

QUÃO EFETIVAS SÃO POLÍTICAS TECNOLÓGICAS DE CUNHO IMPOSITIVAS? EVIDÊNCIAS DO PROGRAMA DE P&D CAPITANEADAS POR UMA EMPRESA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

**HOW EFFECTIVE ARE MANDATORY TECHNOLOGY POLICIES? EVIDENCE
FROM AN R&D PROGRAM CARRIED OUT BY AN BRAZILIAN PUBLIC
COMPANY OF THE ELECTRIC SECTOR**

**¿QUÉ TAN EFECTIVAS SON LAS POLÍTICAS TECNOLÓGICAS DE CUÑO
IMPOSITIVAS? EVIDENCIAS DEL PROGRAMA DE P&D CAPITANEADAS
POR UNA EMPRESA DEL SECTOR ELÉCTRICO BRASILEÑO**

Recibido: 12/09/2012

Aprobado: 18/12/2012

Edmundo Inácio Júnior

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

Cássio Garcia Ribeiro

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

André Tosi 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

QUÃO EFETIVAS SÃO POLÍTICAS TECNOLÓGICAS DE CUNHO IMPOSITIVAS? EVIDÊNCIAS DO PROGRAMA DE P&D CAPITANEADAS POR UMA EMPRESA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Resumo

Este artigo apresenta novas evidências sobre a efetividade de uma política setorial de inovação adotada pelo governo federal Brasileiro que se apoia em um instrumento de "natureza impositiva": o governo obriga as organizações do setor elétrico a investirem uma certa porcentagem de seu faturamento em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D). A destinação dos recursos financeiros para as atividades de P&D é regulada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por força da Lei Federal No 9.991 de 07 de julho de 2000. Nossa pesquisa cobriu 41 projetos concluídos entre os anos de 2000 a 2006 por uma das subsidiárias do sistema público elétrico de geração e transmissão, localizada no nordeste brasileiro, responsável pela geração de 10.615 MW de energia elétrica, aproximadamente 9% do total nacional. Embasados pela teoria evolucionária da mudança técnica, um amplo quadro de aspectos atinentes a esses projetos foi contemplado pela metodologia de avaliação, de maneira a cobrir tópicos desde os objetivos dos projetos aos resultados tecnológicos em termos de patentes e artigos gerados, passando pelo número de pesquisadores formados por estes projetos em equivalência de tempo integral. No total, 53 gerentes de projetos responderam a um questionário de auto resposta que foi aplicado após se coletar informações secundárias dos projetos. Como resultados positivos, tem-se a alta taxa de consecução dos objetivos e um expressivo número de produtos tecnológicos na forma de publicações científicas e artefatos. Entretanto, somente uma pequena parcela destes artefatos chegaram a um estágio de desenvolvimento industrial e somente dois deles obtiveram alguma forma de direitos de propriedade intelectual. Apesar de não poder se negar que alguns avanços foram atingidos, a análise dos dados revela uma substancial dificuldade do quadro dos gestores da empresa de deixar uma cultura escassamente orientada à inovação para adotar um novo paradigma que realmente internalize os aspectos principais de uma estratégia inovativa.

Palavras importantes

Políticas tecnológicas e de inovação
Setor elétrico brasileiro
Avaliação de programas de P&D

Clasificación JEL: O31, O32, Q40

HOW EFFECTIVE ARE MANDATORY TECHNOLOGY POLICIES? EVIDENCE FROM AN R&D PROGRAM CARRIED OUT BY AN BRAZILIAN PUBLIC COMPANY OF THE ELECTRIC SECTOR

Key-words:

Technology and innovation
Brazilian Electric Sector
Assessment Programs P & D. Policies

¿QUÉ TAN EFECTIVAS SON LAS POLÍTICAS TECNOLÓGICAS DE CUÑO (MARCA-CARÁCTER- SELLO SEGÚN MARCIO) IMPOSITIVAS? EVIDENCIAS DEL PROGRAMA DE P&D CAPITANEADAS POR UNA EMPRESA DEL SECTOR ELÉCTRICO BRASILEÑO

Abstract

This article present new evidence about the effectiveness of a sectorial politic of innovation adapted for the federal goberment of Brasil which is support in an instrument of "impositive nature": the goberment forces the organizations of the electric sector to invest in some percent of their billings in activities of investigation and develop (P&D). The destination of this financial resource for the activities of I&D is regulated by the National Electric Energy Agency (ANEEL), by force of the federal law number 9.991 of the 7th july of 2000. Our research covered 41 projects included between the years 2000 and 2006 by a subsidiary of the public system of electric generation and transmission, located in northeastern Brazil, responsible for generating 10,615 MW of electricity, approximately 9 % of the national total. Based upon the evolutionary theory of technical change, a broad framework of projects relating to these aspects has been addressed by the evaluation methodology, so as to cover topics ranging from project objectives to technological results in terms of patents and articles generated by passing by the number of researchers formed by these projects in full-time equivalency. In total, 53 project managers completed a questionnaire auto response that was applied after to collect secondary information projects. As positive results, there is the high rate of achievement of objectives and a significant number of technological products in the form of scientific publications and articles. However , only a small portion of these artifacts have reached a stage of industrial development and only two of them had some form of intellectual property rights . Although you cannot deny that some advances have been achieved , the data analysis reveals a substantial difficulty of framework of company managers to leave scarcely a culture oriented innovation to adopt a new paradigm that really internalize key aspects of an innovative strategy.

Resumen

Este artículo presenta nuevas evidencias sobre la efectividad de una política sectorial de innovación adoptada por el gobierno federal brasileño que se apoya en un instrumento de "naturaleza impositiva": el gobierno obliga a las organizaciones del sector eléctrico a que inviertan un cierto porcentaje de su facturación en actividades de investigación y desarrollo (P&D). La destinación de los recursos financieros para las actividades de P&D es regulada por la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL), por fuerza de la Ley Federal número 9.991 de 07 de julio de 2000.

Nuestra investigación cubrió 41 proyectos concluidos entre los años de 2000 al 2006 por una de las subsidiarias del sistema público eléctrico de generación y transmisión, localizada en el nordeste brasileño, responsable por la generación de 10.615 MW de energía eléctrica, aproximadamente, un 9% del total nacional. Basados por la teoría evolucionaria del cambio técnico, un amplio cuadro de aspectos atinentes a esos proyectos fue contemplado por la metodología de evaluación, de manera a cubrir tópicos desde los objetivos de los proyectos a los

Palabras-claves:

Políticas tecnológicas y de innovación
Sector eléctrico brasileño
Evaluación de programas de P&D

resultados tecnológicos en términos de patentes y artículos generados, pasando por el número de investigadores formados por estos proyectos en equivalencia de tiempo integral. En el total, 53 gerentes de proyectos respondieron a un cuestionario de auto respuesta que fue aplicado después de recolectarse informaciones secundarias de los proyectos. Como resultados positivos, se tiene el alta tasa de consecución de los objetivos y un expresivo número de productos tecnológicos en la forma de publicaciones científicas y artefactos. Sin embargo, solamente una pequeña parte de estos artefactos llegaron a una práctica de desarrollo industrial y solamente dos de ellos obtuvieron alguna forma de derechos de propiedad intelectual. A pesar de que no pudiera negarse que algunos avances fueron alcanzados, el análisis de los datos revela una substancial dificultad del cuadro de los gestores de la empresa de dejar una cultura escasamente orientada a la innovación para adoptar un nuevo paradigma que realmente internalice los aspectos principales de una estrategia innovadora.

I. Introdução

Durante a década de 1990, foi iniciado no Brasil, um processo de privatização do setor de energia elétrica. Nesse processo, o setor privado recebeu permissão para operar empresas de serviço público com base em concessões. Para regular e fiscalizar as atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia, foi criada a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), instituída com a promulgação da Lei 9.427, em dezembro de 1996. Com a aprovação da Lei 9.991/2000, as empresas do setor elétrico foram obrigadas a investir um percentual mínimo de suas Receitas Operacionais Líquidas (ROL) em projetos de P&D. Através dessa lei, o governo passou a incentivar as atividades de inovação do setor. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) ficou responsável pela regulamentação e fiscalização dos programas de P&D. O presente artigo se encaixa nesse contexto, pois seu objetivo é apresentar os resultados de uma pesquisa realizada para avaliar a carteira de P&D uma empresa do setor elétrico, localizada no nordeste brasileiro, concessionária de geração e transmissão do sistema Eletrobrás. Vale observar que este estudo abarcou a elaboração de uma metodologia para avaliar os projetos de P&D dessa empresa. A estratégia metodológica adotada foi o survey. A finalidade da avaliação realizada foi retratar, de forma sistêmica, o conjunto de recursos mobilizados pelos projetos de P&D dessa empresa e os distintos resultados e impactos advindos de sua execução.

Após essa introdução é apresentada, na seção 2, uma revisão bibliográfica, a qual contemplará, no item 2.1, a literatura que aborda os instrumentos de avaliação das políticas de C,T&I e, no item 2.2, o arcabouço legal brasileiro que regulamenta a atividade de P&D no setor elétrico do país. Na seção 3 é apresentada a metodologia elaborada e implementada para avaliar a carteira de P&D da empresa. Em seguida, na seção 4, expõem-se os resultados da pesquisa, enfatizando as seguintes dimensões dos projetos avaliados: (a) consecução dos objetivos; (b) recursos hu-

manos; (c) proteção intelectual; (c) resultados alcançados e; (d) obstáculos para a implementação/transferência das tecnologias geradas. E, na última seção são apresentadas as conclusões dos pontos analisados na seção 4.

2. Revisão bibliográfica

2.1. A avaliação da política de C,T&I: justificativa, desafios e abordagens

Numa economia pautada pelo conhecimento, o trinômio Ciência, Tecnologia & Inovação (C,T&I) representa o vetor principal 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 para o desenvolvimento econômico e social. 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, 2001; Georghiou e Roessner, 2000).

Além disso, a pertinência de se avaliar as políticas de C,T&I se justifica na medida em que tal atividade auxilia os policy makers a apurar de maneira mais precisa quais os resultados esperados e não-esperados dos instrumentos adotados, permitindo que se aprenda com os sucessos e falhas do passado, evidenciando também a necessidade de ajustes ou a criação de novos mecanismos (OCDE, 2006).

Assim, a partir da revisão da literatura que trata dos instrumentos de avaliação das políticas de C,T&I, percebe-se uma preocupação cada vez maior das autoridades governamentais em avaliar tais políticas¹, dado que a avaliação

traz à tona importantes informações acerca da efetividade das políticas analisadas, de maneira a subsidiar a tomada de decisão dos policy makers. Contudo, a revisão da literatura evidencia também o grande desafio de se avaliar essas políticas (OCDE, 2006).

Um elemento que dificulta a tarefa dos avaliadores é o fato de que há normalmente um hiato temporal entre a produção de conhecimentos e o alcance de resultados. Nesse sentido, pode-se afirmar que os resultados dos esforços direcionados para a inovação são difíceis de serem estimados ex-ante (Lengrand e Associés, 2006).

As opções metodológicas para a avaliação de programas de apoio à C,T&I são variadas, indo desde ferramentas econômicas ortodoxas, como as funções de produção e seus indicadores de input e output, a instrumentos mais heterodoxos, como a criação de métricas que permitam captar quais aprendizagens foram apreendidas pelos atores participantes de um projeto de P&D. No que diz respeito aos procedimentos metodológicos e às técnicas de coleta de dados também são inúmeras as possibilidades como os surveys, estudos de caso, workshops, painéis com especialistas, questionários, entrevistas, pesquisa documental etc. Isso tudo demonstra a complexidade do objeto que se pretende avaliar e o grande desafio que representa a seleção de uma metodologia aderente a tal objeto e aos objetivos intrínsecos à avaliação. Diante disso, é comum em estudos dessa natureza que se lance mão de múltiplos instrumentos metodológicos para dar conta da complexidade que caracteriza tais estudos.

2.2. A Importância da Avaliação dos Impactos 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, 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

1 Nos EUA, por exemplo, o *Government Performance and Results Act* (GPRA) exige que todas as agências de fomento relatem sistematicamente ao *Office of Management and Budget* (Escritório de Gerenciamento e Orçamento) os produtos e resultados dos seus Programas (Jaffe, 2002).

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.

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.

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.

3. Apresentação da metodologia e caracterização da amostra

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. Com isso permitam que se ajustem as várias dimensões do 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. .

Dessa forma, para dar início ao processo de avaliação, foi esquematizado o seguinte procedimento metodológico: inicialmente realizou-se uma pesquisa documental que permitiu a definição dos aspectos a serem avaliados por meio de um survey. 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 EMPRESA, objeto de uma primeira avaliação, compreendem as especificações e os relatórios de acompanhamento dos projetos executados pelas empresas de energia. Através da análise desses 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 empresa 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 se assegurar se 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. Dando sequência ao estudo, ocorreu a realização do survey, com a aplicação dos questionários já melhorados. Esses questionários foram aplicados ao conjunto dos projetos concluídos de que se tinha a documentação necessária. Para Günther (2003), um questionário bem estruturado, com

perguntas e seções encadeadas dentro de uma sequência lógica, pode contribuir para reduzir o esforço físico e/ou mental do respondente, contribuindo dessa forma, para o aumento da taxa de resposta.

A Tabela 2 apresenta o universo de projetos da carteira Aneel da EMPRESA. Como esta pesquisa se propõe a identificar os resultados efetivamente ocorridos, isto é, se pauta numa perspectiva ex-post, partindo de um portfólio de 143 projetos, 76 foram excluídos da amostra (por ainda estarem em andamento), a qual foi formada por 67 projetos já concluídos.

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

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.

Conforme destacado na introdução, dois questionários diferentes foram elaborados para cada um dos 67 projetos que representam a população analisada nesta pesquisa, de forma que a pesquisa era composta por 134 questionários. Diante da dificuldade de se obter o retorno de todos os respondentes², serão apresentados e abordados neste relatório principalmente os dados obtidos de uma amostra da população. Entretanto, como a finalidade desta seção é apresentar informações não apenas sobre a amostra, como também sobre a população, alguns dados secundários serão expostos³.

2. Vale notar que, em que pese o fato de termos recebido da empresa uma planilha com informações gerais acerca dos projetos analisados, na qual constavam os nomes e os contatos (e-mail e telefone) dos gerentes e coordenadores de cada um dos projetos investigados, encontramos dificuldades para entrar em contato com alguns dos respondentes em decorrência de aposentadoria, mudança de empresa etc. Esses problemas são inerentes à avaliação ex-post.
3. Além da planilha mencionada na nota de rodapé anterior, nos foi disponibilizado pela empresa os projetos iniciais (prjs), bem como alguns relatórios trimestrais e finais.

4. Resultados

4.1. Consecução dos objetivos⁴

Uma questão foi incluída tanto no questionário da entidade proponente (ou seja, a própria EMPRESA), como no questionário das entidades executoras (isto é, as universidades e institutos de pesquisa que conduziram os projetos analisados) cuja finalidade era avaliar o grau de consecução dos objetivos previstos e emergentes. Em relação aos objetivos previstos, os questionários listavam os objetivos estabelecidos nos projetos iniciais. No caso dos objetivos

emergentes, havia um espaço no questionário para os respondentes incluí-los.

A tabela 3 apresenta a média aritmética simples das notas atribuídas pelos respondentes dos 53 questionários. Os dados apresentados revelam uma percepção favorável no que se refere ao alcance dos objetivos (previstos e emergentes) por parte dos coordenadores e gerentes dos projetos da amostra. Como pode ser observado na Tabela 3 a média geral para o indicador grau de consecução dos objetivos, foi de 8,2 e 8,1 para a entidade proponente e para a entidade executora, respectivamente.

Tabela 3. Grau de consecução médio dos objetivos dos projetos concluídos¹, por ciclo, segundo entidade

Média grau de consecução dos objetivos	Média geral	Ciclos				
		00-01	01-02	02-03	03-04	04-05
Entidade proponente	8,2	9,2	7,0	9,0		8,6
Entidade executora	8,1	8,9	7,0	9,4	8,0	9,0
Média geral⁽¹⁾	8,1	9,0	7,0	9,1	8,0	8,7

jan.2012

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

Notas: (1) n= 53, incluídos objetivos previstos e emergentes, sendo 26 projetos da entidade proponente e 27 da entidade executora.

Elaborado pelos autores.

Os respondentes também foram indagados acerca dos fatores que contribuíram, bem como dos fatores que dificultaram o alcance de tais objetivos. As informações coletadas junto aos respondentes sobre tais indagações são apresentadas na Tabela 4. Primeiramente, em relação à Tabela 4, vale a pena destacar que a maior parte dos respondentes teve uma percepção favorável no que diz respeito aos fatores listados, com as notas se concentrando principalmente entre o médio positivo (+2) e o alto positivo (+3). Se analisarmos apenas as respostas obtidas pelos respondentes da entidade proponente, os fatores que mais contribuíram para que os objetivos dos projetos que gerenciaram fossem alcançados foram: a interação com a entidade executora e a coordenação entre a entidade executora e a consultora⁵ do projeto. E de acordo

4. Para cada um dos objetivos, os participantes deveriam dar uma nota de 0 a 10, que expressasse em que medida, na percepção deles, os objetivos dos projetos foram alcançados.

5. Entidade consultora representa no âmbito dos projetos analisados, uma universidade ou centro de pesquisa, que atuou como parceiro da entidade executora na condução dos projetos analisados neste artigo.

com os respondentes ligados à entidade executora, os fatores que mais contribuíram para a consecução dos objetivos dos projetos da amostra foram: a equipe do projeto e a oportunidade tecnológica.

Em que pese o fato de que a maior parte dos coordenadores dos projetos da amostra ter tido uma percepção favorável acerca dos fatores listados, cabe destacar que o comprometimento da EMPRESA e a interação com a mesma foi avaliada com notas entre -3 e -1 por 20% e 15% desses respondentes, respectivamente. Além disso, 15% dos coordenadores dos projetos que responderam ao questionário tiveram a percepção de que os fatores prazo e os aspectos

regulatórios e normativos representaram obstáculos para a consecução dos objetivos, pois atribuíram notas que variaram entre -3 e -1 para tais fatores.

Fazendo uma comparação entre as avaliações feitas pelos respondentes da entidade proponente e executora a respeito dos fatores listados, percebe-se que a opinião dos gerentes e dos coordenadores dos projetos converge no que diz respeito aos fatores regulatórios, normativos e de prazo. Entre os fatores elencados, esses dois foram os que tiveram menores percentuais de notas favoráveis e maiores percentuais de notas desfavoráveis, considerando as respostas dos gerentes e dos coordenadores dos projetos da amostra.

Tabela 4. Distribuição percentual do grau de relevância dos fatores críticos para o sucesso ou insucesso na consecução dos objetivos dos projetos concluídos, por grau de relevância, segundo entidade

jan. 2012

Entidade	Grau de relevância ¹						Total	
	-3	-2	-1	0	1	2		3
Proponente²								
a. Equipe do projeto		4	4		4	38	50	100
b. Coord. entre ent. exec. e consultora do projeto		4		4	8	15	69	100
c. Oportunidade tecnológica			4	16	16	36	28	100
d. Prazo		4	12	19	12	27	27	100
e. Recursos financeiros				8	23	35	35	100
f. Infraestrutura (materiais e/ou equipamentos)			4	15	27	27	27	100
g. Interação com a entidade executora	4				4	19	73	100
h. Comprometimento da entidade executora			8	4	8	23	58	100
i. Interação com outras organizações		4		19	27	35	15	100
j. Regulatórios e normativos			12	38	31	15	4	100
Executora³								
a. Equipe do projeto					11	30	59	100
b. Coord. entre ent. exec. e consultora do projeto		4		22	11	26	37	100
c. Oportunidade tecnológica	4		4	11		33	48	100

d. Prazo	4	7	4	15	19	30	22	100
e. Recursos financeiros			11		11	41	37	100
f. Infraestrutura (materiais e/ou equipamentos)			4	4	15	41	37	100
g. Interação com a Entidade proponente		4	11	7	26	15	37	100
h. Comprometimento da Entidade proponente	4	8	8	8	15	23	35	100
i. Interação com outras organizações	4		4	59	4	19	11	100
j. Regulatórios e normativos	7	4	4	44	26	11	4	100

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

Notas: (1) Os fatores mais relevantes (positiva e negativamente) foram sombreados para cada entidade.

(2) n = 26, provenientes da entidade proponente.

(3) n = 27, provenientes da entidade executora.

Elaborado pelos autores.

4.2. Recursos humanos

Ambos os questionários contavam com perguntas cuja finalidade era identificar os recursos humanos engajados nos projetos investigados, bem como os recursos humanos que foram formados durante a execução dos mesmos. Nossa análise se apoia no indicador equivalência tempo integral (ETI)⁶.

Tabela 5. Recursos humanos comprometidos com os projetos concluídos¹, em equivalência tempo integral², por tipo de formação, segundo entidade

Formação	Média do número de pessoas/projeto		
	Proponente	Executora	Total
Doutor	0,03	0,33	0,36
Mestre	0,14	0,36	0,49
Especialista	0,06	0,17	0,23
Graduado	0,08	0,55	0,63
Técnico	0,02	0,20	0,23
Tecnólogo	0,00	0,03	0,03
Total	0,33	1,64	1,97

jan. 2012

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

Notas: (1) n = 40 projetos (corresponde aos 51 questionários, 25 entidade proponente e 26 entidade executora).

(2) Considera-se Equivalência tempo integral uma pessoa que trabalhe por todo período do projeto por 40h semanais.

Elaborado pelos autores.

6 Forma recomendada pelo Manual Frascati para a medição dos recursos humanos mobilizados em P&D. Tal indicador pondera cada pesquisador pelo tempo de dedicação às atividades de P&D.

A Tabela 5 apresenta o resultado do cálculo dos recursos humanos mobilizados nos projetos, em ambas as entidades, levando em conta os diferentes níveis de formação. Os dados demonstram, como era de se esperar, que a entidade executora, uma universidade ou centro de pesquisa, alocou um número maior de profissionais em ETI do que a entidade proponente, para todos os níveis de formação analisados (ou seja, de doutores a técnicos). No caso da entidade proponente há um número maior de mestres em ETI alocados nos projetos (ETI = 0,14). Já no caso da entidade executora, os graduados em ETI são a maioria (ETI = 0,55).

No que diz respeito ao nível de formação dos profissionais que participaram dos projetos analisados em equivalência

tempo integral, observa-se um maior número de graduados (ETI = 0,63), mestres (ETI = 0,49) e doutores (ETI = 0,36), bem como uma menor participação de especialistas (ETI = 0,23), técnicos (ETI = 0,23) e tecnólogos (ETI = 0,03).

Por meio do survey realizado foi possível obter informações não apenas dos recursos humanos alocados nos projetos pelas duas entidades, como também dados acerca dos recursos humanos formados no decorrer da execução dos mesmos, com o respectivo grau de paternidade. Esse indicador busca medir qual é a contribuição do projeto para o resultado ou impacto do projeto. A Tabela 6 apresenta o tratamento aos dados obtidos junto aos respondentes em relação aos recursos humanos formados durante os projetos avaliados.

Tabela 6. Recursos humanos formados com os projetos concluídos¹, considerando o grau de paternidade², por tipo de formação, segundo entidade

Formação	Média do número de pessoas/projeto		
	Proponente	Executora	Total
Doutor	0,12	0,19	0,30
Mestre	0,08	0,54	0,62
Graduado	0,00	0,04	0,04
Total	0,19	0,76	0,96

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

Notas: (1) n = 15 projetos (corresponde aos 18 questionários, 05 entidade proponente e 13 entidade executora).

(2) O grau de paternidade expressa em que medida (em uma escala de 0 a 10) o projeto contribuiu para a formação do indivíduo.

Elaborado pelos autores.

Como pode ser observada na tabela acima, na entidade proponente, a média de doutores formados por projeto (0,12) foi maior do que a de mestres (0,08) e de graduados (0,0). Já no caso da entidade executora, a média de mestres (0,54) foi superior à média de doutores (0,19) e de graduados (0,04). A entidade executora obteve desempenho superior em todos os níveis de formação, em relação à entidade proponente.

4.3. Propriedade intelectual

Além de investigar os resultados tecnológicos alcançados, esta pesquisa também se propôs a averiguar quais deles foram protegidos por patentes (de invenção, ou modelo de utilidade), registro de desenho industrial, marcas, copyright, ou segredo industrial. Os resultados dos dados obtidos junto aos respondentes encontram-se na Tabela 7.

De acordo com as informações apresentadas na Tabela 7, 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 desses dados que, em que pese o fato de muitos dos projetos terem gerado mais de uma tecnologia, e que boa parte delas inclusive foi implementada na entidade proponente, a apropriação dessas tecnologias geradas foi muito pequena. Nesse sentido, nota-se uma limitada preocupação tanto da entidade proponente, como das executoras (no caso em que há co-titularidade da tecnologia desenvolvida nos projetos) de se apropriarem das tecnologias desenvolvidas no âmbito desses projetos.

Tabela 7. Propriedade Intelectual dos projetos concluídos¹

jan. 2012				
Ciclo	Entidade	Tipo	Grau Paternidade ²	Status
2002-2003	Executora	Patente de invenção	9	Requerida
2002-2003	Proponente	Copyright	10	
2004-2005	Proponente	Patente de invenção	10	Em minuta

Fonte: Dados primários da pesquisa "Metodologia de Avaliação de Projetos de P&D do Setor Elétrico".
Notas: (1) n = 41 projetos.
 (2) grau de paternidade, expressa em que medida (em uma escala de 0 a 10) o projeto contribuiu para o alcance de determinado resultado.
 Elaborado pelos autores.

4.4. Resultados tecnológicos⁷ alcançados

Na questão sobre resultados, foram inseridos na questão os resultados tecnológicos (tais como: produto, processo, metodologia, software entre outras) e os demais resultados⁸.

Tanto os gerentes, como os coordenadores dos projetos da amostra, apresentaram uma visão relativamente favorável em relação à consecução dos objetivos, uma vez que a média geral, levando em conta a percepção dos respondentes das duas entidades para os três tipos de resultados elencados, foi de 6,2. Os resultados mais bem avaliados, analisando em

7 Em relação a cada um dos resultados listados nos questionários, bem como aos emergentes (que surgiram no decorrer do projeto), os respondentes teriam que atribuir uma nota, de 0 a 10, que mensurasse o grau de consecução dos mesmos.

8 Há uma seção no formulário ANEEL especificamente destinada aos resultados, subdividida em: 1) produção; 2) capacitação; 2.1) instituições (capacitação das instituições participantes); 2.2) concessionária (capacitação para a concessionária). Portanto, nos valem dessas informações para construir a questão sobre resultados.

conjunto a opinião dos gerentes e dos coordenadores, foram os emergentes e os tecnológicos, com média geral de 8,6 e 7,7, respectivamente. Já no que se refere aos demais resultados, observa-se uma percepção menos favorável dos respondentes: média geral de 5,0.

Foram identificados, a partir das informações contidas na seção resultado dos projetos iniciais – aos quais a equipe de pesquisadores responsável pela elaboração deste estudo teve acesso – um total de 78 resultados tecnológicos previstos, isto é, cerca de 2 resultados tecnológicos por projeto. De acordo com as informações obtidas pela pesquisa,

60% dos resultados tecnológicos previstos foram implementados. Em relação ao estágio de implementação das tecnologias geradas, os resultados das respostas obtidas junto aos respondentes podem ser observados na Tabela 8. Essa tabela contém informações sobre 16 projetos, a partir dos quais foram implementadas 28 tecnologias. No que diz respeito ao estágio de implementação dessas tecnologias, é possível afirmar que 53% alcançaram o estágio de protótipo, sendo 32% de campo e 21% de laboratório. Se considerarmos em conjunto os estágios processo otimizado, software aplicado, sistema/produto em produção e tecnologia em uso, chega-se a um percentual de 29% de utilização efetiva das tecnologias geradas na entidade proponente.

Tabela 8. Estágio da implementação da(s) tecnologia(s) gerada(s) dos projetos concluídos¹

			jan. 2012	
Variáveis selecionadas	Escala	Valores		
Número de projetos que responderam a essa questão	un.	16		
Número de tecnologias implementadas por esses projetos	un.	28		
Distribuição percentual do estágio de implementação das tecnologias geradas, por tipo	Protótipo de campo	9 (32%)		
	Protótipo de laboratório	6 (21%)		
	Metodologia	un. (%/total)	5 (18%)	
	Processo otimizado		3 (11%)	
	Software aplicado		2 (7%)	
	Sistema/Produto em produção		2 (7%)	
	Em uso	1 (4%)		

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

Notas: (1) n= 16 projetos (corresponde aos 16 questionários da entidade proponente).
Elaborado pelos autores.

4.5. Obstáculos para a implementação/transferência das tecnologias

No questionário dirigido à entidade proponente, os gerentes deveriam se posicionar a respeito das dificuldades encontradas para a implementação na empresa das tecnologias geradas. Já os coordenadores (entidade executora) dos projetos investigados foram indagados a respeito das dificuldades encontradas para a transferência das tecnologias dos projetos para a empresa.

A maior parte dos gerentes dos projetos, como pode ser observado na Tabela 9, indicou que os fatores elencados não representaram obstáculos para a implementação das tecnologias geradas na empresa, pois suas respostas se concentraram na opção não-relevante. Apenas para citar um fator, qual seja, a carência de recursos financeiros, mais de 90% dos respondentes avaliaram tal fator como um obstáculo não-relevante (para 79% dos respondentes), ou de pequena importância (para 13% dos respondentes), no que diz respeito à implementação das tecnologias geradas. Ainda assim, convém ressaltar que cerca de 45% dos gerentes opinaram que a cultura organizacional da empresa era um obstáculo de alta (13%) ou média (33%) importância para a implementação das tecnologias geradas. Outro fator que obteve uma avaliação menos favorável foi a burocracia da empresa. Para 34% dos respondentes tal fator pode ser

considerado um obstáculo de alta, ou média importância para a implementação das tecnologias.

Na parte de baixo da Tabela 9 são apresentados os dados para a entidade executora, isto é, os dados fornecidos pelos coordenadores dos projetos da amostra. Com base nessas informações é possível extrair uma conclusão semelhante àquela a que se chegou para o caso da entidade executora: os fatores listados foram considerados obstáculos (do ponto de vista da transferência das tecnologias geradas para a empresa) não-relevantes, ou de baixa importância, pela maioria dos respondentes. Mesmo no caso dos fatores prazo inadequado, burocracia da entidade executora e burocracia da empresa, em relação aos quais houve um percentual um pouco maior de respondentes a classificá-los como obstáculos de alta ou média importância, tal percentual se situou abaixo dos 40%.

Tabela 9. Distribuição percentual atribuída ao grau de importância dos principais obstáculos encontrados para a Transferência da(s) Tecnologia(s) gerada(s) para a empresa, por grau de importância, segundo entidade

jan. 2012

Entidade	Grau de importância ¹ (em % / total)				Total
	Alto 3	Médio 2	Baixo 1	Não relev. 0	
Proponente ²					
a. Burocracia da empresa	17	17	17	50	100
b. Cultura organizacional da empresa	13	33	8	46	100
c. Carência de pessoal qualificado	4	17	29	50	100
d. Carência de recursos financeiros		8	13	79	100
e. Carência de materiais e/ou equipamentos	4	13	17	67	100
f. Falta de cooperação com a entidade executora	8	8	17	67	100
g. Não faz parte da estratégia da empresa (a implementação)	17	17		67	100
Executora ³					
a. Prazo inadequado	8	16	32	44	100
b. Carência de recursos financeiros	4	4	40	52	100
c. Burocracia entidade executora	12	12	24	52	100
d. Burocracia da Aneel	8	12	24	56	100
e. Burocracia da empresa	16	12	24	48	100

f. Carência de materiais e/ou equipamentos	4	4	44	48	100
g. Carência de pessoal qualificado		12	44	44	100
h. Falta de cooperação com a empresa	4	4	33	58	100

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

Notas: (1) Os fatores mais relevantes (positiva e negativamente) foram sombreados para cada entidade.

(2) n = 24, provenientes da entidade proponente.

(3) n = 25, provenientes da entidade executora.

Elaborado pelos autores.

5. Conclusões

Conforme apresentado na introdução, o objetivo principal deste artigo foi retratar de uma forma sistêmica o conjunto de recursos mobilizados pelos projetos de P&D da empresa do setor elétrico e os distintos resultados e impactos advindos de sua execução.

O número de coordenadores e gerentes que responderam aos questionários foi expressivo, de forma que a amostra analisada é bastante representativa. Ademais, os dados obtidos junto aos respondentes dos questionários trazem à tona informações importantes sobre o funcionamento dos projetos investigados, as quais podem subsidiar a tomada de decisão da empresa no sentido de aprimorar seu Programa de P&D.

Entre as principais conclusões que se pode extrair da análise dos dados obtidos é possível destacar as seguintes que, em relação à consecução dos objetivos, os dados apresentados revelam uma percepção favorável no que se refere ao alcance dos objetivos (previstos e emergentes) por parte dos coordenadores e gerentes dos projetos da amostra. Ainda assim, cabe ressaltar que alguns fatores como os aspectos regulatórios e normativos e os prazos para a execução dos projetos, foram apontados por alguns dos participantes da pesquisa (de ambas as entidades) como empecilhos para a consecução dos objetivos dos projetos investigados.

Sobre os recursos humanos mobilizados pelas entidades executoras, estes foram muito superiores em número absolutos ao da entidade proponente (a empresa). 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.

A propriedade intelectual nota-se uma limitada preocupação tanto da empresa, 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.

Tanto os gerentes, quanto os coordenadores dos projetos da amostra têm uma visão relativamente favorável em relação à consecução dos resultados esperados em relação aos projetos por eles gerenciados/coordenados. De acordo com as informações obtidas na pesquisa de campo, 60% dos resultados tecnológicos previstos nos projetos iniciais foram implementados, o que significa que cada projeto da amostra implementou cerca de um resultado tecnológico. Partindo desse dado poderíamos concluir que os projetos analisados foram exitosos do ponto de vista dos resultados tecnológicos alcançados.

Entretanto, a pesquisa apontou que uma parcela significativa das tecnologias geradas não passou dos estágios de protótipo de laboratório e protótipo de campo, de maneira que não foi incorporada de fato pela empresa. Diante disso, deve-se relativizar o sucesso tecnológico dos projetos investigados nesta pesquisa. Entre os principais obstáculos apontados pelos gerentes dos projetos da amostra no que diz respeito à implementação das tecnologias geradas na empresa, pode-se destacar a cultura organizacional e a burocracia da empresa. Quanto aos coordenadores dos projetos da amostra, na visão deles os fatores prazo inadequado, burocracia da entidade executora e burocracia da entidade proponente, foram aqueles que mais dificultaram o processo de transferência para esta empresa das tecnologias desenvolvidas no âmbito dos projetos coordenados por eles.

Houve um processo bastante reduzido de transferência para terceiros das tecnologias geradas no âmbito dos projetos analisados. A grande maioria das transferências ocorreu para empresas do sistema Eletrobrás. Conforme se apurou na pesquisa de campo, os fatores “não faz parte da estratégia da empresa (a transferência)” e “não há departamento ou equipe dedicada a essa atividade” representaram os principais obstáculos à transferência.

Em resumo, os resultados dessa pesquisa indicam que os resultados dos projetos foram positivos em termos de recursos humanos formados e objetivos e resultados tecnológicos previstos alcançados. Contudo, a EMPRESA ainda não absorveu essa nova função (inovação) como uma atividade estratégica a ser gerida, com recursos, equipe e infraestrutura própria e status estratégico na organização. Ou seja, caso não fosse compulsórios, os esforços de P&D seriam muito provavelmente abandonados. Por isso ainda se requer um aprendizado organizacional que incorpore essa função dentro das prioridades estratégicas da EMPRESA.

A questão da proteção da propriedade intelectual e da transferência tecnológica também são duas outras funções importantes que devem ser levadas em paralelo com a gestão da P&D, para que os resultados desses projetos alcancem o

estágio de inovações bem-sucedidas ou sejam protegidos e tratados como ativos estratégicos relevantes à organização.

Referencias

- BACH, L. (2001). 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., COHENDET, P., LAMBERT, G., LEDOUX, M, J. (1992). Measuring and managing spinoffs: the case of spinoffs generated by ESA programs. American Institute of Aeronautics and Astronautics. 1992.
- COZZENS, S. (2000). Assessing federally-supported academic research in the United States. Research Evaluation, v. 9, nº 1, .
- GEORGUIOU, L., ROESSNER, D. (2000). Evaluating technology programs: tools and methods. Research Policy, v. 29, p. 657-678.
- GÜNTHER, H. (2003). Como elaborar um questionário. Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, n. 1, Brasília – DF.
- JAFFE, A. (2002). Building programme evaluation into the design of public research-support programmes. Oxford Review of Economic Policy, 18, 1.
- LOUIS LENGRAND & ASSOCIÉS. SMART INNOVATION: A Practical Guide to Evaluating Innovation Programmes. 2006.
- MANSFIELD, E. (1991). Academic research and industrial innovation. Research Policy, 20, 1-12.
- MANSFIELD, E., RAPOPORT, J., ROMEO, A., WAGNER, S., BEARDSLEY, G. (1977). Social and Private Rates of Return from Industrial Innovations. The Quarterly Journal of Economics, 91(2), 221-240.
- OECD (2006). Science, Technology and Industry Outlook – Evaluation of Publicly Funded Research: Recent Trends and Perspectives. STI Outlook,.
- SALTER, A., MARTIN, B. R. (2001). The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: A Critical review. Research Policy, 30, 509–532.
- BRASIL (2008). Manual do Programa de Pesquisa de Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica. Brasil.