



**PESQUISA ACADÊMICA, ENERGIA E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:
ESTUDO DE CASO DO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE
ENERGIA E AUTOMAÇÃO ELÉTRICAS
DA EP-USP**

Elisabeth Adriana Dudziak (EPUSP)

elisabeth.dudziak@poli.usp.br

Guilherme Ary Plonski (EPUSP)

plonski2@usp.br

O trabalho tem por objetivo aprofundar a compreensão sobre a relação entre pesquisa acadêmica, energia e desenvolvimento sustentável, a partir do estudo dos paradigmas e da práxis acadêmica de pesquisa na área de energia no país. Ao realizar o estudo de caso do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, além do mapeamento da situação atual (estrutura de pesquisa, processos e atores envolvidos) e do enfoque exploratório (antecipação estratégica), foram observadas a organização das atividades de pesquisa e as formas de construção dos conceitos de ciência, inovação e seus impactos na sociedade. Os resultados apontam para uma transição do grupo em direção ao paradigma complexo de entendimento da realidade, aderente portanto aos conceitos de desenvolvimento sustentável, sustentabilidade social e ambiental.

Palavras-chaves: pesquisa acadêmica, energia, desenvolvimento sustentável

1. Introdução

Desde a década de 90 um conjunto de forças tem contribuído para a redefinição do papel da Ciência, da Tecnologia e da Inovação (C,T&I) na chamada sociedade do conhecimento. Mudanças essenciais nos modos de produção como o encurtamento dos processos, a globalização da economia pela liberalização de mercados e a desregulamentação financeira conduzem à crescente internacionalização das empresas e respectivas atividades de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento). As mudanças se estendem à natureza das formas de produção de conhecimento, envolvendo a emergência de um novo paradigma de pesquisa, entendendo que o modelo de separação por disciplinas foi superado pela visão transdisciplinar (GIBBONS et al, 1994). Nos últimos anos, a articulação entre universidade, empresa, governo e sociedade tem sido apontada como um dos fatores indispensáveis ao desenvolvimento sócio-econômico brasileiro.

Por outro lado, observa-se a estreita relação entre energia, desenvolvimento e meio ambiente. A abrangência de suas conexões transcende os limites geopolíticos. Em todo o mundo cresce o consumo de energia, em função dos níveis de desenvolvimento tecnológico e social. Contudo, esse crescimento tem um preço: risco de poluição ambiental, destruição de ecossistemas, alterações climáticas. Para os países em desenvolvimento, o tema da energia é de fundamental importância. O planejamento energético é o principal desafio, uma vez que é preciso prover à nação os serviços de energia necessários para atingir as metas de desenvolvimento, a custos compatíveis e de forma aceitável ao meio ambiente.

Historicamente apoiadas no paradigma racional cartesiano e tendo caminhado em direção à abordagem sistêmica, as pesquisas científicas na área parecem direcionar-se atualmente à visão da complexidade. A revisão de literatura demonstra que, mais do que a busca pela eficiência que promove a competitividade (coerente ao modelo sistêmico racionalista), tem se fortalecido uma racionalidade distinta, uma lógica que se constrói pela ligação da C,T&I à ecologia da ação e ao desenvolvimento sustentável (DUDZIAK, 2007).

O objetivo deste trabalho é aprofundar a compreensão sobre a relação entre pesquisa acadêmica, energia e desenvolvimento sustentável, a partir do estudo de suas visões de mundo e da práxis acadêmica de pesquisa na área de energia no país. Ao realizar o estudo de caso do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, além do mapeamento da situação atual (estrutura de pesquisa, processos e atores envolvidos) e do enfoque exploratório (antecipação estratégica), pretende-se observar de que forma se constroem no grupo os conceitos de ciência, inovação e as atividades de pesquisa.

O estudo de caso relativo às atividades de pesquisa no departamento foi feito com base na documentação departamental existente e em entrevistas semi-estruturadas realizadas junto aos sete líderes dos laboratórios de pesquisa, o chefe do departamento e três pesquisadores da área ligados à Universidade, no segundo semestre de 2006.

2. Energia e desenvolvimento sustentável no Brasil

As bases da sustentabilidade energética de qualquer país dependem essencialmente do avanço das pesquisas duplamente orientadas: ao entendimento dos fenômenos e as considerações de aplicação. Nesse sentido, as pesquisas científicas e tecnológicas em engenharia de energia são essenciais. No Brasil, as fontes renováveis de energia representam 41% da oferta interna no país, segundo dados do Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE, 2005). Além disso,

o setor de energia tem sido alvo de diversos mecanismos de incentivo e financiamentos governamentais por ser uma área de grande importância estratégica, geradora de desdobramentos em todos os demais setores.

A crescente capacitação local e estruturas de apoio existentes nas universidades públicas, soma-se às oportunidades de atração externa de investidores e colaboradores. A operacionalização das atividades de projeto em torno dessa área e seu alto valor agregado é um desafio essencialmente ancorado no esforço acadêmico e nas atividades de pesquisa.

A indústria da energia contempla os segmentos de geração, transmissão, distribuição e comercialização. Nesse sentido, três aspectos são importantes: o primeiro, que o suprimento eficiente de energia é condição básica para o desenvolvimento; segundo, que é preciso investir em projetos de desenvolvimento sustentável; terceiro, que é necessário atender às necessidades básicas das populações, promovendo a universalização do acesso à energia (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005). Ao longo das décadas de 70, 80, 90 e anos 2000, o desenvolvimento sustentável passou a ser mais seriamente considerado. O despertar e crescente conscientização dos impactos ambientais dos empreendimentos não só na área de energia, como nas áreas industrial, extrativa, agrícola, etc, conduziram à necessidade de redefinição do significado de desenvolvimento, agora segundo uma visão complexa.

Definido como desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades, segundo o Relatório Brundtland, o desenvolvimento sustentável pressupõe uma visão complexa. O ponto de partida é de análise de inter-relações, causas e conseqüências dos problemas sócio-econômicos e ecológicos em uma sociedade global. Nesse sentido, baseia-se na interligação entre distintos sistemas: sociedade, política, economia, ecossistemas e tecnologia, tendo com base a responsabilidade social. Sendo assim, diferentes dimensões da sustentabilidade devem ser consideradas: social, cultural, econômica, ecológica, e espacial (SACHS, 1993). A sustentabilidade social remete à equidade social, a sustentabilidade cultural diz respeito à diversidade, a econômica trata da gestão eficiente dos recursos produtivos, a ecológica refere-se à preservação dos ecossistemas, enquanto que a sustentabilidade espacial diz respeito à busca pelo equilíbrio espacial da configuração rural-urbana dos assentamentos humanos (GERALDES; DUDZIAK, 2003).

Do mesmo modo, a sustentabilidade energética é outro aspecto a ser trabalhado, nas dimensões ambiental (considerando os impactos globais e locais), social (acesso à eletricidade e seus desdobramentos), econômica (investimentos e comercialização), e tecnológica (intensidade/eficiência e matriz energética). Refere-se à preservação da biodiversidade e dos ecossistemas; diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias baseadas no uso de fontes energéticas renováveis; aumento da produção industrial nos países não-industrializados à base de tecnologias ecologicamente adaptadas (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005).

2.1. O sistema energético brasileiro

Com grande extensão territorial e expressivo potencial energético, o Brasil tem optado pelo estabelecimento de políticas próprias que buscam de um lado a auto-suficiência em petróleo e de outro, o favorecimento das energias renováveis. A base energética brasileira, portanto, é renovável e portadora de menor potencial de agressão ao meio ambiente. Na origem do cenário atual está a Eletrobrás, empresa estatal, que na década de 70 assumiu posição ativa no setor energético nacional e direcionou as ações. Paralelamente, a crise mundial do petróleo em 1973, reforçada em 1979, trouxe impactos ao país, levando-o a considerar um planejamento

energético multi-setorial, integrando setor elétrico e de petróleo. Iniciaram-se também nessa época as pesquisas e projetos sobre energias renováveis, principalmente o álcool. Nos anos 80 começa a crescer a preocupação ambiental. O tema passa a ser considerado no planejamento energético nacional. Naquele momento as ações tinham propósito corretivo, mais do que preventivo. Na década de 90, a preservação ambiental passa a integrar as pautas.

Apesar da idéia de que a competição traria melhoria da qualidade e dos preços de energia ao consumidor final, bem como proporcionaria a necessária modernização do setor no país, isso não ocorreu na forma prevista. A liberação dos esforços governamentais no sentido de priorizar recursos para a área social soçobrou ante à necessidade cada vez maior de intervenção na arbitragem de conflitos, regulamentações, socorro financeiro a concessionárias e contingenciamento de recursos. Sauer (2003) argumenta que hoje é preciso rever o modelo energético brasileiro a fim de construí-lo com base em um referencial nacional, e não mais com base em modelos internacionais neoliberais que transformaram a energia em uma mercadoria (*commodity*), ao invés de tratá-la como utilidade (*utility*).

A universalização do acesso e inclusão social como contribuições do setor energético tornaram-se prioritários. Também o são a eficiência energética, a conservação, a regulamentação do setor e os investimentos destinados à pesquisa científica e tecnológica. A gestão dos processos e da política de inovação na área é essencial. Sobretudo, existe a necessidade de implementar ações de planejamento distribuído, integrando energia, ambiente e políticas de desenvolvimento, bem como os distintos atores e suas práticas: governo, agências do setor, agências de fomento e financiamento, universidades, indústrias, organizações e comunidades. Mas nem todos os grupos de pesquisa no Brasil avançaram nesses aspectos. A começar pelas atividades de pesquisa acadêmica, que no país se concentram nas universidades públicas. Muitos grupos de pesquisadores ainda reproduzem modelos de trabalho tradicionais e reduzidos, focalizando somente a produção de conhecimento na forma de publicações científicas, a partir de temas de baixo impacto social. Ignorando os aspectos da complexidade, tais grupos não realizam pesquisas duplamente orientadas: ao entendimento dos fenômenos e considerações de aplicação e uso (STOKES, 1997).

3. As pesquisas em energia na Universidade de São Paulo

Na área de energia, a USP desenvolve atividades de pesquisa em numerosas vertentes. A começar pelo Programa Interunidades de Energia, que tem entre suas linhas de pesquisa o planejamento integrado de recursos, o estudo de fontes renováveis de energia, a relação entre meio ambiente, energia e sociedade. Essas iniciativas são financiadas majoritariamente por órgãos de fomento e empresas públicas nacionais. Uma das mais expressivas parcerias é com a Petrobrás, uma vez que a Universidade participa com a estatal, outras universidades e empresas em diversas redes temáticas.

Outra importante iniciativa é o Programa de Economia de Energia, coordenado pelo já existente Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia - PURE, direcionado ao uso eficiente e eficaz de energia na Universidade. Além disso, pesquisadores da Escola Politécnica, do Instituto de Química, do Instituto Oceanográfico, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, do Instituto de Geociências, do Instituto de Física, do Instituto de Química de São Carlos e do Instituto de Eletrotécnica e Energia, entre outras unidades, estão aliando forças para melhor explorar seu potencial de trabalho na área.

3.1. O Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas

O PEA — Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas - faz parte da Grande Área Elétrica da Escola Politécnica da USP juntamente com outras três grandes áreas — Civil, Mecânica e Química. É responsável pela formação de estudantes de engenharia com ênfase em energia e automação. As atividades de ensino encontram-se voltadas à formação de profissionais capazes de atuar tanto tecnicamente quanto politicamente. A forte ligação com o ambiente empresarial é característica marcante no corpo discente de pós-graduação, constituindo-se em fonte recorrente de interação com esse meio.

São 46 homens e mulheres desenvolvendo atividades de ensino, pesquisa e extensão, além da administração. O departamento conta com três salas de aula próprias e compartilha salas com os outros departamentos no prédio de Engenharia Elétrica da Escola, oito laboratórios didáticos, sete laboratórios de pesquisa, 19 salas de professores. Recentemente áreas adicionais foram incorporadas, totalizando 1000 m².

Ao longo de 14 anos de existência, e contando com os auspícios da universidade, o departamento organizou-se em torno de uma estrutura administrativa robusta que lhe confere atualmente sustentação financeira. Este processo iniciou-se no ano 2000, a partir de um encontro na cidade de Valinhos (SP), onde foram estabelecidas as linhas de ação e a estruturação do departamento na forma de coordenadorias de administração, ensino, pesquisa e extensão. Foram também sedimentados os grupos de pesquisa. Por duas vezes o departamento passou por avaliações institucionais promovidas pela universidade. A participação do PEA nas atividades de ensino, pesquisa e extensão tem sido ressaltada na Escola Politécnica.

3.1.1. Organização do trabalho de pesquisa

O departamento está organizado em três coordenadorias departamentais, cada qual com sua autonomia, abrangendo as decisões que envolvem suas áreas de atuação: a coordenadoria de pós-graduação e pesquisa/extensão (envolvendo os grupos de pesquisa), a coordenadoria de ensino de graduação (envolvendo as áreas didáticas) e a coordenadoria administrativa (contemplando as estruturas de apoio), conforme definido no PGPEA de 1999. No Plano de Gestão do PEA (PGPEA) ficou estabelecida a política de gestão departamental orientada para o apoio aos grupos de pesquisa.

Como grupo de pesquisadores, o departamento está estruturado como uma burocracia profissional onde os times são formados por profissionais altamente qualificados. O grau de autonomia é bem elevado, formando de fato um grupo de especialistas. O controle é alcançado a partir de consensos e regras comuns (profissionalismo). A comunidade é aderente aos valores acadêmicos. O apoio administrativo é estruturado a partir de uma burocracia hierárquica tradicional. A estrutura favorece as interações com outros atores justamente a partir das especialidades do grupo. Pontos fortes são as habilidades técnicas e o padrão profissional de trabalho. Nesse sentido, a estrutura de governança técnico-científica incorpora modos de cooperativos de negociação, reunindo atores empresariais, governamentais e universitários.

Conceito de Ciência

Do ponto de vista dos pesquisadores, é a busca da verdade o que norteia a ciência. Nesse aspecto, o conceito de ciência é explicitamente mertoniano. Uma intenção positiva norteia qualquer resultado científico.

A ciência é orientada para o bem. A ciência é a natureza. A ciência busca compreender a natureza para o bem estar do homem,

filosoficamente. Ela tem seu próprio caminho (Prof. Gouvea).

Conceito de inovação

A inovação é percebida como o resultado de uma atividade criativa, uma solução, a introdução de processos ou produtos significativamente melhorados, ou mesmo a difusão de uma descoberta (que pode ser um novo processo) ou invenção por meio de patente. Por outro lado, do ponto de vista das atividades desenvolvidas na universidade, além do importante papel desempenhado na formação de pessoas, a contribuição à inovação se dá a partir da criatividade e a geração de conhecimentos, que ocorrem a partir de duas vertentes principais: projetos cooperativos e os trabalhos de alunos de graduação e pós-graduação vinculados ao departamento.

Eu entendo que nós não devemos excluir ninguém da inovação. Ela deve ocorrer onde há competência para ocorrer. O que existe é uma dificuldade maior da inovação dentro da universidade ganhar os espaços externos (Prof. Saidel).

Conceito de atividade de pesquisa

Toda atividade que procura desenvolver algo novo ou aprimorar alguma coisa já existente, com base em métodos científicos e tecnológicos, é considerada atividade de pesquisa, abrangendo ciência, tecnologia e transformação. É consenso que a pesquisa engloba o planejamento de atividades e destinação de recursos.

Todos os projetos financiados pelos Fundos Setoriais têm uma fase inicial de pesquisa bibliográfica do estado da arte e depois o desenvolvimento do trabalho em si. Essa fase de pesquisa em periódicos e eventos internacionais e nacionais serve para ver os assuntos que realmente podem ser considerados pesquisa. Também ocorre na época de submissão de novos projetos às concessionárias para solicitar a aprovação da ANEEL (Prof. Jardim).

Segundo os pesquisadores, a organização de pesquisa (grupos e comunidades) e a universidade podem contribuir para o desenvolvimento do país a partir de sua própria competência, de um lado pelo aprendizado e adaptação de tecnologias às realidades locais e, de outro, através da formação de novos profissionais e suas competências pela difusão desse conhecimento, que será transformado na prática da engenharia nas empresas.

O pesquisador da área de engenharia de qualquer parte do mundo onde a ciência é praticada, é o elemento que, face à sua competência, tem a capacidade de identificar a tendência da tecnologia, entendê-la com profundidade e adaptá-la às condições locais (Prof. Cardoso).

A dimensão política não pode ser ignorada. O pesquisador que toma decisões e se envolve em orientações de pesquisa deve ter uma visão política. Não pode prescindir desta interpretação.

...essa é uma questão que nós precisamos discutir permanentemente porque precisamos evoluir e construir diferentes futuros, os quais trarão conseqüências para toda a sociedade. Então, a visão política, em sentido amplo, é imprescindível... verificar todas as possíveis vertentes: técnica, econômica, ambiental... (Prof. Saidel).

Isso se reflete no ensino e resulta em desenvolvimento e envolvimento de alunos e outros

pesquisadores. Um outro resultado relevante diz respeito ao aprendizado coletivo, alcançado a partir de trocas, tanto com outros pesquisadores quanto com empresários e alunos de pós-graduação, estes últimos em geral advindos da indústria. A principal motivação para a pesquisa é investigar aspectos do conhecimento (tecnológico ou não) para melhor compreender os fenômenos, identificar e potencializar possibilidades de aplicação desse conhecimento na sociedade. O objetivo final da pesquisa é o desenvolvimento sócio econômico.

A motivação para a pesquisa tem dois eixos: um é o eixo externo. Faz parte do papel da universidade pública colaborar com o desenvolvimento sócio-econômico, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil onde a universidade tem papel fundamental. E um eixo interno que está muito relacionado com um ambiente de trabalho investigativo para os alunos de graduação e pós-graduação. À medida que se desenvolvem as pesquisas, os alunos se envolvem naquele instante da vida e isso faz com que a investigação flua e o ensino flua também... A pesquisa é um vetor de apoio ao ensino (Prof. Saidel).

Os líderes de pesquisa, em particular, envolvem-se mais com a prospecção de novas linhas e projetos de pesquisa, identificando oportunidades e direcionamentos nacionais e internacionais; elaboram projetos, avaliam resultados, analisam a redação de trabalhos e artigos, orientam vários alunos de pós-graduação, além de realizar as atividades administrativas e de ensino. Em geral integram sociedades científicas internacionais, são editores de periódicos e/ou avaliadores, organizadores em eventos e congressos, além de participarem de bancas e concursos.

Temas de pesquisa

Em passado recente, que remonta a um período de vinte anos, o PEA desenvolvia pesquisas visando apropriação de metodologias matemáticas destinadas à simulação de sistemas elétricos, visto que na época havia no país uma grande demanda criada por projetos voltados à construção de novas usinas e linhas. Devido à sua extensão territorial e a distância existente entre as usinas e os centros de consumo, o aprofundamento dos estudos dessas metodologias tornou-se essencial e resultou ainda em uma experiência e competência locais que foram disseminadas em outros países. Uma vez que esta questão foi dominada, houve uma mudança no enfoque das pesquisas do departamento em direção à discussão da matriz energética nacional: diferentes aspectos de distribuição da energia, implicações da adoção de um tipo preponderante de energia em detrimento de outro tipo, ações deveriam ser tomadas no sentido de minimizar problemas na área energética. Neste momento, o departamento passou a se envolver mais com as questões sociais que a área de energia suscita. A eficiência energética e a automação de sistemas elétricos tornaram-se duas áreas fortes.

A eficiência energética é uma área que tem sido negligenciada por uma razão muito simples: as empresas produtoras de energia, a Petrobrás e a Eletrobrás, que eram empresas estatais, mediam seu desempenho pela quantidade de produtos comercializados...quanto mais energia vendesse, melhor, mesmo que o processo fosse ineficiente. Agora, o pensamento é outro: é preciso atender a mesma demanda com menos energia. A idéia de que o desenvolvimento se baseia em alto

consumo de energia está acabando. Consumindo menos, sobram mais recursos (Prof. José Goldemberg).

O departamento desenvolve pesquisas em racionalização, planejamento, automação e controle da geração, transmissão e distribuição e uso final de energia nos sistemas elétricos, preocupando-se com a universalização do atendimento dos serviços públicos de energia e seu uso eficiente.

Tipos de pesquisa

Como já sinalizado no item de conceito de pesquisa, destaca-se a atividade da engenharia como essencialmente aplicada e direcionada à extensão. Existem muitos projetos em P&D, considerados como pesquisa aplicada. Os pesquisadores afirmam que na engenharia nem sempre a divisão entre pesquisa e extensão é clara.

A engenharia experimenta um processo contínuo de contaminação social, posto ser uma ciência essencialmente voltada aos problemas que afetam a sociedade, segundo dois movimentos: um prospectivo, através do qual o engenheiro identifica problemas e busca solucioná-los e outro reativo, através do qual sinais de problemas chegam ao pesquisador que então procura solucioná-los.

A ciência praticada na Escola Politécnica tem uma parte de ciência básica importante, mas sempre visa uma aplicação prática. Existem situações em que se começa a estudar uma teoria e logo se imagina como este estudo poderá resultar em alguma aplicação prática, voltada à resolução de um problema industrial, por exemplo. (Prof. Cardoso).

Há um direcionamento ao enriquecimento das situações de trabalho, definindo distintos eixos de atividades que tendem a se mesclar, extrapolando os limites institucionais. Deste modo, observa-se uma abertura às trocas com o setor empresarial, fonte de projetos e alunos em potencial. Novos espaços de conhecimento são criados com base na interdisciplinaridade.

Cenário futuro

Como cenário futuro, vislumbra-se o domínio de técnicas e tecnologias cada vez mais avançadas de automação, sobretudo a partir da criação de novos equipamentos eletromecânicos visando a eficiência energética. Na opinião de um pesquisador, o ideal para a área seria estabelecer centros de excelência dedicados a assuntos específicos com planos estratégicos bem definidos e verbas e recursos assegurados de acordo com seu desenvolvimento e desempenho, dentro de um plano de longo prazo que pudesse ser aferido anualmente. A desorganização e a fragmentação das atividades de pesquisa na área são apontadas como fatores que enfraquecem o avanço das pesquisas em energia e automação e que devem ser superados nos próximos anos. A falta de uma visão estratégica de longo prazo (cinco, dez ou vinte anos) impede o desenvolvimento sustentável.

O que vemos hoje são vários micro-centros espalhados pelo Brasil, às vezes fazendo as mesmas pesquisas, sem uma rede de cooperação importante. Isso precisa mudar. É preciso ter visão estratégica (Prof. Gouvea).

Um aspecto essencial é a melhoria do fluxo de informações e conhecimentos no âmbito das trocas e interlocução com a sociedade.

Hoje a produção científica e acadêmica da universidade é muito

grande e sistematicamente tomamos conhecimento de algo que nós não sabíamos que a universidade fazia. Acho necessário que se promova a gestão de conhecimento interno, até para difundi-lo de maneira mais sistematizada (Prof. Saidel).

Outra vertente de atuação do departamento inclui a definição e implementação de políticas públicas relativas ao setor, particularmente quanto **à questão da eletrificação rural, que é um problema importante no cenário brasileiro.**

3.1.2. Síntese do estudo

O conceito internalizado de ciência no grupo exhibe contornos positivistas, identificados com o racionalismo. O modo clássico de pensar do cientista: ciência como verdade universal, positiva e passível de controle. A ciência praticada como produto do grau de diferenciação social. O conceito de inovação ainda está bastante atrelado à invenção e, nesse sentido, parece prevalecer um entendimento linear do processo. O trabalho de pesquisa deve se ajustar a uma agenda repleta de outras atividades, onde se destaca o ensino. A gestão dá suporte às ações departamentais e reforça a autonomia nas decisões de alocação de pessoas e recursos. A relação entre o departamento e as empresas acontece tanto informal quanto formalmente, dependendo da duração e amplitude das atividades de cooperação planejadas. Por outro lado, ciência e tecnologia parecem se desenvolver no departamento na justa medida de sua interação com a sociedade. Em termos gerais, os pesquisadores realizam a chamada pesquisa duplamente orientada: ao entendimento dos fenômenos e ao uso/ aplicação, uma vez que além dos projetos conjuntos com as empresas e outras instituições, os pesquisadores também publicam artigos e trabalhos científicos, almejando ainda o reconhecimento internacional tanto da ciência básica quanto da ciência aplicada. Os aspectos políticos, sociais e ambientais são sempre considerados. Há consenso entre os pesquisadores de que a relevância e a qualidade das pesquisas está diretamente relacionada aos resultados e efeitos gerados nas empresas e na sociedade. A avaliação baseada nas publicações científicas é um aspecto importante, mas não especialmente o mais adequado quando se trata da Engenharia. A diversificação de critérios de avaliação é um caminho promissor e deve dar mais ênfase às atividades cooperativas. Existe um triplo direcionamento temático das pesquisas reflete preocupações com as questões econômicas, ambientais e sociais, caracterizando uma visão voltada ao desenvolvimento sustentável.

4. Conclusões

O estudo revelou um direcionamento difuso à ótica complexa da realidade. Conclui-se que há evidências de um direcionamento da visão do grupo e das práticas de pesquisa no departamento ao paradigma complexo, no qual a sustentabilidade energética é importante em suas distintas dimensões: na dimensão ambiental (considerando os impactos globais e locais), social (acesso à eletricidade e seus desdobramentos), econômica (investimentos e comercialização), e tecnológica (intensidade/eficiência e matriz energética). Embora em alguns aspectos conceituais encontrem-se indicações de alinhamento ao paradigma linear (como é o caso do conceito de ciência e inovação), a preocupação com a gestão e estrutura departamental reflete uma visão sistêmica. Por fim, observando os temas, direção das pesquisas e atividades cooperativas, têm-se um direcionamento à visão complexa da realidade. Observa-se ainda que esse direcionamento é uma tendência observada nos grupos de pesquisa de engenharia. Entretanto, estudos complementares são necessários a fim de confrontar distintas estruturas e modelos mentais de diferentes grupos de pesquisa na área.

Referências

CGEE. *Grupo de Gestão e Estudos Estratégicos.* Disponível em: <http://www.cgee.org.br/sobre/finalidade.php>
Acesso em: 8 Março 2006.

DUDZIAK, E.A. **Lei de inovação e pesquisa acadêmica.** 2007. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

GERALDES, E.A.; DUDZIAK, E.A. Cultura, meio ambiente e desenvolvimento sustentável. In: ENGEMA, São Paulo, 2003. *Anais...* São Paulo: FEA/FIA/FGV, 2003

GIBBONS, M. et al. *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies.* London: Sage, 1994.

REIS, L.B.; FADIGAS, E.A.A.; CARVALHO, C.E. *Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável.* Barueri: Manole, 2005. (Coleção Ambiental).

SACHS, I. *Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente.* São Paulo: Nobel, 1993.

SAUER, I.L. et al. *A reconstrução do Setor Elétrico Brasileiro.* Campo Grande: Ed. UFMS; São Paulo: Paz e Terra, 2003.

STOKES, D. O quadrante de Pasteur: ciência básica e inovação tecnológica. Campinas: UNICAMP, 2005. Do original de 1997.