow, Longman, 1985. p. 125).

⁴⁵ Dalpé, R. Effects of government procurement on industrial innovation. *Technology in Society*, 16 (1): 65-83, 1994.

⁴⁶ Dalpé, R. & Anderson, F. Op. cit.

⁴⁷ A autorização, pelo primeiro-ministro de Quebec, para a construção da primeira fase do projeto SM3 sobre o rio Sainte Marguerite, com uma capacidade de produção de 650MW, da ordem de US\$1,2 milhão, despertou a reação de vários grupos ambientalistas. Segundo eles, os estudos existentes não mostram o potencial de repercussão ambiental e o comportamento da demanda não justifica a obra (*Le Devoir*, 25-2-1994). A Hydro-Québec previa um aumento de 2,2% da demanda para 1993, sendo registrado apenas 0,5%, em função da recessão. A queda da demanda levou a Hydro-Québec a reduzir a compra de energia dos produtores privados de 760MW para 560MW. Essa energia seria oriunda de fontes renováveis e co-geração, que faz parte de um programa que visa a redução da necessidade de expansão da oferta.

da mudança tecnológica.⁴⁸ Ou, como bem expressa Hughes, ao descrever a difusão do sistema elétrico no Ocidente entre 1880 e 1920:

*“Electrical power systems embody the physical, intellectual and symbolic resources of the society that constructs them; therefore, in explaining changes in the configuration of power systems, the historians must examine the changing resources and aspirations of organizations, groups and individuals. Electric power systems made in different societies — as well as in different times — involve certain basic technical components and connections, and variations in resources, traditions, political arrangements, and economic practices from one society to another. In this sense, electric power systems, like much other technologies, are both cause and effect of social change.”*⁴⁹

Mesmo considerando as especificidades ou trajetórias de cada empresa, o acompanhamento dos desenvolvimentos tecnológicos e o aumento dos vários tipos de cooperação são fundamentais, tendo em vista os custos e a incerteza das pesquisas, sua crescente complementaridade e a dinâmica do próprio processo de inovação. Essa integração pode favorecer a constituição e/ou o fortalecimento do tecido produtivo e tecnológico local, compensando de alguma forma as limitações financeiras e de recursos humanos, como é o caso brasileiro. Seja qual for a trajetória tecnológica do país, no atual momento de reestruturação do mercado mundial (globalização) e da internacionalização da P&D, a articulação com a trajetória internacional é uma questão não só necessária, devido ao papel dos laboratórios públicos, mas uma questão de sobrevivência dessas instituições.

5. Conclusões

O processo de inovação, pela sua complexidade e dinâmica, tem exigido dos laboratórios públicos uma atuação mais ativa e integrada à pesquisa internacional. Tendo em vista a complexidade e interdisciplinaridade do conhecimento, o atrelamento dos trabalhos científicos ao desenvolvimento tecnológico passou a ser fundamental.

No nível internacional percebe-se um redirecionamento dos investimentos das empresas produtoras de equipamentos e materiais elétricos, bem como das empresas produtoras de eletricidade, no sentido de privilegiarem os estudos nas áreas de transmissão (supercondutividade), distribuição e utilização de energia, onde é grande o potencial de racionalização, conservação e melhoria da qualidade dos serviços. O esforço para reduzir o consumo e racionalizá-lo pode diminuir as necessidades de expansão da oferta, e, conseqüentemente, os impactos ambientais.

O redirecionamento da pesquisa (privilegiando a distribuição e a utilização da energia) abre perspectiva para o surgimento de novos fornecedores especializados, pequenas e médias empresas, com domínio tecnológico. Esse movimento contribui para aumentar o nível de autonomia tecnológica local e a possibilidade de alcançar novos mercados. A exploração dessa vertente, fundamental para o fortalecimento da indústria local, depende, todavia, de algumas condições como:

⁴⁸ Dosi, G.; Grannetti, R. & Tonelli, A. Introduction, theory and history of technology and business firms: the microeconomics of industrial development. In: Dosi, G.; Grannetti, R. & Tonelli, A. (eds.). *Technology and enterprise in historical perspective*. Oxford, Clarendon Press, 1992.

⁴⁹ Id. *ibid.*, p. 11.

- a) a estratégia tecnológica das empresas subsidiárias, no sentido de alcançarem maior autonomia tecnológica, o que conduzirá à especialização;
- b) a implementação, nas empresas de eletricidade, de uma estratégia tecnológica atrelada à política industrial, na perspectiva dos *grappes* tecnológicos, buscando articular o tecido tecnológico local;
- c) o acompanhamento dos avanços na fronteira do conhecimento e a sua transferência para a indústria local, para abrir novas perspectivas de mercado;
- d) o desenvolvimento de um sistema de informação, para dinamizar o conhecimento e tornar a pesquisa uma atividade coletiva⁵⁰ e interdisciplinar; e
- e) a existência de um sistema de gestão estratégico que articule as várias áreas da empresa, explorando o conhecimento acumulado e fazendo-o interagir com os novos conhecimentos, no sentido de integrar cliente/usuário da tecnologia num ambiente propício ao processo de aprendizado e inovação.

A Hydro-Québec, pelas informações disponíveis, parece não só ter compreendido a nova dinâmica do processo de inovação, como se ter reestruturado para melhor integrar-se, no sentido de contribuir para o fortalecimento do sistema produtivo e tecnológico de Quebec. O desafio para a Hydro-Québec/Ireq constitui, pois, manter a pesquisa concentrada e articulada no contexto das perspectivas de integração dos mercados públicos canadenses e norte-americanos.

A Eletrobrás/Cepel, por seu turno, ainda tem um longo caminho pela frente, ou seja, perceber o papel estratégico da tecnologia e a importância da integração da pesquisa local com a pesquisa internacional e os usuários da tecnologia. A reestruturação do Cepel, embora importante, é apenas um passo; precisa ser assumida institucionalmente. No caso brasileiro, portanto, o maior desafio é ainda concentrar e integrar também a pesquisa numa perspectiva de abertura do mercado, que pode forçar sua fragmentação.

O Cepel, seja devido à cultura institucional, que pouco valorizou a inovação tecnológica, seja devido à indeterminação ou falta de uma estratégia tecnológica para o setor, buscou soluções próprias, que visam reduzir a dependência financeira da Eletrobrás e buscar novos parceiros, procurando incorporar a lógica do mercado no escopo de suas pesquisas e desenvolvimentos.

São mudanças complexas, na medida em que seus resultados dependem:

- a) da capacidade de o Cepel repensar suas relações internas e externas com as demais empresas do setor, a indústria e a comunidade científica nacional e internacional; e
- b) do nível de articulação de suas pesquisas e desenvolvimentos com os interesses dos demais atores, através do incentivo aos trabalhos cooperativos e desenvolvimento de alianças, na perspectiva de reduzir os custos e riscos das pesquisas e de abrir novos mercados para os seus desenvolvimentos. Esse esforço poderá contribuir para fortalecer

⁵⁰ Pavitt, K. What we know about the strategic management of technology. *California Management Review*, 32, (3):17-26, 1990.

o sistema produtivo e tecnológico nacional, melhorar a qualidade dos serviços, o nível de competitividade da indústria local e sua integração com o mercado internacional.

Referências bibliográficas

Bell, M. *Continuing industrialisation, climate change and international technology transfer*. University of Sussex, Science Policy Research Unit, 1990.

Caron, C. *Grands projets et innovation technologique: le Project de Main-Outards de la Société d'État Hydro-Québec*. Mémoire, Université de Montréal, Département de Science Politique, 1991.

Cepel. *Planejamento tecnológico*. Rio de Janeiro, Programas de Estudos, Relatório final, 1991.

———. *Reestruturação organizacional*. Rio de Janeiro, 1991.

Chesnais, F. Compétitivité technologique en tant que compétitivité structurelle. In: Chesnais, F. (ed.). *Compétitivité internationale et dépenses militaires*. Paris, Economica, 1990.

Dalpé, R. Effects of government procurement on industrial innovation. *Technology in Society*, 16 (1): p. 65-83, 1994.

——— & Anderson F. Evaluating the industrial relevance of R&D laboratories. In: Bozeman, B. & Melkers, J. (eds.) *Evaluating R&D impacts: methods and practice*. Boston, Kluwer Academic Publishers, 1993.

Demers, C. *La diffusion stratégique en situation de complexité. Hydro-Québec: un cas de changement radical*. HEC, Université de Montréal, 1990. (Thèse de Doctorat.)

Dosi, G.; Grannetti, R. & Tornelli, A. Introduction. Theory and history of technology and business firms: the microeconomics of industrial development. In: Dosi, G.; Grannetti, R. & Tornelli, A. (eds.). *Technology and enterprise in historical perspective*. Oxford, Clarendon Press, 1992.

Eletrobrás. *Relatório*. Rio de Janeiro, Diretoria Financeira, Departamento de Recursos, 1989.

Faucher, P. Procurement by State-controlled enterprises: potential and limits for industrial development. In: Hafsi, T. (ed.) *State-owned enterprise and technological development*. Greenwich, Conn., Jai Press, 1992.

———. Politiques d'achat et développement technologique: le cas d'Hydro-Québec. In: Conseil de la Science et de la Technologie du Québec. *Le marché public et le développement technologique au Québec: six rapports d'étude*. Québec, Ministère de la Science et de la Technologie, 1989b.

———. Política de ajustamento ou erosão do Estado no Brasil? *Dados*, 36 (3): 393-418, 1993.

Forces. *L'électricité à l'aube du troisième millénaire*, Québec (104), 1994.

Hafsi, T. & Demers, C. Compétitivité et nation: jeux dominants et jeux périphériques. *Revue International de Gestion*, HEC, 18 (3): 48-56, 1993.

Hanel, P. Écart technologique de l'industrie canadienne. In: Leclerc, M. (ed.). *Les enjeux économiques et politiques de l'innovation*. Montréal, Presse de L'Université de Montréal, 1990.

Hydro-Québec. *Dépenses en technologie, retombées économiques et général*. Montréal, Direction de Planification et Valorisation de la Technologie et Ireq, 1993.

———. *Plan de développement — proposition*. Montréal, 1993.

———. *Les pratiques de transfert de la technologie, résultats de l'enquête*. Montréal, Groupe Secor, 1993.

———. *Développement économique et étude de marchés*. Montréal. Vice-présidence de Planification et Développement, 1994.

Ireq. *Plan stratégique, 1993-1995*. Montréal, 1992.

———. *Rapport annuel*. Montréal, 1993.

Memória da eletricidade. *História do Centro de Pesquisa de Energia Elétrica – Cepel*. Rio de Janeiro, Eletrobrás, 1991.

Miller, R. & Daoust, C. Résumé des entretiens avec les clients internes de l'Ireq. Montréal, Chair Hydro-Québec, UQAM, 1992.

Motta, M. F. T. Fornecedores de bens e serviços e a expansão do setor elétrico. Rio de Janeiro, Eletrobrás, 1991. n. 5. (Cadernos do Plano 2015.)

Nelson, R. *Government and technical progress*. New York, 1982.

Ninni, A. Recent changes in the power equipment industry and the opening of public procurement markets. *Energy Policy*, May 1990. p. 320-31.

Niosi, G. & Bellon, B. The global interdependence of national innovation systems: evidences, limits, and implications. *Technology in Society*, 16 (2): 1-25, 1994.

Pageau, Y. *Hydro-Québec, navire admiral ou bateau ivre*. Boucherville, Québec, Vermette, 1993.

Pavitt, K. What we know about the strategic management of technology. *California Management Review*, 32 (3): 17-26, 1990.

———. Some foundations for a theory of large innovation firms. In: Dosi, G.; Grannetti, R. & Tonneli, A. (eds.). *Technological and enterprise in historical perspective*. Oxford, Clarendon Press, 1992.

Perrin, J. *Les transferts de technologie*. Paris, La Découverte/Maspéro, 1983.

Pinguelli, L. R. Contribuição à busca do equilíbrio entre Estado e participação privada no exemplo da energia elétrica. Rio de Janeiro, Fórum de Ciência e Cultura e SR-5-UFRJ, 1992. (Textos para Discussão.)

Rothwell, R. Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s. *R&D Management* (22/3): 221-39, 1992.

——— & Zegveld, W. *Reindustrialization and technology*. Harlow, Longman, 1985.

Stell, L. *Managing technology strategie view*. McGraw Hill, 1991.

Teece, D. Profiting from technological innovation: implications for integration, coloboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15: 285-305, 1986.

Warrant, F. Le déploiement mondial de la R&D industrielle, facteur et garant de la globalisation de la technologie et de la l'économie. *Science Recherche et Développement*, Bruxellas, C.E.E, 1991.

Zimmerman, J. B. L'équilibre oligopolistique face à la transformation des modes d'organization industrielle et de la concurrence. *Economies et Sociétés* (11-12): 221-40, 1988.