



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GPD - 09
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

**GRUPO XV
GRUPO DE ESTUDO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO – GPD**

**PERFIL DOS PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO NO SETOR ELÉTRICO
BRASILEIRO**

Máximo Luiz Pompermayer*

Aurélio Calheiros de Melo Júnior

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL

RESUMO

Analisam-se aqui a evolução e o perfil dos projetos de P&D do setor elétrico brasileiro nas diferentes regiões do País, segmentos do setor e tipos de entidade, visando à geração de informações relevantes para o aprimoramento dos mecanismos de regulação e gerenciamento dos recursos previstos em lei. Para tanto, foram analisados 1.486 projetos, quatro ciclos e mais de 100 empresas, totalizando investimentos da ordem de 500 milhões de reais. Analisou-se, assim, o comportamento de variáveis-chave, como custo, duração, tema e resultados, cujas relações e tendências proporcionam reflexões e subsídios importantes para a regulação e gerenciamento dos recursos.

PALAVRAS-CHAVE

Pesquisa e Desenvolvimento, Inovação Tecnológica, Setor Elétrico Brasileiro, Projetos de P&D

1.0 - INTRODUÇÃO

Com a reestruturação do setor elétrico brasileiro, as empresas que firmaram contrato de concessão com a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL – ficaram obrigadas a realizar investimentos mínimos em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), segundo regulamento estabelecido pela Agência. Os primeiros contratos foram assinados em 1997/1998, dando origem ao primeiro ciclo de investimentos compulsórios em P&D no setor elétrico brasileiro (1998/1999), do qual participaram 13 empresas, com investimentos de R\$ 12,9 milhões.

Com a publicação da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, a obrigatoriedade foi estendida a todas as concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor elétrico, exceto para aquelas que geram energia, exclusivamente, a partir de fontes alternativas. Os percentuais de investimentos foram ampliados, chegando a 1% da receita operacional líquida das empresas de geração e de transmissão.

Desde então, mais de 1.500 projetos foram aprovados pela ANEEL, totalizando investimentos superiores a 500 milhões de reais. Muitos dos resultados e benefícios desses projetos têm sido apresentados e discutidos em diversos fóruns e eventos, notadamente nas duas edições do Citenel – Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica. Se, por um lado, os exemplos de sucesso e de aprendizado evidenciam o êxito e a importância dos programas realizados e em execução, por outro, observa-se a necessidade de uma avaliação mais ampla e sistemática do que já foi realizado ou está em execução.

Diante do exposto e do estágio em que se encontram os programas atuais de P&D, com vários ciclos de aprendizado e mais de 1.500 projetos finalizados ou em execução, torna-se imperativo um diagnóstico mais amplo e conclusivo sobre os investimentos realizados e os resultados auferidos e/ou esperados. No intuito de contribuir

para o preenchimento dessa lacuna, analisam-se aqui a evolução e o perfil dos projetos de P&D do setor elétrico brasileiro nas diferentes regiões do País, segmentos do setor (geração, transmissão e distribuição) e tipos de entidade executora (empresas, fundações, universidades e instituições de pesquisa). A finalidade é a geração de informações, questionamentos e reflexões importantes para o aprimoramento dos mecanismos de regulação e gerenciamento dos recursos destinados à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico do setor, além de subsidiar a identificação de demandas tecnológicas regionais, que podem ser objeto de programas ou projetos de P&D específicos.

O grande desafio do agente regulador nesse campo é o equilíbrio entre o cumprimento dos objetivos dos programas (inovação tecnológica do setor) e a racionalidade do processo, de forma a assegurar o retorno dos investimentos realizados, mediante ampliação e melhoria na qualidade dos serviços prestados ao consumidor.

Por meio de uma análise do comportamento, no tempo e no espaço, de variáveis-chave, como custo, duração, tema, perfil da equipe técnica e resultados esperados de cerca de 1.300 projetos, foram observadas relações e tendências importantes, que podem contribuir para o aprimoramento dos mecanismos de regulação e de gerenciamento dos recursos. Entre outros resultados, constatou-se que houve grande evolução no perfil dos projetos ao longo do período analisado, tanto em termos técnicos quanto regionais e institucionais. Verificou-se, por exemplo, maior escopo e duração dos projetos e a inclusão de temas e áreas de maior interesse do setor elétrico, como "medição e faturamento", "qualidade da energia" e "automação de sistemas elétricos". Houve, ainda, mudanças na composição das equipes e entidades executoras, evoluindo para um perfil mais técnico e direcionado a atividades intrínsecas do setor. Manteve-se, porém, a qualificação acadêmico-científica indispensável à perscrutação e aprofundamento de temas e áreas de interesse do setor elétrico brasileiro.

2.0 - ORIGEM E TRATAMENTO DOS DADOS

O primeiro ciclo de P&D regulado pela ANEEL foi 1998/1999, quando foram assinados os primeiros contratos de concessão cujos encargos incluíram a obrigação de investimentos mínimos em projetos de P&D. Foram 13 empresas, 63 projetos e investimentos da ordem de 13 milhões de reais. Como se observa na tabela abaixo, o número de empresas evoluiu de 13 para 101, o de projetos, de 63 para 416 e os investimentos anuais aumentaram para cerca de 200 milhões de reais, entre 1998/1999 e 2002/2003.

Número de empresas, projetos de P&D e investimentos realizados entre 1998 e 2003.

Ciclo	Empresas	Projetos	Investimentos (R\$)
1998/1999	13	63	12.899.198,00
1999/2000	43	166	29.744.579,18
2000/2001	67	405	113.304.660,35
2001/2002	72	499	156.226.300,86
2002/2003	101	416	198.801.240,00
<i>Total</i>	-	1.549	510.975.978,39

Embora o primeiro ciclo seja 1998/1999, o banco de dados utilizado neste trabalho refere-se aos quatro ciclos seguintes (1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003). Tal fato se justifica, inicialmente, pelo volume reduzido de empresas, projetos e investimentos realizados no primeiro ciclo, além da falta, inconsistência ou incompatibilidade dos dados deste ciclo com os demais, em virtude de falhas no preenchimento e/ou de mudanças no formulário de elaboração. Quanto ao último ciclo analisado, a justificativa é o atraso na avaliação dos projetos referentes ao ciclo 2003/2004, que estava em análise durante a elaboração deste trabalho.

Ao longo dos quatro ciclos analisados, foram aprovados cerca de 1.500 projetos, dos quais 1.486 foram executados ou estão em execução. Tendo em vista, porém, a falta ou a inconsistência dos dados de alguns projetos (decorrentes de falhas no preenchimento do formulário), foram considerados nesta análise 1.346 projetos, dos quais 159 referentes ao ciclo 1999/2000, 378 do ciclo 2000/2001, 394 do ciclo 2001/2002 e 415 do ciclo 2002/2003.

Montou-se, assim, um banco de dados com 1.346 registros e 54 campos, cuja estrutura foi decorrência do modelo de formulários utilizado na elaboração e na submissão dos projetos à aprovação da ANEEL. Os aspectos analisados podem ser classificados em *técnicos* e *institucionais*. Em relação aos primeiros, foram analisados os seguintes fatores: tema, categoria, custo, risco e duração dos projetos; perfil da equipe executora; destinação dos recursos por categoria contábil; e resultados obtidos ou esperados. Em termos institucionais, foram analisados o segmento da empresa de energia elétrica (geração, transmissão e distribuição) e o tipo de entidade executora

(empresa, universidade, fundação e instituição de pesquisa). Ambos aspectos ou grupos de variáveis foram cruzados entre si e com outros fatores, notadamente em relação à localização geográfica das entidades executoras.

Com auxílio do Microsoft Access e do Excel, foram feitos diversos cruzamentos e correlações entre as referidas variáveis e grupos de variáveis, extraindo-se, assim, informações importantes sobre comportamentos, associações e tendências sob diferentes aspectos, contextos e situações, conforme descrito na próxima seção.

Maiores informações sobre os dados aqui analisados, formulários de elaboração dos projetos e sistema de gestão dos programas de P&D podem ser obtidas em: www.aneel.gov.br, no link *pesquisa e desenvolvimento*.

3.0 - ANÁLISE E RESULTADOS

3.1 - Aspectos institucionais

Em termos institucionais, houve a participação de 176 entidades executoras, classificadas em universidades, empresas, fundações e instituições de pesquisa. Verificou-se um aumento expressivo na participação de empresas, cujo índice passou de 16% para 30%, entre o primeiro e o último ciclo analisado. Tal fato evidencia a evolução recente no processo de P&D, com participação crescente do setor produtivo em detrimento da participação do setor acadêmico. Esses dados, porém, representam apenas o percentual de entidades envolvidas em projetos de P&D e não a participação dessas entidades na execução dos projetos. Por exemplo, no ciclo 2002/2003, 30% das entidades envolvidas em projetos de P&D regulados pela ANEEL eram empresas e 43% eram universidades. Contudo, em 65% dos projetos havia a participação de universidades, ao passo que em apenas 13% estavam presentes empresas. Portanto, o setor acadêmico ainda é o principal responsável pela execução dos projetos de P&D das empresas de energia elétrica, a exemplo do que ocorre em outras áreas ou setores.

Outro aspecto importante é a concentração dos projetos em poucas instituições de P&D. Embora se observe a participação de 176 instituições, apenas três (USP, Lactec e CEPEL) foram responsáveis pela execução de aproximadamente 25% dos projetos. As dez instituições com maior índice de participação foram responsáveis pela execução de cerca de metade dos projetos analisados. Essa concentração é ainda mais forte em relação às empresas de energia elétrica. Embora os recursos sejam provenientes de mais de 100 agentes, apenas seis foram responsáveis por 50% dos investimentos realizados no ciclo 2002/2003. Quase dois terços dos recursos são provenientes de apenas 10% das empresas, notadamente daquelas com maior parque consumidor atendido e/ou montante de energia gerada/transmitida e, conseqüentemente, maior receita operacional líquida.

3.2 - Tema ou área de pesquisa

Quanto ao tema ou área de pesquisa, houve nova classificação a partir do ciclo 2001/2002, o que dificulta uma análise da evolução ao longo dos quatro ciclos. Nos dois primeiros ciclos, havia apenas seis temas: eficiência energética; meio ambiente; energia renovável; geração de energia elétrica; distribuição de energia elétrica; e pesquisa estratégica. A partir de 2001/2002, houve a inclusão de mais cinco temas: transmissão de energia elétrica; medição; qualidade; supervisão, controle e proteção de sistemas elétricos; transmissão de dados via rede elétrica. Houve redução na participação de áreas tradicionais, como eficiência energética e pesquisa estratégica, exceto meio ambiente cuja participação é crescente, mesmo após inclusão de outros temas. Em relação aos "novos" temas, destaca-se "supervisão, controle e proteção de sistemas elétricos", cujos índices evoluíram de 7% para 13%, entre 2001/2002 e 2002/2003.

Uma comparação com o tipo de entidade executora revela variações expressivas nos índices. Cerca de 44% dos projetos foram classificados como "pesquisa estratégica", mas o índice relacionado a este tema, considerando a entidade executora, varia de 28% a 59% entre fundações e empresas. Fato interessante é que esse é o único tema em que a participação das empresas é maior que a das universidades. Em relação à eficiência energética, com cerca de 11% do total dos projetos, os índices variam de 6% a 15% entre instituições de pesquisa e fundações. Os temas mais "estáveis", em termos de representatividade do total dos projetos e variação entre entidades, foram meio ambiente (cerca de 9% dos projetos), energia renovável (5%) e distribuição de energia elétrica (8%).

Em termos regionais, foram verificadas variações ainda mais acentuadas. Entre outros exemplos, os índices relativos à pesquisa estratégica oscilaram de 25% a 53% entre as regiões Norte e Nordeste, os de "distribuição de energia elétrica", de 2,8% a 9,4% entre Norte e Sudeste e os de "geração de energia elétrica", de 4,2% a 11,3% entre Norte e Sul. Em síntese, observou-se um perfil bastante diferente na Região Norte, onde temas como os já mencionados apresentam índices bem menores que aqueles observados em outras regiões, ao passo que temas

como “energia renovável” e “transmissão de energia elétrica” apresentam índices bem maiores nessa região. Isso denota maior demanda por esses temas nessa região, devido às características de fornecimento de energia elétrica em sistemas isolados e a necessidade de aproveitamento do potencial de fontes renováveis em comunidades afastadas dos principais centros de abastecimento e consumo.

3.3 – Categoria de pesquisa

Quanto à categoria ou tipo de pesquisa, predomina “pesquisa aplicada”, com 61% dos projetos classificados nessa categoria, 29% em “desenvolvimento experimental” e 10% em “pesquisa básica dirigida”. Embora essa composição seja diferente no primeiro ciclo, não se observa tendência de alteração desse perfil no período analisado.

Já em termos institucionais, verificou-se que o perfil varia entre diferentes tipos de entidade. Embora predomine a “pesquisa aplicada” em todos os tipos de entidade, os índices variam de 51% a 70% entre empresas e fundações. A categoria “desenvolvimento experimental” é bem mais observada nas empresas que nos demais tipos de entidade, como era de se esperar. Fato estranho, a princípio, ocorre com a “pesquisa básica dirigida”, cujo índice foi diferente e bastante inferior à média apenas nas “instituições de pesquisa”. Tal fato, porém, é decorrência da classificação adotada, em que instituições como Lactec, Cepel e CPqD, que têm dado maior ênfase à pesquisa aplicada e ao desenvolvimento experimental, foram classificadas como instituições de pesquisa, tendo em vista suas origens e tradições. Além disso, muitos projetos são desenvolvidos por dois ou mais tipos de entidade e a participação simultânea de empresas e universidades é muito mais freqüente do que nos demais casos. Verificou-se, também, um certo contraste entre empresas de geração e as de transmissão de energia elétrica, uma vez que o índice de projetos classificados como “pesquisa básica dirigida” foi de 15% nas primeiras e de apenas 2% nas últimas, contra um índice médio de 9%.

Diversos cruzamentos dessa variável com outras revelaram pouca variação no perfil dos projetos em termos de categoria. Não foram observadas, por exemplo, diferenças significativas em relação ao risco (técnico, financeiro e de atraso no cronograma), à duração e à composição ou perfil da equipe (doutores, mestres, especialistas, etc.). Já em relação ao custo dos projetos, os valores foram ligeiramente superiores à média em pesquisa aplicada e desenvolvimento experimental.

3.4 – Duração e custo dos projetos

A duração média dos projetos evoluiu de 16,1 meses para 19,4 meses ao longo do período analisado. No primeiro ciclo, cerca de 60% dos projetos tinham duração igual ou inferior a 12 meses, caindo para 25% esse índice no último ciclo. Em outros termos, o índice de projetos plurianuais (duração superior a 12 meses) evoluiu de 25% para 55% entre o primeiro e o último ciclo analisado. Em termos institucionais, os valores observados oscilaram de 17,6 meses a 20 meses, entre universidades e instituições de pesquisa.

O custo médio dos projetos apresentou um crescimento considerável nos três primeiros ciclos analisados, passando de 272 mil reais para 425 mil reais, caindo para 296 mil reais em 2002/2003. Assim como em relação à duração, e de forma ainda mais acentuada, o custo médio oscilou entre 305 mil reais e 447 mil reais, entre universidades e instituições de pesquisa.

Para ambas as variáveis, os valores observados nas empresas foram similares aos das instituições de pesquisa e os das fundações, similares aos das universidades. Constata-se, portanto, dois perfis de custo e duração: um para empresas e instituições de pesquisa; outro para fundações e universidades.

Em termos regionais, a duração média variou de 15 meses a 19,6 meses entre as regiões Norte e Sudeste, e o custo médio, de 243 mil reais a 417 mil reais, entre as regiões Centro-Oeste e Sudeste. Apesar do contraste Norte-Sul, não se observa linearidade entre custo e duração, quando se comparam diferentes regiões. O custo médio na Região Sudeste é bastante superior ao das demais regiões, ao passo que as diferenças em relação à duração são bem menos acentuadas. O custo médio dos projetos é menor na Região Sul do que na Região Nordeste, mas se observa o contrário em relação à duração.

Em termos de categoria contábil, cerca de 50% dos recursos financeiros foram destinados ao pagamento de pessoal, 23% para materiais e equipamentos e 15% para o custeio de serviços de terceiros. O restante dos recursos foi para viagens e diárias, materiais de consumo e outras despesas. Embora não se observem alterações expressivas nos principais itens de custeio (pessoal, equipamentos e serviços de terceiros), houve aumento na participação dos demais itens. Viagens e diárias teve sua participação alterada de 1,8% para 5,9%; material de consumo passou de 0,7% para 3,7% e a parcela referente aos itens agregados em “outras despesas” subiu de

3,5% para 5,4% entre o primeiro e o último ciclo analisado. Tal fato revela, portanto, a necessidade de atenção especial a esses itens, cuja participação conjunta aumentou de 6,1% para 15,8% durante esse período.

Ainda em relação à categoria contábil das despesas, houve grandes variações entre as regiões. A parcela referente a materiais e equipamentos variou de 19,7% a 30,8% entre as regiões Nordeste e Centro-Oeste. Relativamente a recursos humanos, os índices variaram de 44,3% a 59,6% entre as regiões Centro-Oeste e Sul. O item referente a serviços de terceiros apresentou índices de 8,8% no Sul e de 18,5% no Sudeste. Constatou-se, portanto, que, apesar das nuances, não se observaram tendências regionais na composição dos custos por categoria contábil.

Quanto ao custo médio horário por categoria profissional, os valores referentes ao último ciclo variam de R\$ 25,36 a R\$ 96,56 entre auxiliares e doutores, respectivamente. Os custos referentes a mestres e especialistas giram em torno de 70 reais e para profissionais de nível superior (júnior, pleno e sênior) entre 40 reais e 65 reais, aproximadamente. Em termos de valor corrente, os números do último ciclo foram cerca de 20% superiores aos do primeiro, para profissionais com titulação igual ou superior a especialização, e cerca de 40% a 50% maiores para os demais; o que representa, basicamente, uma atualização (correção monetária) dos valores nesse período.

Em termos regionais, foram observadas variações consideráveis nos custos médios horários dos profissionais. Os valores oscilam bastante entre as categorias, mas se observam custos bem maiores nas regiões Sudeste e Sul, cujos valores médios foram até duas vezes maiores que os das regiões Centro-Oeste e Norte. As maiores diferenças referem-se a especialistas e auxiliares. Já em termos institucionais, verificam-se maiores custos horários nas instituições de pesquisa, cujos valores referentes a especialistas e doutores foram cerca de 30% a 40% superiores aos verificados em outros tipos de entidade e cerca de 50% a 80% maiores para mestres e auxiliares. Os menores valores são observados nas fundações e universidades, respectivamente.

Constatou-se, também, que os custos médios horários dos profissionais envolvidos nos projetos variam significativamente entre categoria de projetos e temas. Em relação à categoria, os maiores valores foram observados em projetos de “pesquisa aplicada” e os menores, na categoria “pesquisa básica dirigida”. Quanto ao tema, os maiores valores foram verificados em projetos das áreas de *qualidade da energia, supervisão, controle e proteção de sistemas e transmissão de energia elétrica*. Os menores valores foram observados em projetos das áreas de *eficiência energética, meio ambiente e energia renovável*.

3.5 – Riscos técnico, financeiro e de atraso no cronograma

O risco técnico foi considerado baixo em 77% dos projetos, médio em 21% e apenas em 2% foi considerado elevado. Quanto ao risco financeiro, os índices foram de 86%, 12% e 2%, respectivamente. Já em relação ao risco de atraso no cronograma de execução dos projetos, os índices foram de 56%, 41% e 3%, para os níveis baixo, médio e elevado, respectivamente. Foram observados, portanto, índices inexpressivos de alto risco, embora na prática se observem valores bastante superiores, notadamente em relação a atrasos na execução dos projetos.

Em termos regionais, houve pequenas oscilações. Os riscos técnicos foram maiores nas regiões Sudeste e Sul, os riscos financeiros, na Região Norte e os de atraso no cronograma, nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Já em termos institucionais, os riscos foram maiores nas instituições de pesquisa, o que é coerente com os cruzamentos feitos anteriormente, onde custos e duração foram maiores nesse tipo de entidade.

Em relação à categoria de projeto, os riscos foram ligeiramente maiores em “pesquisa aplicada” e “desenvolvimento experimental” do que em “pesquisa básica dirigida”, o que também é coerente com o que já foi analisado em relação a essa variável. Já em relação ao tema, os riscos foram mais elevados em áreas como “supervisão, controle e proteção de sistemas elétricos”, “transmissão de energia elétrica” e “qualidade da energia”. Os menores índices foram observados em “eficiência energética” e “pesquisa estratégica”. Temas como “energia renovável” e “meio ambiente” apresentaram índices intermediários.

Observou-se, também, uma forte relação entre o custo e os riscos técnicos, financeiro e de atraso no cronograma de execução dos projetos. O custo médio dos projetos cujo risco técnico foi considerado baixo foi de 324 mil reais, contra 606 mil reais para os de risco técnico elevado.

3.6 – Composição e perfil da equipe técnica

O número de profissionais responsáveis pela execução dos projetos aumentou de 1.315 para 3.827 entre o primeiro e o último ciclo analisado. Quanto à composição, houve mudanças importantes ao longo desses quatro ciclos. Nos dois primeiros ciclos, cerca de 38% dos profissionais envolvidos eram mestres ou doutores, contra

20% com nível superior sem especialização, mestrado ou doutorado (júnior, pleno e sênior). No último ciclo, o índice relativo a mestres e doutores subiu para cerca de 44% e o referente a nível superior também aumentou para 23%. Tal crescimento percentual, embora pequeno, evidencia o envolvimento crescente e importante não só de profissionais do setor acadêmico, mas também de profissionais cuja participação em atividades de P&D era praticamente inexistente até pouco tempo atrás, principalmente de funcionários das empresas. Outro fator a considerar é que cada vez mais profissionais das empresas do setor elétrico se capacitam através dos projetos de P&D. Observou-se, ainda, um decréscimo na participação de “auxiliares” (técnico, bolsista e administrativo), cujo índice caiu de 30% para 21% nesse período. Já o índice de “especialistas” permaneceu praticamente inalterado ao longo dos quatro ciclos analisados.

Em termos institucionais, não houve diferenças significativas na composição da equipe entre diferentes tipos de entidade, exceto em relação à categoria “doutores”, cujos índices variaram de 17% a 29% entre instituições de pesquisa e universidades. O valor observado nas empresas é bastante próximo daquele observado nas instituições de pesquisa. Já para as fundações, o valor observado foi de 23%.

Quanto ao perfil regional dos profissionais, não houve grandes variações ou tendências. Foram observados maiores índices de doutores nas regiões Centro-Oeste e Norte, representando em cada região 29% da equipe, e aproximadamente 22% para as regiões Nordeste e Sul. A participação de mestres foi maior no Nordeste e Sudeste, com 19,5% e 16%, respectivamente, e menor no Centro-Oeste, com aproximadamente 11%. A maior participação de especialistas foi nas regiões Sudeste e Sul, cujos índices giram em torno de 11%, contra 4% no Centro-Oeste.

Para a categoria ou tipo de projeto, observou-se maior participação de doutores em pesquisa básica dirigida, com índice de 32,5%, contra 21% em desenvolvimento experimental. As demais categorias profissionais não apresentaram variações expressivas neste item.

Já em relação ao tema, observou-se uma composição ligeiramente diferenciada segundo a classificação do projeto. Entre outros exemplos, houve uma participação maior de doutores em temas como “geração de energia elétrica”, “energia renovável” e “transmissão de energia elétrica”. Os menores índices para esse tipo de profissional foram observados em temas como “medição”, “distribuição de energia elétrica” e “transmissão de dados via rede elétrica”, onde foram observados os maiores índices de profissionais cuja titulação máxima era “especialista”. A maior participação de mestres foi nos temas “transmissão de energia elétrica”, “qualidade” e “energia renovável”, e menor em “medição” e “supervisão, controle e proteção”. Para as categorias de nível superior (sênior, pleno e júnior), a maior participação foi nos temas “transmissão de energia elétrica”, “distribuição de energia elétrica” e “qualidade”, e menor em “energia renovável” e “meio ambiente”. Isso demonstra que o envolvimento de funcionários das concessionárias é maior em temas mais técnicos e rotineiros das empresas, o que não se observa nas demais categorias profissionais.

3.7 – Resultados e benefícios

Em termos de produto, os principais resultados de um projeto de P&D são parâmetros, software ou algoritmo, metodologia ou modelo, material ou dispositivo e protótipo ou piloto, entre os quais se observou a predominância da categoria “metodologia ou modelo”, presente em cerca de 29% dos projetos analisados. Em segundo e terceiro lugares, ficaram as categorias “parâmetros” e “software ou algoritmo”, presentes em 17% e 13% dos projetos analisados, respectivamente. Novos materiais ou dispositivos foram os produtos menos observados, com índice médio de ocorrência de apenas 3%. Foram observadas, também, variações importantes entre diferentes tipos de empresa. Os índices de ocorrência de “protótipo ou piloto” oscilaram de 8% a 17% entre distribuidoras e transmissoras e os relativos a “software ou algoritmo”, de 9% a 15% entre geradoras e distribuidoras. A categoria “parâmetros” oscilou entre 13% e 19% entre geradoras e distribuidoras e “metodologia ou modelo” não apresentou variações significativas entre os segmentos analisados. Constatou-se, portanto, um certo contraste entre o segmento de geração e o de distribuição, sendo o segundo muito mais propenso à produção de softwares, algoritmos e parâmetros que o primeiro, enquanto que o segmento de transmissão apresenta projetos mais voltados para construção de protótipos e pilotos que os demais. Já em relação ao tipo de entidade, não se observou tendência ou variação importante.

Uma análise dos produtos por tema indica, inicialmente, a predominância de “metodologia ou modelo” em quase todas as áreas, exceto em “medição”, onde predomina “protótipo ou piloto”. Outro tipo de produto cuja frequência é pouco variável entre os temas é “software ou algoritmo”, cuja presença está bem abaixo da média somente em temas com baixo índice de frequência, como “transmissão de dados via rede elétrica”, por ser, ainda, uma área recente de pesquisa no país. Materiais e dispositivos apresentaram grandes variações e foram mais frequentes em “transmissão de dados via rede elétrica”, “energia renovável” e “transmissão de energia elétrica”. Em temas

como “eficiência energética”, “meio ambiente” e “pesquisa estratégica”, observou-se a predominância de “parâmetros”, cujos índices variam de 21% a 25%.

Em termos regionais, também houve variações importantes nos produtos gerados. Os índices relativos a “processos ou serviços” variaram de 0,8% a 6% entre as regiões Centro-Oeste e Sul e os referentes a “protótipo ou piloto”, de 3,8% a 14% entre as regiões Centro-Oeste e Norte. Novamente, observou-se menor variação nos índices referentes a “metodologia ou modelo”. Os índices mais próximos da média nacional foram observados nas regiões Sul e Sudeste e os mais “atípicos” no Norte e Centro-Oeste do País.

Quanto aos impactos ou benefícios para as empresas de energia elétrica e seus consumidores, em 73% dos projetos foi declarado “melhoria na qualidade dos serviços prestados” e em 63%, “melhoria de processo interno”. Em ambos verificou-se aumento expressivo nos índices do último ciclo, em que o primeiro benefício foi indicado em 91% dos projetos e o segundo, em 84%. Já em termos institucionais, os índices relativos ao primeiro benefício oscilaram de 65% a 76% entre fundações e universidades e, em relação ao segundo, de 60% a 67%, entre empresas e fundações.

Em termos de contribuições à reputação das entidades executoras, 46% dos proponentes declararam que os projetos contribuem para o seu reconhecimento como centro de excelência, 48% indicaram que proporcionam maior demanda por serviços de consultoria e 81%, a geração de artigos técnicos e a participação em eventos. Observou-se, também, aumento considerável nesses índices ao longo do período analisado, cujos números evoluíram de 19% para 80% em relação ao reconhecimento como centro de excelência e de 76% para 94% em relação à geração de artigos técnicos. Houve, ainda, variações importantes entre diferentes tipos de entidade, notadamente em relação às contribuições para o reconhecimento como centro de excelência e à demanda por serviços de consultoria, cujos índices foram maiores nas instituições de pesquisa e menores nas empresas e fundações. Foram verificadas, também, variações consideráveis entre as regiões do País: os índices relativos a artigos variaram de 76% a 90% entre as regiões Sul e Norte e os referentes à demanda por consultoria, de 40% a 58% entre as regiões Centro-Oeste e Norte.

Quanto aos benefícios em termos de capacitação profissional, foram mais de 1.280 titulações ao longo desses quatro ciclos, entre as quais cerca de 330 doutorados, 760 mestrados e 190 especializações. Uma análise da evolução durante esse período evidencia que o índice de projetos com formação de doutores passou de 11,3% para 33,5% entre 1999/2000 e 2002/2003. Em relação a mestres e especialistas, os índices evoluíram de 17% para 70% e de 0,6% para 22%, respectivamente. Em termos absolutos, os números evoluíram de 2 para 91 em relação à especialização, de 39 para 289 em relação a mestrado e de 21 para 139 em relação a doutorado. Em média, 56% das titulações foram de mestrado, 26% de doutorado e 18% especializações. Esses índices, porém, variam substancialmente entre regiões e entidades executoras. Em termos regionais, os índices referentes a doutorado variaram de 13% a 30% entre as regiões Centro-Oeste e Norte, os referentes a mestrado oscilaram de 54% a 84% entre as regiões Sudeste e Centro-Oeste e os relativos à especialização, de 2% a 20% entre Centro-Oeste e Sudeste. Exceto em relação a doutorado, cujo índice foi atípico apenas no Centro-Oeste, verificou-se um forte contraste regional nas demais formações profissionais, com predominância de mestrado nas regiões Norte e Centro-Oeste e de especialização nas regiões Nordeste, Sul e, principalmente, Sudeste. Em termos institucionais, os índices relativos a doutorado oscilaram de 19% a 28% entre fundações e universidades, os de mestrado, de 45% a 65% entre empresas e fundações e os de especialização, de 11% a 32%, entre universidades e empresas. Verificou-se, portanto, um contraste acentuado em termos de formação profissional por diferentes tipos de entidade, com predominância de doutorado em universidades e instituições de pesquisa, mestrado em fundações, universidades e instituições de pesquisa e de especialização nas empresas. Quanto ao tema, os índices relativos a doutorado variaram de 7% a 31% entre “medição” e “pesquisa estratégica”, os de mestrado, de 46% a 71% entre “meio ambiente” e “medição” e “geração de energia elétrica”, e os de especialização, de 8% a 29% entre “geração de energia elétrica” e “meio ambiente”. De modo geral, entretanto, não se observou tendência ou contraste acentuado entre temas ou áreas de atuação.

4.0 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Como exposto na introdução, o objetivo do trabalho era analisar a evolução e o perfil dos projetos de P&D do setor elétrico brasileiro nas diferentes regiões do País, segmentos do setor e tipos de entidade, gerando informações importantes para o aprimoramento dos mecanismos de regulação e gerenciamento dos recursos previstos em lei.

Em termos institucionais, verificou-se que, embora predomine ainda a participação de segmentos acadêmicos, o setor produtivo apresenta participação expressiva e crescente na execução dos projetos. Constatou-se, também, que, apesar da concentração de recursos em poucas empresas e instituições de P&D, houve aumento considerável no número de participantes, passando de 13 para 101 o número de empresas e de 35 para 103 o

número de entidades executoras, entre o primeiro e o último ciclo analisado. Verificou-se, ainda, a influência do tipo de empresa e de entidade executora na definição dos projetos, cujos perfis variam substancialmente entre diferentes segmentos e classes, notadamente em relação às áreas e às categorias de pesquisa.

Quanto ao perfil regional dos projetos, verificou-se maior destaque de “energia renovável” e “transmissão de energia” na Região Norte, “geração de energia” no Sul e “distribuição de energia elétrica” no Sudeste. Temas como “qualidade da energia” e “automação de sistemas elétricos” foram mais freqüente em regiões mais desenvolvidas, como a Sudeste. Duração, custos e resultados esperados também apresentaram diferentes perfis regionais. Os custos e a duração dos projetos tendem a ser maiores em regiões mais desenvolvidas; produtos relacionados a processos e serviços também foram mais freqüentes nessas regiões, ao passo que protótipos ou pilotos foram mais observados na Região Norte. Ainda em termos de resultados, os benefícios para as entidades executoras apresentaram diferentes proporções entre diferentes regiões. O fortalecimento de instituições e a consolidação de centros de excelência foram mais evidentes em regiões menos desenvolvidas, como a Região Norte. A formação de recursos humanos também apresentou fortes nuances regionais, com destaque para “especialização” nas regiões Sul e Sudeste e “mestrado” e “doutorado” nas regiões Norte e Centro-Oeste.

Outro aspecto relevante foi a evolução do perfil dos projetos ao longo dos quatro ciclos analisados. Entre outras observações, verificou-se maior escopo e diversificação dos projetos, com a inclusão e ampliação de áreas de maior interesse do setor elétrico, como “medição e faturamento”, “qualidade da energia” e “automação de sistemas elétricos”, além de inclusão de novas áreas de pesquisa, como “transmissão de dados via rede elétrica”. Verificou-se, também, um melhor alinhamento do perfil das equipes e entidades executoras com as demandas do setor elétrico. Essa convergência é importante e deve ser estimulada, uma vez que os melhores resultados tendem a ser alcançados com a combinação de diferentes perfis, como indicam estudos recentes. Verificou-se, ainda, aumento expressivo na proporção dos custos de alguns itens, notadamente em relação a “viagens e diárias” e “material de consumo”, cujos montantes ganharam proporções significativas e merecem, portanto, maior atenção. Ressalte-se, porém, que o aumento em “viagens e diárias” pode ser decorrência, ainda que parcialmente, da diversificação de parcerias e da implantação de projetos fora da sede da empresa, o que tende a fortalecer e dinamizar o processo de P&D e, portanto, deve ser incentivado.

O último e mais importante item analisado foi o relativo aos resultados esperados, cuja análise foi um pouco prejudicada pela estrutura e combinação de dados provenientes de dois modelos de formulários, como indicado no item referente a “origem e tratamento dos dados”. Não obstante, foram observadas relações e tendências importantes na composição dos resultados e benefícios esperados, conforme descrito anteriormente. Neste item particularmente, evidencia-se a importância de um levantamento de campo, a fim de identificar melhor os produtos gerados e, principalmente, sua aplicabilidade no dia-a-dia das empresas, bem como fazer um confronto entre os resultados esperados e aqueles efetivamente obtidos ou alcançados durante e após a execução dos projetos. Outras abordagens, como a feita por Gomes & Jannuzzi (2003), podem proporcionar subsídios importantes para a definição ou aprimoramento dos mecanismos de regulação e de gerenciamento dos recursos destinados à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico do setor.

Embora longe de exaustiva, a análise aqui realizada evidencia a diversidade, dimensão e complexidade dos fatores inerentes ao desenvolvimento tecnológico do setor elétrico brasileiro, os quais são fortemente afetados pelas diferenças regionais, socioeconômicas e institucionais do País.

Se, por um lado, o ineditismo e a complexidade de alguns fatores aqui abordados dificultam o aprofundamento de certas questões e a precisão ou objetividade de suas respostas, por outro, evidenciam a necessidade de um processo contínuo e sistematizado de monitoramento e análise dos inúmeros fatores inerentes ao processo de P&D do setor elétrico, notadamente em relação aos resultados obtidos e sua aplicação no dia-a-dia das empresas. E a eficácia dos referidos mecanismos de regulação e de gerenciamento depende do conhecimento desses fatores, o que justifica a realização deste trabalho e de outros de natureza similar ou complementar.

Um exemplo concreto de aplicação dos resultados aqui obtidos é a possibilidade de aprimoramento do processo de análise e aprovação dos projetos de P&D, considerando características e demandas regionais, além de contribuições ao processo de fiscalização, obtenção e divulgação de informações sobre resultados e benefícios decorrentes dos investimentos realizados.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Manual dos Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro. Brasília – DF, 2001.

(2) ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Sistema de Gestão de Pesquisa e Desenvolvimento.

(3) GOMES, R. D. M. & JANNUZZI, G.M. Um estudo de caso para análise dos projetos de P&D das concessionárias reguladas pela ANEEL. Energy Discussion Paper Nº 2.62-04/03. Campinas - SP, 2003.