

Metodologia de avaliação de projetos de P&D do setor elétrico

Cássio Garcia Ribeiro

Faculdade de Ciências Humanas e Sociais, UNESP, cassio@franca.unesp.br

Edmundo Inácio Júnior

Faculdade de Ciências Aplicadas, UNICAMP, edmundo.inacio@fca.unicamp.br

André T. Furtado

Instituto de Geociências, UNICAMP, furtado@ige.unicamp.br

Gabriela Silva

Instituto de Geociências, UNICAMP, gabrielasilva@ige.unicamp.br

Abraham Benzaquen Sicsu

Fundação Joaquim Nabuco, FUNDAJ, sicsu@fundaj.gov.br

Luciana Elizabeth da Mota Távora

Fundação Joaquim Nabuco, FUNDAJ, luciana.tavora@fundaj.gov.br

Valencio Guedes Pereira

CHESF, valencio@chesf.gov.br

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar a proposta metodológica criada e aplicada para avaliar os projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) da carteira da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF). Este estudo se pauta fundamentalmente em revisão bibliográfica, focada na literatura sobre avaliação de políticas de Ciência, Tecnologia & Inovação (C,T&I), e no desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de programas e projetos de P&D. Pautada no modelo interativo de inovação, a metodologia proposta se apoia basicamente em duas ferramentas: 1ª) *survey*; e 2ª) estudos de caso. A adoção de mais de uma ferramenta para avaliar os projetos de P&D da CHESF, permitiu a construção de uma fotografia mais abrangente do processo de inovação dessa empresa. A metodologia foi testada com sucesso, revelando-se em importante instrumento para avaliar as políticas de promoção à P&D promovida pela ANEEL.

Abstract

The purpose of this article is to present the methodology created and applied to evaluate the research and development (R&D) projects portfolio of the Brazilian Electricity Regulatory Agency (ANEEL) Hydroelectric Company of the São Francisco (CHESF). This study is guided primarily on bibliographic review focused on literature on policy evaluation for Science, Technology & Innovation (ST&I), and the development of a methodology for evaluating programs and projects of R&D. Resorting on the interactive model of innovation, the proposed methodology relies primarily on two tools: 1) survey, and 2) case studies. Adopting more of a tool to evaluate R&D projects CHESF, allowed the construction of a more comprehensive picture of the innovation process of this company. The methodology has been successfully tested and proved to be an important tool to assess policies to promote R&D promoted by ANEEL.

1. Introdução

Numa economia pautada no conhecimento, o trinômio Ciência, Tecnologia & Inovação (C,T&I) representa um vetor da competitividade empresarial e do bem-estar da sociedade.

O aumento expressivo nos recursos alocados pelos governos nacionais para o fomento às atividades de C,T&I pode ser considerado como um reconhecimento da importância dessas atividades. Paralelamente a esse aumento, as autoridades governamentais têm empreendido esforços no sentido de avaliar os resultados e impactos de suas políticas de C,T&I, com a finalidade de averiguar se seus investimentos foram aplicados de maneira sensata, se alcançaram o retorno esperado e se fizeram alguma diferença em relação ao gasto privado pré-existente (COZZENS, 2000; GEORGHIOU e ROESSNER, 2000).

A crescente demanda por avaliar os sistemas nacionais de inovação e as políticas de apoio à P&D têm estimulado a institucionalização da avaliação dos mecanismos de fomento à inovação, por meio da realização de avaliações sistemáticas e recorrentes, de acordo com algumas regras e objetivos pré-definidos pelos avaliadores. Entre os fatores que motivaram a institucionalização da avaliação da P&D apoiada com recursos públicos podem ser destacados os seguintes:

- desejo de entender os efeitos das políticas e programas de apoio ao desenvolvimento tecnológico;
- aprender com o passado;
- prestação de contas à sociedade;
- aperfeiçoamento e/ou substituição de um mecanismo que não esteja sendo efetivo;

Assim como no exterior, também é possível observar um aumento dos instrumentos e recursos governamentais destinados a apoiar a inovação no Brasil. Segundo dados do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCTI, 2013), os dispêndios públicos em P&D passaram de R\$ 6,5 bilhões, para R\$ 23,0 bilhões, entre 2000 e 2010. É importante destacar que no Brasil os investimentos públicos são superiores aos investimentos empresariais em P&D, os quais alcançaram a soma de R\$ 15 bilhões no ano de 2008. Essa é uma tendência oposta ao que se observa nos países desenvolvidos, onde o setor empresarial é a principal fonte de recursos para aplicação em P&D. Como o setor público é o principal agente promotor da P&D no Brasil, salta à vista a importância da avaliação dos mecanismos governamentais brasileiros de fomento a essa atividade, sobretudo para apurar quais frutos eles estão proporcionando.

Em relação ao setor elétrico brasileiro, setor analisado nesta pesquisa, também é possível identificar um aumento expressivo dos gastos em P&D nos últimos anos em virtude do novo ambiente institucional gerado pela reforma do setor. Essa tendência em boa medida está associada à Lei n. 9.991/2000, a qual estabeleceu que as concessionárias e permissionárias de distribuição, geração e transmissão de energia elétrica tenham que aplicar um percentual mínimo de sua Receita Operacional Líquida (ROL) em projetos de P&D do setor elétrico. Paralelamente a esse aumento, também se observa uma preocupação das empresas do setor em avaliar os impactos desses gastos. O presente artigo se encaixa nessa preocupação, visto que seu objetivo principal é apresentar uma metodologia que foi desenvolvida para avaliar os resultados e impactos dos projetos de P&D da ANEEL contratados pela CHESF.

Após essa introdução é apresentada, na seção 2, uma revisão bibliográfica, a qual contemplará, a literatura que aborda os instrumentos de avaliação das políticas de C,T&I. Na seção 3 é destacada a importância da avaliação dos impactos da P&D no setor elétrico. A apresentação das principais ferramentas que compuseram a metodologia elaborada e

implementada para avaliar a carteira de P&D da CHESF é feita na seção 4. Na seção são apresentados alguns dos resultados obtidos por meio do *survey* e dos estudos de casos. Por fim, a seção 6, traz as principais conclusões deste estudo.

2. Conceitos e métodos relacionados a avaliação de políticas de C,T&I

Com vistas a trazer subsídios para o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de programas e projetos de P&D, principal objetivo deste estudo, inicialmente foi realizado um mapeamento e revisão da literatura focada na literatura sobre avaliação de políticas de CT&I. Com base nesse estudo, pode-se afirmar que as metodologias existentes para a avaliação dos resultados e impactos das políticas de C,T&I vão desde os enfoques ortodoxos, os quais enfocam os resultados tangíveis de tais políticas, até abordagens heterodoxas, focadas nos resultados intangíveis das mesmas.

As abordagens ortodoxas são atreladas ao pensamento neoclássico e, por conta disso, percebem o progresso técnico como um fenômeno exógeno ao funcionamento do mercado, ou seja, não tem relação alguma com o comportamento das firmas. Além disso, tais abordagens partem de uma visão linear do processo de inovação. Com base nesse arcabouço teórico, a avaliação da política de C,T&I se pauta no uso de ferramentas matemáticas e econométricas para a mensuração dos *inputs* e *outputs* (SALTER e MARTIN, 2001). O emprego dessas ferramentas é frequentemente adotado com vistas a identificar mudanças nos excedentes do produtor e consumidor, auxiliando na análise dos desdobramentos dos gastos governamentais sobre a performance das empresas, o crescimento da produtividade, o aumento na renda nacional e o bem-estar social (GEORGHIU e ROESSNER, 2000).

No que diz respeito às abordagens ortodoxas, convém ressaltar o pioneirismo do estudo realizado por Mansfield *et al.* (1977), cuja finalidade foi estimar, a partir de dezessete estudos de caso, a taxa de retorno social e privada do investimento relacionado a uma amostra de inovações. Com base nas informações coletadas, Mansfield *et al.* (1977) buscaram identificar tanto os benefícios sociais, como os benefícios privados decorrentes das inovações analisadas. Para tanto, utilizaram ferramentas como o excedente do consumidor e a taxa de retorno privada, calculada a partir dos custos poupados e das receitas auferidas com as inovações analisadas.

Alguns anos após esse estudo pioneiro, Mansfield (1991) realizou uma pesquisa com o objetivo de estimar em que medida as inovações tecnológicas em várias indústrias se baseavam em pesquisas acadêmicas recentes. Além disso, tal autor buscou averiguar a defasagem entre os investimentos em projetos de pesquisa acadêmica e a utilização industrial dos seus resultados. Esse estudo apresenta também uma análise sobre a taxa social de retorno da pesquisa acadêmica, na qual a preocupação central do autor é analisar o que teria acontecido se os recursos alocados à pesquisa acadêmica fossem retirados.

A principal conclusão a qual o autor chegou após a realização dessa pesquisa foi a seguinte: os resultados da pesquisa acadêmica são tão amplamente disseminados e seus efeitos tão fundamentais, sutis e generalizados, que identificar e mensurar as ligações entre a pesquisa acadêmica e a inovação industrial representa uma tarefa extremamente difícil. Ainda assim, Mansfield (1991) apresenta em seu estudo dados envolvendo o percentual de novos produtos e processos que, de acordo com as firmas que fizeram parte de sua amostra, não poderiam ter sido desenvolvidos (sem substancial atraso) na ausência da

pesquisa acadêmica recente. De acordo com o autor, visto que esses dados foram obtidos junto ao pessoal técnico e gerencial-chave das empresas inovadoras, eles merecem atenção.

O Escritório de Avaliação Tecnológica (*Office of Technology Assessment - OTA*), ligado ao Congresso dos Estados Unidos, publicou um relatório em 1986 em que são avaliadas as tentativas de se usar métodos econométricos para medir os retornos sobre os dólares gastos em P&D pelo setor público em três segmentos: agricultura, aviação e saúde (OTA, 1986). Os modelos econométricos investigados nesse relatório avaliam os desdobramentos dos gastos em pesquisa, mudança tecnológica e outros insumos relacionados à pesquisa, sobre o crescimento do PIB, produtividade e emprego.

De acordo com o OTA (1986), a ferramenta usualmente adotada nos estudos avaliados é a função de produção, na qual os insumos são divididos em três grupos: oferta de capital, oferta de trabalho e uma categoria denominada “outros fatores”, na qual são inseridas todas as mudanças na produtividade que não podiam ser explicadas pelas mudanças no trabalho e no capital. A categoria “outros fatores” possui natureza residual e inclui o conhecimento científico, o progresso tecnológico, a *expertise* administrativa e de mercado, as economias de escala, a saúde e a educação da força de trabalho e outros fatores que afetam a eficiência do uso dos recursos. Segundo tal relatório, nos anos 1950, os gastos em P&D (tomados como *proxy* do progresso tecnológico) também passaram a ser incluídos na função de produção, junto com capital e trabalho, como um insumo produtivo.

A conclusão do estudo realizado pelo OTA (1986) é a seguinte: apesar da dificuldade em se relacionar gastos governamentais em P&D a aumentos de produtividade na economia como um todo, os estudos avaliados revelam um incremento na produtividade dos setores fomentados por programas governamentais específicos. Grande parte desses estudos aponta também para uma forte correlação entre gastos em P&D e o crescimento da produtividade da economia como um todo.

Porém, vale observar que o relatório produzido pelo OTA (1986) aponta problemas nesses estudos como o fato de que eles trabalham com suposições e definições diferentes, bem como sua incapacidade de aferir de maneira precisa a causalidade entre as atividades de C,T&I apoiadas com recursos governamentais e o aumento da produtividade da economia. Nesse sentido, o caráter hipotético dessas metodologias é destacado em tal relatório. Além disso, cabe frisar que os responsáveis pela elaboração desse relatório concluem que os resultados dos estudos econométricos são mais consistentes quando o foco é uma firma ou indústria específica, visto que nesses casos a mensuração dos insumos e produtos é mais fácil.

Segundo Salter e Martin (2001), os resultados obtidos por meio dos estudos econométricos podem ser enganosos devido a muitas suposições irrealistas sobre a natureza da inovação. Nelson (1998) sugere que os enfoques ortodoxos, pautados em modelos econométricos, carecem de uma visão mais completa acerca da inovação, que incorporasse o importante papel desempenhado pelos múltiplos resultados relacionados à interação entre as firmas e entre elas e outras instituições, como as universidades. Além disso, esse mesmo autor (1982; 1998) argumenta que os modelos econométricos não tratam, de maneira adequada, dos processos que ligam insumos e produtos.

Os problemas subjacentes à aplicação dessas ferramentas, de cunho ortodoxo, para a avaliação das políticas de C,T&I, deu ensejo ao desenvolvimento de abordagens alternativas, de cunho heterodoxo. As abordagens heterodoxas para avaliação das políticas de C,T&I se apoiam principalmente no pensamento evolucionista (NELSON e WINTER, 1982). Diferentemente do pensamento neoclássico, esse marco de referência percebe o progresso técnico como um fenômeno endógeno, de maneira que a inovação tecnológica

representa um elemento central para se entender a competitividade das firmas e o crescimento econômico. Além disso, no âmbito do pensamento evolucionista o conhecimento científico e tecnológico possui um viés tácito e, em função disso, a aprendizagem que surge a partir das habilidades acumuladas por meio da experiência e anos de esforço, desempenha um papel importante do ponto de vista do processo inovativo (AUTIO, KANNINEN e GUSTAFSSON, 2008).

Assim, os autores evolucionistas descartam a hipótese ortodoxa de que o conhecimento científico esteja na prateleira, sem qualquer custo, disponível para todos (ROSENBERG, 1990). Vale destacar que esse marco de referência parte do modelo interativo de inovação (KLINE e ROSENBERG, 1986), para o qual a tradução do esforço científico e tecnológico realizado nos laboratórios de pesquisa, em desenvolvimento econômico, social, ambiental etc. não é processo sequencial que segue o modelo linear de inovação. Tal modelo se apoia na ideia de que existem múltiplas formas de interação e uma série de impactos que resulta da inovação, as quais devem ser levadas em consideração para um correto entendimento do processo inovativo.

Para a avaliação dos resultados e impactos das políticas de C,T&I, as abordagens heterodoxas se baseiam predominantemente em ferramentas qualitativas e tem como foco os desdobramentos intangíveis dessas políticas. Bach (1995, 2001) defende a importância de que os instrumentos de avaliação identifiquem não apenas os produtos gerados em função das políticas de C,T&I, como também os impactos/efeitos que surgem da interação entre os produtos gerados e a sociedade. Esse autor apresenta uma série de exemplos de possíveis produtos e efeitos/impactos advindos dos programas de P&D, derivado de um estudo europeu chamado COMEVAL (*Common Methodology for the Evaluation of Research and Technological Development Results*). Tais exemplos são elencados no Quadro 1.

Quadro 1. Produtos e Impactos/Efeitos dos Programas de P&D

	<i>Produtos</i>		<i>Impactos/Efeitos</i>
Produtos Intermediários:	Protótipos; Subsistemas tecnológicos; Demonstrações; Modelos/simuladores; etc.	Competitividade:	Vendas; <i>Market share</i> ; Abertura de mercados; Criação de novos mercados; etc.
Produtos:	Novos produtos; Produtos perfeccionados;	Empregos:	Criação de empregos; Criação de empregos em regiões com expressivo desemprego; Perda de empregos; etc.
Processos:	Novos processos; Processos aperfeccionados;	Organização:	Formação de uma nova firma; Criação de uma joint venture para explorar resultados; etc.

Fonte: Adaptado de Bach (2001).

No âmbito do paradigma evolucionista, vale destacar as contribuições da metodologia desenvolvida pelo BETA (*Bureau d'Economie Théorique et Appliquée*) da Universidade de Estrasburgo. Esta metodologia foi criada especialmente para avaliar os fornecedores da Agência Espacial Europeia (*European Space Agency – ESA*) sendo também utilizada em outros estudos de avaliação, dentre os quais destacamos o programa PROCAP 1000 (FURTADO *et al.*, 1999), conduzido pelo Departamento de Política Científica e

Tecnológica (DPCT) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) em associação com a Universidade de Estrasburgo, donde provém a metodologia BETA.

O enfoque metodológico proposto pelo BETA se preocupa em analisar a natureza imprevisível dos ganhos oriundos da inovação, denominando os resultados que extrapolam o quadro setorial e empresarial de *spin-off*. Tal enfoque, além de buscar quantificar os impactos diretos, procura definir uma série de *spin-offs* para os participantes que podem resultar da execução de um projeto. Estes não são apenas de natureza tecnológica, podendo também derivar do processo de aprendizagem em vários níveis dentro da empresa ou do centro de pesquisa.

Isto posto, Bach *et al.* (1995) identificam os impactos econômicos dos programas tecnológicos como sendo de duas naturezas, a saber: os impactos diretos e os impactos indiretos. Quanto aos impactos diretos eles decorrem de objetivos explicitados quando da elaboração do projeto. Diante disso, se o objetivo do projeto era desenvolver um novo produto, o impacto são as vendas desses produtos. Os impactos levados em consideração são aqueles que estão diretamente associados ao aumento de conhecimento tecnológico resultante da atividade do projeto.

No que diz respeito aos impactos indiretos eles derivam fundamentalmente do processo de aprendizagem que ocorre ao longo do projeto, estando, por conseguinte, fora do escopo inicial do projeto. Os seguintes impactos indiretos analisados merecem uma atenção especial: impactos tecnológicos, impactos comerciais, impactos organizacionais, impactos em recursos humanos. Vale destacar que a metodologia proposta pelo BETA oferece uma percepção realista de quanto cada projeto contribuiu em um certo impacto. Este aspecto é definido na metodologia BETA como “coeficiente de paternidade” do projeto em um dado impacto.

3. A importância da avaliação da P&D no setor elétrico brasileiro

Conforme destacado na introdução deste artigo, a partir da década de 1990 foi levado a cabo no Brasil um processo de privatização do setor de energia elétrica. No bojo desse processo, a iniciativa privada recebeu permissão para operar empresas de serviço público com base em concessões. A ANEEL foi criada com vistas a regular e fiscalizar as atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia, a partir da promulgação da Lei 9.427/1996.

Em relação ao novo ambiente institucional criado pelo governo brasileiro nos anos 1990, deve-se destacar também o papel desempenhado pela Lei 9.991/2000, a partir da qual ficou estabelecido que as concessionárias e permissionárias de distribuição, geração e transmissão de energia elétrica que operam no país apliquem um percentual mínimo de sua Receita Operacional Líquida (ROL) em projetos de P&D. Assim, pode-se afirmar que com a criação dessa Lei, o governo passou a incentivar as atividades de inovação do setor. A ANEEL ficou responsável pela regulamentação e fiscalização dos programas de P&D.

De acordo com o manual de elaboração de projetos da agência (ANEEL, 2008), os projetos de P&D, são aqueles destinados à capacitação e ao desenvolvimento tecnológico das empresas de energia elétrica, visando a geração de novos processos ou produtos, ou o aprimoramento de suas características. Cada projeto possui, no mínimo, um gerente, um coordenador e um pesquisador. O Gerente de Projeto é a pessoa responsável, no âmbito da empresa, pelo acompanhamento da execução do Projeto de P&D, respondendo técnica e administrativamente por esse. O Gerente de Projeto deve ser membro do quadro efetivo da

empresa e prestar contas do progresso dos trabalhos ao Gerente de Programa. No caso de projetos cooperativos, o Gerente de Projeto pode tanto ser da empresa proponente quanto de uma das empresas cooperadas.

A Tabela 1 mostra que após o estabelecimento da Lei 9.991, os investimentos em P&D no setor elétrico aumentaram a cada ano. Isso torna relevante uma avaliação dos impactos gerados por esses investimentos no setor elétrico, o que permitirá nesse contexto, verificar a eficácia da política pública de incentivo à inovação no setor.

Tabela 1. O Programa de P&D Regulado pela ANEEL: Investimentos

Ciclo	Projetos Aprovados	Valor Aprovado Aproximado (Milhões de Reais)
1998-1999	63	12,90
1999-2000	164	29,74
2000-2001	439	113,30
2001-2002	535	156,22
2002-2003	672	198,80
2003-2004	602	186,97
2004-2005	600	191,68
2005-2006	917	352,14
2006-2007	480	193,57
Total	4.472	1.435,34

Fonte: Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética, ANEEL- 2009.

Nota : Elaborado pelos autores.

Não são muito os trabalhos que se destinam a esse fim, ou seja, de avaliação da P&D no setor elétrico. Entre eles, alguns podem ser destacados como os artigos de Jannuzzi (2005), de Salles-Filho *et al.* (2007) e Silva Jr., Quandt e Procopiuck (2009), a dissertação de Guedes (2010) e o livro do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2011) organizado por Pompermayer, De Negri e Cavalcante.

O estudo realizado por Jannuzzi (2005) faz uma contextualização da criação do programa e analisa alguns dos seus primeiros resultados. O autor conclui que seria pouco provável que as iniciativas voltadas para as atividades P&D tivessem ocorrido sem as imposições regulatórias estabelecidas pela Lei 9.991/2000.

No estudo realizado por Salles Filho *et al.* (2007), foi realizada a descrição de uma ferramenta de apoio à decisão para alocação de recursos do programa, criada por pesquisadores da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). Além disso, os autores atribuem ao programa um conjunto de impactos representativos, com destaque para: *i*) cerca de R\$ 2,23 bilhões de resultados contra um investimento total de R\$ 660 milhões, no universo da análise – isto é, R\$ 3,40 para cada R\$ 1,00 investido no programa teriam sido recuperados; e *ii*) redução de perdas em um montante de 4 mil MW, que equivaleriam a um investimento em geração hidráulica da ordem de R\$ 32 bilhões (IPEA, 2011) .

O estudo realizado por Silva Jr., Quandt e Procopiuck e (2009) analisou como os investimentos obrigatórios em P&D, estariam se inserindo na estratégia competitiva das empresas do setor elétrico brasileiro. Os autores aplicaram questionários aos gestores de P&D de 36 empresas, incluindo os setores de distribuição (14 empresas), geração (13 empresas) e transmissão (9 empresas), o que corresponde a aproximadamente 20% do total das empresas do setor no período de agosto a outubro de 2008. Os resultados mostraram que os investimentos são orientados mais ao atendimento da obrigatoriedade legal do que à produção de impactos positivos para a sociedade ou de resultados estratégicos para as

organizações. Para os autores, os projetos atenderiam a demandas internas das empresas e suas necessidades operacionais, dando pouca importância a fatores, como melhoria do desempenho e geração de novos produtos, serviços ou negócios. Concluem, portanto, que a inovação não estaria inserida na estratégia competitiva das empresas do setor.

Guedes (2010) avaliou a percepção dos agentes a respeito do programa. Seus resultados indicam que o modelo de investimentos diretos em P&D pelas empresas tem se convertido, ainda que não nas proporções desejadas, em benefícios para o setor de energia elétrica. Segundo a autora, o principal resultado percebido do programa foi a superação do contingenciamento crônico dos recursos destinados aos fundos setoriais. Ela também vê como benefício os investimentos serem feitos pelas próprias empresas, uma vez que elas seriam as maiores conhecedoras dos gargalos tecnológicos do setor.

Finalmente, o estudo realizado pelo IPEA, buscou analisar os impactos e resultados do programa de P&D regulado pela Aneel, no período compreendido entre 2000 e 2009. Nesse estudo, foi enfatizada a avaliação da abrangência da rede de pesquisa formada pelo programa de P&D e seus impactos de natureza quantitativa e qualitativa. As informações para a realização do trabalho foram obtidas através da Aneel, que fiscaliza a execução as atividades de cada programa de P&D do setor elétrico. Para uma análise qualitativa dos resultados do programa de P&D, foram realizadas entrevistas com os gerentes de P&D das principais empresas do setor elétrico brasileiro e com os coordenadores de pesquisa de instituições científicas e empresas parceiras, os autores procuram verificar o alinhamento de projetos à estratégia global dos agentes e a capacidade do programa disseminar uma cultura de inovação nas empresas.

Após a revisão da literatura, foi verificado que existe um amplo espaço para investigações dos resultados e impactos obtidos com o programa de P&D do setor elétrico, isso porque os estudos apresentados mostram resultados otimistas e também pessimistas em relação aos resultados do programa. Por isso, é importante um acompanhamento desses resultados e impactos para que se possa avaliar e também aprimorar a política de incentivo à inovação no setor.

Este artigo se encaixa nesse contexto, pois apresenta a metodologia de avaliação criada e alguns dos resultados da pesquisa contratada pela Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), concessionária de geração e transmissão do sistema Eletrobrás. Essa companhia desejava ter um melhor conhecimento dos efetivos resultados gerados pelos projetos de P&D financiados por ela, assim como entender como estava se dando o processo de apropriação desses resultados. Em linhas gerais, a metodologia, apresentada nas seções que se seguem, foi construída com vistas a alcançar três objetivos principais, a saber: Fornecer à CHESF uma ferramenta que a permitisse avaliar sistematicamente os impactos dos Investimentos no Programa de P&D; Disponibilizar essa metodologia para outras Instituições do Sistema Eletrobrás; A partir das conclusões da Pesquisa, subsidiar sugestões para modificação de parâmetros dos Editais e do Monitoramento dos Projetos visando Resultados e Impactos atrelados à Estratégia Empresarial.

4. Passos metodológicos da avaliação dos projetos de P&D da Chesf

Após o levantamento das metodologias disponíveis para a avaliação de projetos de P&D, o presente trabalho optou por metodologias que se baseiem no modelo interativo de inovação (KLINE e ROSENBERG, 1986) e com isso permitem que se ajuste várias dimensões no processo de avaliação, de modo que se possa ir além dos resultados diretamente previstos.

Saliente-se, ainda, que permitir quantificar esses impactos e separar fontes principais que levaram à sua consecução, dá ao analista uma visão mais ampla para a programação de novas estratégias que consolidem o programa de incentivo. A equipe responsável pela elaboração da metodologia teve o cuidado de não se apoiar apenas em informações coletadas a partir de estudos de caso, uma vez que algumas pesquisas apontam que esse tipo de coleta de dados pode levar a interpretações equivocadas acerca da política avaliada, pelo foco nos vencedores (GEORGHIOU e ROESSNER, 2000).

Dessa forma, para dar início ao processo de avaliação, foi esquematizado o seguinte procedimento metodológico: inicialmente foi realizada uma pesquisa documental que permitiu a definição dos aspectos a serem avaliados através de um *survey* para se chegar finalmente a estudos de casos. Através da pesquisa documental, os avaliadores buscaram nos documentos (projetos) as informações necessárias que permitiram constituir a base inicial de informações. Esses documentos fornecidos pela CHESF, objeto de uma primeira avaliação, compreendem os relatórios de acompanhamento dos projetos realizados pelas entidades executoras, em sua grande maioria universidades e alguns poucos centros de pesquisa. Com base nas informações contidas nesses relatórios foi possível compreender a natureza de cada projeto, seus objetivos, a equipe e os recursos mobilizados dentre outras informações que proporcionaram uma melhor compreensão de cada projeto avaliado.

Em seguida, foram selecionados os critérios a serem avaliados para a construção de um questionário específico para cada um dos seus atores principais: o gerente da CHESF e o coordenador responsável pela execução da pesquisa. A realização de um pré-teste permitiu a adequação dos questionários. O objetivo do pré-teste foi avaliar se o questionário estava sendo devidamente entendido pelos entrevistados e para assegurar que as informações obtidas atendiam aos propósitos do estudo. Nesse sentido, o pré-teste permitiu a identificação de potenciais falhas que foram corrigidas, possibilitando o aperfeiçoamento do instrumento de pesquisa.

4.1. O *Survey*

O *survey* é uma ferramenta de pesquisa caracterizada pela coleta sistemática de informações obtidas dos respondentes com a finalidade de compreender e/ou prever alguns aspectos do objeto analisado (LENGRAND e ASSOCIÉS, 2006). Além de auxiliar na caracterização do objeto investigado, o *survey* permite que sejam identificadas as opiniões dos respondentes sobre questões avaliadas na pesquisa.

O *survey* se mostrou o instrumento mais adequado para a primeira etapa da pesquisa tendo em vista os objetivos que se pretendia alcançar em tal etapa, quais sejam: 1^a) obtenção de dados e informações não disponíveis nos documentos aos quais a equipe teve acesso (como planilhas e relatórios trimestrais); 2^a) identificação dos principais resultados alcançados nos projetos de P&D da carteira Aneel da CHESF à luz da visão dos gerentes e dos coordenadores dos projetos; 3^a) trabalhar com amostras da população analisada representa uma alternativa mais plausível do que a pesquisa censitária, por ser menos onerosa, além de possibilitar a execução em menor tempo.

Como ficará claro a partir de algumas comparações que serão feitas entre os dados da população (obtidos na pesquisa documental que antecedeu o *survey*) e da amostra, há uma proximidade/convergência entre os resultados alcançados pela amostra e pelo conjunto de projetos, o que reforça a consistência dos dados apresentados neste artigo. O instrumento de coleta de dados adotado no *survey* foi o questionário autoaplicável enviado por e-mail.

A escolha desse instrumento decorreu da facilidade de envio a um grande número de respondentes, da possibilidade de cobrir grandes áreas geográficas a baixo custo e por fornecer um material em formato eletrônico, o qual poderia ser imediatamente processado.

Foram elaborados dois questionários para a realização do *survey*: um dirigido aos coordenadores e o outro aos gerentes dos projetos investigados. Os dois questionários são formados principalmente por perguntas objetivas e estruturadas, mas há também campos abertos em algumas questões, para eventuais complementações ou esclarecimentos. Além disso, convém ressaltar que as questões foram formuladas com o propósito de permitir a coleta de dados primários estruturados, permitindo a avaliação dos resultados gerados pelos projetos, tanto no âmbito das entidades executoras, como na entidade proponente (no caso a própria CHESF). O Quadro 2 detalha todas as dimensões contempladas nos questionários.

Quadro 2. Dimensões investigadas

Seção	Proponente	Executora
I e II	Informações sobre o respondente e sobre o projeto	
III	Consecução dos objetivos e seus Obstáculos	
IV	Recursos Humanos da [Entidade Executora/CHESF] comprometidos com o projeto	
V	Recursos Humanos da [Entidade Executora/CHESF] formados pelo projeto	
VI	Produção Científica do Projeto	
VII	Propriedade Intelectual do Projeto	
VIII	Resultados do Projeto	
IX	Implementação na CHESF e seus Obstáculos	IX TT para a CHESF e seus obstáculos
X	Impactos gerais do projeto	XI Mudanças organizacionais e estruturais
XI	TT para outras empresas e seus obstáculos	X TT para outras empresas
XII	Difusão dos resultados	
XIII	Redes e relações institucionais	XII Redes e relações institucionais

Fonte: Dados primários da pesquisa “Metodologia de Avaliação de Projetos de P&D do Setor Elétrico”.

Nota: Elaborado pelos autores.

TT – Transferência Tecnológica

Para conhecer melhor os projetos que iam ser analisados foi realizada antes do *survey* uma pesquisa documental, conforme já destacado, que se baseou principalmente nas informações contidas nos projetos originais e nos relatórios quadrimestrais dos projetos já concluídos. O objetivo dessa atividade foi trazer informações que contribuíssem para a construção de uma visão geral do portfólio de projetos de P&D apoiados pela CHESF, tais como: títulos dos projetos, contatos (dos coordenadores e gerentes), segmentos tecnológicos, ciclos, duração prevista, valores dos contratos, objetivos, resultados esperados etc. Com base nas informações coletadas por meio da análise documental foi possível construir uma visão geral desses projetos, auxiliando, sobretudo na elaboração dos questionários.

Após a realização de um pré-teste para avaliar a solidez e a consistência do instrumento de coleta de dados, chegou-se a uma versão final dos dois questionários adotados nesta

pesquisa, os quais foram encaminhados aos respectivos respondentes a partir de maio de 2011. Tendo sido obtido um número significativo de questionários retornados, tanto da entidade executora, como da proponente, no mês de dezembro de 2011, a primeira etapa da pesquisa de campo foi encerrada. Um banco de dados em Access foi criado especialmente para armazenar os dados obtidos e para facilitar, na etapa subsequente, a tabulação de tais dados.

A Tabela 2 apresenta o universo de projetos da carteira ANEEL da CHESF. Como esta pesquisa se propôs a identificar os resultados efetivamente ocorridos, isto é, se pautou numa perspectiva *ex-post*, partindo de um portfólio de 143 projetos, 76 foram excluídos da análise (por ainda estarem em andamento). Portanto, a população da pesquisa foi composta pelos 67 projetos restantes, já concluídos durante a realização do estudo.

Tabela 2. Portfólio de Projetos de P&D da CHESF

<i>jan. 2012</i>			
Ciclos	Projetos Concluídos	Projetos em Andamento	Total Geral
2000-2001	18	0	18
2001-2002	28	6	34
2002-2003	14	7	21
2003-2004	2	19	21
2004-2005	4	24	28
2005-2006	1	20	21
Total Geral	67	76	143

Fonte: Dados primários da pesquisa “Metodologia de Avaliação de Projetos de P&D do Setor Elétrico”.

Nota: Elaborado pelos autores.

Após a delimitação da população foi estabelecido um procedimento padrão para a aplicação dos questionários, composto por duas etapas:

- ✓ o primeiro contato com os respondentes deveria ser feito por telefone, para colocá-los a par do estudo, destacando sua importância para que a CHESF possa ter um melhor conhecimento dos resultados gerados pelos projetos de P&D que apoia e entender como ela está se apropriando dos seus resultados, solicitar a participação dos gerentes/coordenadores dos projetos analisados na pesquisa e confirmar o e-mail para o envio dos questionários;
- ✓ envio dos questionários por e-mail, com uma carta de apresentação da pesquisa.

Convém ressaltar que, tanto no contato telefônico, como no e-mail enviado aos gerentes e coordenadores dos projetos analisados, os pesquisadores encarregados dessas atividades se colocaram à disposição para o preenchimento assistido dos questionários, atividade na qual o respondente é auxiliado por telefone. Tal procedimento seria utilizado nos casos em que os respondentes tivessem dúvidas acerca das questões que fazem parte do questionário.

Além disso, com o propósito de contribuir ao adequado andamento desse estudo, os gerentes e coordenadores dos projetos analisados foram convidados para participar de dois *workshops*: um em Recife, na sede da CHESF e o outro no Rio de Janeiro, na sede do CEPEL. Dois foram os objetivos desses workshops, a saber:

- ✓ estabelecer uma plataforma de entendimento comum entre os respondentes, de maneira que os vários conceitos e temas abordados na pesquisa pudessem ser entendidos da mesma forma;
- ✓ aumentar a taxa de retorno dos questionários, uma vez que, no workshop estariam presentes tanto os coordenadores quanto os gerentes dos diversos projetos contidos na amostra, de forma que tal atividade estreitaria o relacionamento entre a equipe executora e os pesquisados, além de trazer um maior comprometimento destes em relação à pesquisa.

Pode-se afirmar que os objetivos dos Workshops foram alcançados, uma vez que após sua realização houve uma ampliação significativa da taxa de retorno, sobretudo em relação aos questionários vinculados a projetos executados pelo CEPTEL. A tabela 3 apresenta os dados da amostra da pesquisa, separando projetos por ciclos, bem como a quantidade de questionários retornados, tanto da entidade proponente, como da entidade executora.

Partindo de um total de 67 projetos, a equipe responsável pela realização deste estudo conseguiu abarcar um conjunto de 41 projetos, isto é, 61% do total, trata-se, portanto, de uma amostra representativa. Como pode ser observado na Tabela 3, do total de 53 questionários recebidos, 26 se referem à entidade proponente e 27 à entidade executora, de maneira que há um equilíbrio do ponto de vista do quantitativo de questionários recebidos das duas entidades. No que diz respeito ao ciclo dos projetos com questionários retornados, ao contrário, percebe-se uma concentração entre os ciclos de 2000-2001 e 2001-2002, uma vez que dos 53 questionários retornados, 37 fazem parte desses dois ciclos (ou seja, aproximadamente 70% dos projetos cujos questionários foram recebidos integram tais ciclos). Entretanto, tal concentração também se observa no universo de projetos investigados, visto que de um total de 67 projetos, 46 integram os dois ciclos de projetos da carteira ANEEL da CHESF (isto é, cerca de 70% da população investigada).

Tabela 3. Projetos concluídos, total e com questionários retornados por entidade, segundo ciclo

jan. 2012

Ciclo	Projetos concluídos (população)							
	Total		retornados (amostra)				Questionários por entidade	
			n	Total ¹				
	n	%		%/Linha ²	Proponente	Executora		
2000-2001	18	27	10	24	56	6	8	
2001-2002	28	42	17	41	61	10	13	
2002-2003	14	21	10	24	71	7	4	
2003-2004	2	3	1	2	50		1	
2004-2005	4	6	3	7	75	3	1	
2005-2006	1	1						
Total	67	100	41	100	61	26	27	

Fonte: Dados primários da pesquisa “Metodologia de Avaliação de Projetos de P&D do Setor Elétrico”.

Notas: (1) Corresponde a pelo menos 1 dos questionários retornados, uma vez que, para cada projeto houve 2 questionários enviando, sendo um para o gerente da entidade proponente (CHESF) e outro para o coordenador da entidade executora.

(2) Porcentagem sobre o total de projetos do ciclo. Exemplo: 10 dos 18 projetos do ciclo 2000-2001 retornaram, ou seja, 56%.

Elaborado pelos autores.

Mensurou-se, em relação aos projetos da carteira de P&D da CHESF, o grau de consecução dos objetivos, os resultados (diretos e indiretos) alcançados, as competências, aprendizagens e mudança organizacionais engendradas e os impactos a partir de uma perspectiva multidimensional (econômica, social e ambiental). Nessa direção, é fundamental notar que os impactos observados apenas em parte são oriundos dos projetos, cabendo valorar o que é advindo destes, e o que o ambiente e a história institucional agregaram para sua consecução. No projeto criaram-se indicadores que procuraram fazer esse rateio.

As informações obtidas por meio do *survey* foram utilizadas principalmente para a construção de indicadores de *output*. Essa metodologia, por trabalhar com indicadores de resultados, permitiu também que fossem identificados impactos, os quais foram, no caso dos projetos selecionados para os estudos de caso, objeto de avaliação mais detalhada.

4.2. Estudos de Casos

Conforme destacado anteriormente, além do *survey*, a pesquisa de campo realizada para avaliar os projetos de P&D apoiados pela CHESF contou também com estudos de caso. Os estudos de caso permitem uma análise mais detalhada de casos individuais, uma vez que o estudo de caso tem maior profundidade que um *survey* (GIL, 2002).

Lengrand & Associés (2006) também corroboram com essa afirmação e utilizam os estudos de casos nos estudos de avaliação de políticas de C,T&I, para descrever a fundo as experiências de um programa, permitindo que sejam retratados detalhes que não poderiam ser captados através de um *survey*. Não obstante essa vantagem em relação ao *survey*, os estudos de caso apresentam algumas desvantagens que inviabilizariam sua adoção como procedimento único para avaliar os projetos de P&D da CHESF já concluídos, tais como: demandam muito tempo para que sejam coletadas, organizadas e analisadas as informações obtidas; dificultam a generalização dos resultados obtidos por trabalharem com amostras menores; são mais dispendiosos do que outras ferramentas de coleta de dados.

Portanto, pesando suas vantagens e desvantagens, o estudo de caso foi adotado como um complemento ao *survey*. Com base nas informações coletadas por meio do *survey*, identificaram-se alguns projetos que mereciam uma análise mais cuidadosa, ou seja, a equipe se debruçou sobre todos os projetos para selecionar alguns casos que foram analisados na segunda etapa da pesquisa de campo. Uma das principais preocupações dos estudos de caso foi identificar quais foram os impactos econômicos decorrentes dos projetos analisados.

A entrevista foi a técnica adotada para a coleta de dados. De acordo com Andrade (1998), a entrevista é a técnica mais adequada para se obter informações, conhecimentos ou opiniões de um informante acerca de um tema específico, com riqueza de detalhes. Além disso, a entrevista permite que o entrevistador esclareça dúvidas do entrevistado a respeito das questões presentes no questionário, minimizando a possibilidade de respostas equivocadas. As entrevistas foram semiestruturadas, isto é, se pautaram num roteiro previamente elaborado, mas permitiram a realização de adaptações, como a proposição de perguntas que não constavam do roteiro original.

Vale observar que a seleção dos projetos que foram incluídos nos estudos de caso contou com a colaboração dos gestores responsáveis pelo programa de P&D da CHESF. Oito

projetos foram selecionados para essa etapa da pesquisa. Os critérios adotados para selecioná-los foram os seguintes:

- ✓ Projetos concluídos há mais de dois anos;
- ✓ Projetos que indicassem resultados relevantes, através das informações obtidas no *survey*;
- ✓ Projetos oriundos de diferentes áreas de atuação da empresa;
- ✓ Projetos que apresentassem resultados em diferentes estágios de implementação, desde a fase de protótipo laboratorial até a de unidade de produção;
- ✓ Projetos de diferentes concepções, desde socioeconômicos ou ambientais, até os estritamente tecnológicos.

5. Resultados do *survey* e dos estudos de casos

As próximas seções apresentam alguns dos resultados obtidos por meio do *survey* e dos estudos de casos. Vale observar que em virtude da limitação de espaço para a redação deste artigo, seria impossível apresentar todas as dimensões investigadas no *survey*, bem como realizar uma análise exaustiva das informações obtidas nas entrevistas referentes aos estudos de caso. Portanto, foram selecionadas, por conveniência, algumas das dimensões analisadas no *survey*, cujos resultados serão apresentados a seguir. Em relação aos estudos de casos, apresentar-se-á uma análise sintética dos resultados obtidos nessa etapa da pesquisa de campo.

5.1. Resultados obtidos no *survey*

A tabela 4 contém informações obtidas no *survey*, relacionadas às seguintes dimensões: 1ª) recursos humanos; 2ª) produção científica; 3ª) propriedade intelectual e 4ª) impactos dos projetos na CHESF.

Tabela 4. Indicadores Sintéticos do *Survey* da CHESF¹

	Proponente	Executora	Total
Recursos humanos ¹			
Comprometidos	0,33	1,64	1,97
Formados	0,19	0,76	0,96
Produção Científica			
Publicações/projeto	2,2	3,1	
Publicações/pessoas ²	6,6	1,9	
Impactos ³			
Econômicos	1,0		
Sociais	0,5		
Ambientais	0,5		
Número de propriedade intelectual (total) ⁵			3
Número de resultados tecnológicos			1,9
Número de tecnologias implementadas			1,14
Número de tecnologias em uso			0,12

Fonte: Dados primários da pesquisa “Metodologia de Avaliação de Projetos de P&D do Setor Elétrico”.

Nota: ¹ Calculados em equivalente tempo integral (ETI);

² Nota entre 0 e 10;

³ Nota entre -3 a +3;

⁴ Patentes, modelo de utilidade e/ou *copyright*;

Elaborado pelos autores.

5.1.1 Recursos humanos

Ambos os questionários contavam com perguntas cuja finalidade era identificar os recursos humanos engajados nos projetos investigados, bem como os recursos humanos formados durante a sua execução. Toda análise se apoia no indicador equivalência tempo integral (ETI).

A Tabela 4 apresenta o resultado do cálculo dos recursos humanos mobilizados nos projetos, em ambas as entidades, levando em conta os diferentes níveis de formação, sendo que para a entidade proponente chegou-se a 0,33 pessoas em ETI/projeto comprometidas e para a executora 1,64, totalizando aproximadamente 2,0 pessoas em ETI/projeto. Apesar da tabela não mostrar, há um número maior de mestres em ETI alocados nos projetos (ETI = 0,14) da entidade proponente. Já no caso da entidade executora, os graduados em ETI são a maioria (ETI = 0,55). No total, a distribuição no que diz respeito ao nível de formação dos profissionais que participaram dos projetos analisados, observa-se um maior número de graduados (ETI = 0,63), mestres (ETI = 0,49) e doutores (ETI = 0,36).

Por meio do survey realizado foi possível obter informações não apenas dos recursos humanos alocados nos projetos pelas duas entidades, mas também dados acerca dos recursos humanos formados no decorrer da execução dos projetos, com grau de paternidade. No total, entre graduados, mestres e doutores os projetos analisados formaram em média 1 pessoa em ETI, sendo 0,19 a entidade proponente e 0,76 a executora. Apesar das informações desagregadas não estarem presentes na tabela, a média de doutores formados por projeto para as entidades proponente e executora foi de 0,12 e 0,19, respectivamente. A entidade executora tem uma concentração na formação de mestres (0,54). A entidade executora obteve desempenho superior em todos os níveis de formação, em relação à entidade proponente.

5.1.2. Produção científica

Um dos indicadores de *output* dos projetos da carteira de P&D da CHESF que o *survey* buscou identificar diz respeito à produção científica decorrentes deles. Vale destacar que o cálculo dessa média se apoia em dois números: um referente à produção científica (por exemplo, um artigo completo em periódico) e outro relacionado à nota atribuída pelo respondente ao grau de paternidade daquela publicação. Supondo que em um determinado projeto apenas um artigo completo em periódico tenha sido listado pelo respondente com grau de paternidade 8, seria atrelada a esse projeto a média de 0,8.

No que tange a produção científica média por projeto – em termos de artigos completos em periódicos, livros ou capítulos de livros, textos em jornais ou revistas e artigos completos em congresso – os dados obtidos revelam que a entidade proponente publicou cerca de 2,2 artigos/projeto, enquanto a entidade executora, obviamente pela sua natureza, alcançou média superior de 3,1 artigos/projeto.

Ainda que os dados não estejam na tabela, cabe frisar que as médias alcançadas pela entidade executora em relação às modalidades artigos completos em periódicos e artigos completos em congresso (0,79 e 2,20 respectivamente) são maiores do que as médias obtidas pela entidade proponente (0,27 e 0,79). Diante dos dados apresentados, pode-se afirmar que a produção científica dos projetos analisados, tanto por parte da entidade executora, como da entidade proponente, foi significativa.

No que diz respeito à entidade proponente, a partir de uma produção total de 145 trabalhos e de um total de 22 pessoas responsáveis pela elaboração desses trabalhos, chega-se a uma intensidade de produção científica de 6,6 trabalhos por pessoa. Já, no caso da entidade executora, a produção científica total foi maior (205), bem como o número de pessoas envolvidas na elaboração desses trabalhos (110 pessoas). Todavia, a intensidade de produção científica desta foi menor do que no caso da entidade proponente (1,9 e 6,6, respectivamente).

Cabe ressaltar o fato de que a produção científica por pessoa da entidade proponente foi bastante significativa, sobretudo se levarmos em conta que esse resultado não está entre os objetivos principais da CHESF em relação aos projetos de P&D da sua carteira. Dois importantes elementos explicam esse desempenho: 1º) muitos dos trabalhos publicados pela entidade proponente foram escritos em coautoria com os integrantes das equipes executoras (como por exemplo, esse o é); 2º) alguns dos trabalhos publicados por autores da entidade proponente se referem a artigos mais curtos, publicados em jornais internos ou revistas especializadas na área de energia e na avaliação desse tipo de trabalho para publicação não há o mesmo rigor que observa no caso dos artigos submetidos a periódicos ou para serem publicados em anais de congressos. Esses elementos, sobretudo o primeiro, evidenciam que os projetos induziram o envolvimento dos técnicos da CHESF em equipes de pesquisa formadas por Universidades ou Centros de pesquisa.

5.1.3. Propriedade intelectual

Esta pesquisa também se propôs a averiguar se os resultados tecnológicos gerados no âmbito dos projetos de P&D fomentados pela CHESF foram protegidos por patentes (de invenção, ou modelo de utilidade), registro de desenho industrial, marcas, copyright, ou segredo industrial. Como pode ser observado na Tabela 4, em apenas três dos 41 projetos da amostra, a tecnologia gerada foi de alguma forma protegida, sendo que em um dos casos apresentados, a patente de invenção ainda está em minuta. Depreende-se dessa informação, em que pese o fato de muitos dos projetos terem gerado mais de uma tecnologia, e que boa parte delas inclusive foi implementada na CHESF, a apropriação dessas tecnologias geradas foi muito pequena. Nesse sentido, nota-se uma limitada preocupação tanto da CHESF, como das entidades executoras (no caso em que há cotitularidade da tecnologia desenvolvida nos projetos) de se apropriarem das tecnologias desenvolvidas no âmbito desses projetos.

5.1.4. Impactos dos projetos na CHESF

Um dos focos do *survey* realizado foi identificar os impactos dos projetos na CHESF, levando em conta três dimensões: econômica, social e ambiental.

Para que fique claro como foram obtidos os dados sobre os “impactos dos projetos na CHESF”, cabe aqui tecer alguns comentários acerca da pergunta do questionário da qual eles se originaram. Tal pergunta foi inserida no questionário com vistas a apurar junto aos gerentes dos projetos da amostra, a natureza e a magnitude dos impactos decorrentes desses projetos na CHESF. Para cada uma das variáveis analisadas foram incluídos alguns possíveis impactos que poderiam ter surgido a partir da realização dos projetos investigados. Além disso, vale destacar que havia um espaço no questionário para a inclusão de outros impactos. Cada um dos impactos (tanto os elencados na pergunta, como

aqueles incluídos pelo próprio respondente) deveria ser avaliado pelos gerentes, numa escala que ia de -3 (alto negativo) a + 3 (alto positivo).

Merece destaque em relação a esses dados da amostra o fato de que para a maioria dos respondentes os impactos listados foi considerado como não-relevante, ou não se aplica. Vale frisar que na escala proposta na questão, o grau de importância 0, podia ser interpretado pelo respondente como impacto não-relevante, ou que não se aplicava ao projeto em relação ao qual o questionário estava sendo respondido.

Entre as três variáveis analisadas, na opinião dos respondentes os principais impactos foram de ordem econômica. Cabe aqui destacar os impactos “qualidade dos bens ou serviços” e “capacidade de produção/prestação de serviços”, os quais foram avaliados por 54% dos respondentes como impactos de importância média positiva (+2) ou alta positiva (+3). Segundo os respondentes dos questionários da amostra os impactos sociais e ambientais dos projetos que gerenciaram não foram significativos. O impacto “redução nos acidentes de trabalho” foi, entre os impactos sociais, o mais apontado pelos respondentes: 23% deles indicaram que, em virtude do projeto que gerenciaram, tal impacto ocorreu e que ele foi de média (4%), ou alta importância (19%) para a CHESF. Quanto aos impactos ambientais, aquele que, na visão dos participantes da pesquisa, teve maior impacto para a CHESF foi o impacto “enquadramento em regulações e normas”: 27% dos respondentes o classificaram como de média (8%), ou alta importância (19%). Tais dados corroboram a pequena magnitude dos impactos sociais e ambientais vis-à-vis os impactos econômicos, de acordo com a avaliação dos respondentes.

5.2. Estudos de casos

Essa etapa contemplou a realização de entrevistas com os usuários das tecnologias desenvolvidas. O objetivo fundamental dos estudos de casos foi aprofundar o conhecimento sobre os projetos selecionados, buscando compreender melhor o processo de inovação dentro da empresa e trazer à tona detalhes que porventura não tivessem sido captados a partir da aplicação do survey. Oito projetos foram selecionados para essa etapa da pesquisa. Os critérios adotados para selecioná-los foram os seguintes:

- Projetos concluídos há mais de dois anos;
- Projetos que indicassem resultados relevantes, através das informações obtidas no survey;
- Projetos oriundos de diferentes áreas de atuação da empresa;
- Projetos que apresentassem resultados em diferentes estágios de implementação, desde a fase de protótipo laboratorial até a de unidade de produção;
- Projetos de diferentes concepções, desde socioeconômicos ou ambientais, até os estritamente tecnológicos.

A partir das informações obtidas junto aos entrevistados nessa etapa da pesquisa de campo é possível afirmar que os impactos do Programa de Pesquisa de P&D na CHESF extrapolam os resultados observados no final de cada pesquisa financiada. Todavia, deve-se notar, ainda, que muitos dos projetos de P&D, embora exitosos, necessitam de engenharia consultiva para otimização dos processos desenvolvidos e dos parâmetros técnicos de utilização na prática. Essa fase é fundamental para se chegar à inovação, mas não está prevista na maioria dos projetos. A falta de previsão e preocupação com essa etapa

fundamental da inovação tem levado a que resultados que poderiam ter impactos relevantes para a empresa não tenham sido explorados a contento.

Constatou-se também que, em que pese o fato de que todos os projetos selecionados surgiram a partir das necessidades internas da instituição, boa parte deles não está incluída nas prioridades estratégicas da mesma. Por isso, são executados, chegam aos resultados, mas não são internalizados nem protegidos (através de patentes, por exemplo).

Também, observou-se um limitado envolvimento dos técnicos da CHESF no desenvolvimento propriamente dito dos Projetos, que se restringe aos gerentes dos projetos, o que dificulta a internalização dos resultados. Os projetos que tiveram maior êxito na implementação, contaram com forte envolvimento dos técnicos da empresa no desenvolvimento das tecnologias e com um alinhamento dos projetos às estratégias e demandas internas da empresa. Estes dois fatores parecem fundamentais para uma política de suporte à implantação efetiva dos resultados.

6. Conclusões

Conforme destacado na introdução, à medida que aumentam os investimentos governamentais destinados às atividades de C,T&I, cada vez mais se vislumbra uma tendência em direção à institucionalização da avaliação dos resultados e impactos desses investimentos. Por institucionalização, deve-se entender a realização de avaliações sistemáticas e recorrentes, de acordo com algumas regras e objetivos pré-definidos pelos avaliadores. A literatura corrobora a existência desse fenômeno, sobretudo nos países desenvolvidos.

Esse aumento na demanda por avaliações está ligada à necessidade de se entender os efeitos das políticas e programas de apoio à C,T&I. Nesse sentido, os estudos avaliativos são importantes porque apontam as virtudes e as deficiências das políticas analisadas, auxiliando, por conseguinte, no aperfeiçoamento das ações governamentais. Além disso, as avaliações constituem um instrumento de prestação de contas à sociedade, que em última análise representa a grande financiadora e interessada em que tais políticas surtam o efeito desejado.

Nas avaliações de políticas e programas de apoio à C,T&I, um elemento crucial é a definição do modelo de inovação que os avaliadores irão usar. Conforme destacado, esta metodologia se pauta no modelo interativo de inovação (KLINE e ROSENBERG, 1986). Essa escolha se justifica na medida em que tal modelo dá conta da complexidade intrínseca ao processo inovativo. Além disso, como as políticas e programas de apoio à C,T&I têm crescentemente focado o estímulo às ligações de várias ordens dentro do sistema de inovação, o modelo interativo de inovação é mais adequado para avaliá-las. Logo, pautando-se nesse modelo, a finalidade da metodologia foi jogar luz sobre as múltiplas formas de interação, resultados e impactos que podem ocorrer em projetos universidade-empresa.

No que diz respeito à escolha das ferramentas que compuseram a metodologia para avaliar os projetos de P&D apoiados pela CHESF, que representa o principal objetivo deste projeto, conforme salientado no artigo não há um único e exclusivo método que poderia abranger todas as dimensões dos resultados e impactos decorrentes de políticas/programas de C,T&I. A complexidade do objeto analisado torna necessária a adoção de diferentes abordagens, procedimentos metodológicos e técnicas de coleta de dados. A adoção de

múltiplas ferramentas em estudos de avaliação permite a construção de uma fotografia mais abrangente e rica acerca do processo de inovação.

Por essa razão foi adotada uma perspectiva metodológica que reúne dois métodos de avaliação, um mais quantitativo e outro qualitativo: 1ª) *survey*; e 2ª) estudos de caso. A adoção de mais de uma ferramenta para avaliar os projetos de P&D, permitiu retratar de forma mais ampla os desdobramentos dessas políticas.

Com esse ferramental foi possível elucidar, com maior riqueza de detalhes, os resultados e impactos dos projetos analisados, permitindo à CHESF avaliar sistematicamente os impactos dos investimentos no programa de P&D. Em síntese, o estudo permitiu um monitoramento mais sistemático dos resultados do Programa de P&D, além de permitir um aperfeiçoamento das medidas gerenciais para otimizar os impactos que o Programa pode trazer para a empresa e o setor. Entre as principais conclusões que se pode extrair da análise dos dados obtidos por meio do *survey* é possível destacar as seguintes:

- 1ª) sobre os recursos humanos mobilizados pelas entidades executoras, estes foram muito superiores em número absolutos ao da entidade proponente (a CHESF). Ainda assim, vale frisar que os recursos humanos alocados pela entidade proponente corresponderam o próximo de um quinto do total. Levando em conta o total de profissionais formados por projeto (isto é, tomando em conjunto os dados obtidos junto aos respondentes de ambas as entidades), chega-se a uma média de quase uma pessoa formada por projeto, um resultado bastante razoável;
- 2ª) a produção científica dos projetos analisados, tanto por parte da entidade executora, como da entidade proponente, foi bastante significativa. Esse resultado deve ser destacado, sobretudo no que diz respeito à entidade proponente, uma vez que certamente este não faz parte dos objetivos principais da CHESF em relação aos projetos de P&D da sua carteira. Outra constatação que se extrai dos dados obtidos no *survey* é o fato de que a produção científica oriunda dos projetos analisados foi mais significativa do que os resultados tecnológicos alcançados.
- 3ª) No que diz respeito à propriedade intelectual nota-se uma limitada preocupação tanto da CHESF, como das entidades executoras (no caso em que há co-titularidade da tecnologia desenvolvida nos projetos) de se apropriarem das tecnologias desenvolvidas no âmbito desses projetos, pois pouquíssimos projetos geraram patentes ou direitos autorais.
- 4ª) na opinião dos respondentes os principais impactos dos projetos fomentados pela CHESF foram de ordem econômica. Entre tais impactos foram destacados pelos participantes da pesquisa aqueles relacionados à “qualidade dos bens ou serviços” e à “capacidade de produção/prestação de serviços” por parte da CHESF. Apenas uma pequena parcela dos respondentes dos questionários da amostra apontou que seus projetos tiveram impactos sociais e ambientais.

A realização dos estudos de caso permitiu um aprofundamento do conhecimento do processo de inovação dentro da empresa, pois incluíram na pesquisa as opiniões dos usuários das tecnologias desenvolvidas nos projetos. Foi constatado que nos casos nos quais as tecnologias foram implementadas, houve um maior envolvimento dos funcionários da empresa. Além disso, tais projetos eram considerados importantes para satisfazer demandas internas. Se num primeiro momento a percepção da CHESF estava muito orientada pelo cumprimento da Lei, a metodologia desenvolvida para avaliar os impactos da P&D mostrou que quando os projetos foram tratados como prioridade da

empresa e contaram com uma participação intensa dos seus técnicos, os resultados e impactos foram mais significativos e de longo prazo.

7. Referências Bibliográficas

ANDRADE, M. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

ANEEL. Manual do Programa de Pesquisa de Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica. Brasil, Maio/2008.

AUTIO, Erkkö; KANNINEN, Sami; GUSTAFSSON, Robin. First and second-order additionality and learning outcomes in collaborative R&D programs. **Research Policy**, v. 37, 2008. pp. 59-76.

BACH, L. Emerging Common Knowledge about the Evaluation of Public R&D Programs in the Context of European Union Programs. **Seminário DPCT/IG/UNICAMP**, Campinas, julho de 2001.

BACH, L; MOLIST, N.C; LEDOUX, M. J; MATT, M; SCHAEFFER, V. Evaluation of the Economic Effects of Brite-Euram Programs on the European Industry. **Scientometrics**. v. 34, n.3. 1995.

COZZENS, S. Assessing federally-supported academic research in the United States. **Research Evaluation**, v. 9, n. 1, April 2000, p. 5-10.

FURTADO, André T; SUSLICK, Saul B; PEREIRA, Newton M; de FREITAS, Adriana G; BACH, Laurent. Assessment of direct and indirect effects of large technological programmes: Petrobás deepwater programme in Brazil. **Research Evaluation**, v.8, n. 3, December 1999, p. 155-163.

GEORGHIOU, L.; ROESSNER, D. Evaluating technology programs: tools and methods. **Research Policy**, v. 4, n. 5, 2000, p. 657-678.

GIL, A. C. Como classificar as pesquisas? In: Gil, AC. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2002. p. 41-58.

GUEDES, C. F. B. Políticas públicas de estímulo à P&D: uma avaliação dos resultados do programa regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). 2010. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade de Brasília (UnB)/Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação (Face)/Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA), Brasília, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Fabiano Mezadre Pompermayer, Fernanda De Negri, Luiz Ricardo Cavalcante (Ogrs.). Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa P&D regulado pela Aneel. Brasília: Ipea, 2011.

JANNUZZI, G. M. Power Sector Reforms in Brazil and its Impacts on Energy Efficiency and Research and Development Activities. **Energy Policy**, v. 33, p. 1753-1762, 2005.

KLINE, S; ROSENBERG, N. An Overview of Innovation. In: Landau, R; Rosenberg, N. (orgs.), **The Positive Sum Strategy**, Washington, DC: National Academy of Press, 1986.

LOUIS LENGRAND & ASSOCIÉS. SMART INNOVATION: A Practical Guide to Evaluating Innovation Programmes. 2006.

MANSFIELD, E. Academic research and industrial innovation. **Research Policy**, v. 20, pp. 1-12, 1991.

MANSFIELD, E; RAPOPORT, J; ROMEO, A; BEARDSLEY. Social and Private Rates of Return from Industrial Innovations. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 91, n. 2. 1977, p. 221-240.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Tabela 2.1.3 Brasil: Dispêndio nacional em pesquisa e desenvolvimento (P&D) por setores, em relação ao total de P&D e ao produto interno bruto (PIB), 2000-2010 Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/29144.html>. Acesso em: 10/05/2013.

NELSON, R. R.; WINTER, S. **An Evolutionary Theory of economic change**. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

NELSON, Richard R. The Agenda for Growth Theory: A Different Point of View. **Cambridge Journal of Economics**, v. 22, n. 4, p. 497-520, July, 1998.

NELSON, Richard R. The Role of Knowledge in R&D Efficiency. **The Quarterly Journal of Economics**, MIT Press, vol. 97(3), pages 453-70, August, 1982.

OTA. Research Funding as an Investment: Can We Measure the Returns? A Technical Memorandum. Washington, DC: U.S. Congress, Office of Technology Assessment, OTA-TMSET-36, April 1986.

Rosenberg, N. Why do firms do basic research (with their own money). **Research Policy**, v. 19, 1990, p. 65–174.

SALLES FILHO, S. L. M. et al. Pesquisa, desenvolvimento e inovação no setor de energia elétrica do Brasil: em direção a uma ferramenta de apoio à decisão. *In: SEMINÁRIO LATINO-IBERO-AMERICANO DE GESTION TECNOLÓGICA (ALTEC)*, 12. 2007.

SALTER, A. Ben R. **MARTIN**. The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: A Critical review. *Research Policy* 30, 2001. 509–532.

SILVA JR, Roberto G. da Silva; PROCOPIUK, Mário; QUANDT, Carlos O. A Pesquisa e Desenvolvimento na Estratégia Competitiva das Concessionárias do Setor Elétrico Brasileiro. **XII Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, FGV- EASP, 2009.