



**Sinval Zaidan Gama**

**NOVO PERFIL DO ENGENHEIRO ELETRICISTA  
NO INÍCIO DO SÉCULO XXI**

**Tese de Doutorado**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio como parte dos requisitos parciais para obtenção do título em Engenharia Elétrica da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Marcos A. da Silveira

Volume I

Rio de Janeiro

Dezembro de 2002

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **Sinval Zaidan Gama**

Graduou-se em engenharia elétrica na Universidade Federal de Pernambuco em 1977 e pós-graduado pela Universidade Federal de Minas Gerais em 1982. Cursou Gestão de Empresas pela George Washington University em 1992, Aperfeiçoamento de Executivos pela Universidade Estadual de São Paulo em 1995 e MBA em Mercado Financeiro e Capitais pelo Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais em 1994. Desenvolveu junto a UFPE, UFSC, UNB e PUC-Rio, os primeiros mestrados profissionais em Engenharia para as empresas do sistema Eletrobrás. Participou em diversos eventos do REENGE no Brasil e missões no exterior sobre função do Engenheiro. Foi executivo responsável pela interface Empresa/Universidade, diretor de Engenharia e presidente de empresas do setor elétrico.

#### Ficha Catalográfica

Gama, Sinval Zaidan

Novo perfil do engenheiro eletricitista no início do século XXI / Sinval Zaidan Gama; orientador: Marcos A. da Silveira. – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Engenharia Elétrica, 2002.

[10], 621 p. ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica.

Inclui referências bibliográficas.

1. Engenharia elétrica – Teses. 2. Educação profissional. 3. Perfil de formação. I. Silveira, Marcos A. da. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. II. Título.

CDD: 621.3

**Sinval Zaidan Gama**

**NOVO PERFIL DO ENGENHEIRO ELETRICISTA  
NO INÍCIO DO SÉCULO XXI**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio como parte dos requisitos parciais para obtenção do título em Engenharia Elétrica da PUC-Rio.

**Prof. Marcos Azevedo da Silveira**

Orientador

Departamento de Engenharia Elétrica - PUC-Rio

**Prof. José Carmelo Braz de Carvalho**

Departamento de Educação - PUC-Rio

**Prof. Reinaldo Castro Souza**

Departamento de Engenharia Elétrica - PUC-Rio

**Prof. Ruderico Ferraz Pimentel**

Departamento de Engenharia de Produção - UFF

**Prof. Ricardo Bernardo Prada**

Departamento Engenharia Elétrica - PUC-Rio

**Prof. Luiz Antônio Meirelles**

Departamento de Engenharia de Produção - PUC-Rio

**Wladimir Pirró e Longo**

Departamento de Engenharia Mecânica - UFF

**Coordenador Setorial**

Coordenador (a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 19 de dezembro de 2002

**NADA ESTIMO MAIS, ENTRE TODAS AS COISAS QUE NÃO ESTÃO  
EM MEU PODER, DO QUE CONTRAIR UMA ALIANÇA DE AMIZADE  
COM HOMENS QUE AMEM SINCERAMENTE A VERDADE.**

**ESPINOSA**

**A FAMÍLIA,  
CÉLULA MATER.**

## Agradecimentos

Este projeto só foi possível pelo apoio da ELETROBRÁS, tanto no financiamento direto do curso do doutorando, quanto de importantes etapas de apoio: bolsa de mestrado para pesquisador, pesquisa de campo, participação de acadêmicos em seminários e no patrocínio de seminários regional e nacional.

As empresas do setor elétrico ELETROBRÁS, CELPE, Furnas, CHESF, ELETRONORTE, ELETROSUL, CEPEL, ELETRONUCLEAR, Light, ONS e CERJ, por intermédio de engenheiros, e as Universidades Federal do Rio de Janeiro, Federal Fluminense, Estadual do Rio de Janeiro, PUC-Rio, Veiga de Almeida, Santa Úrsula e Gama Filho, por intermédio de professores, tiveram substancial contribuição na pesquisa de campo.

O Governo Britânico, através do British Council do Rio de Janeiro, exerceu importante papel ao entender a importância do projeto e apoiar com a vinda de acadêmicos e executivos do Reino Unido para participação em seminários e encontros técnicos no Brasil, bem como na recepção de missões brasileiras naquela comunidade.

A Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro foi durante todo o período, um ambiente fértil, acolhedor, inovador e vibrante, que motivou e encorajou o desenvolvimento desta pesquisa.

O forte, constante e sempre renovado espírito de entusiasmo (a etimologia da palavra é divina) do orientador Professor Doutor Marcos da Silveira foram indispensáveis em todo o processo. Embora os dicionários descrevam orientador de forma simples, ressalto que tive mais que uma orientação, tive na prática

exemplo daquilo que esperava de um tutor universitário: apresentação de novas abordagens para problemas existentes, entendimento das diferentes visões das partes envolvidas, visão multidisciplinar, incentivo para a pesquisa em diferentes campos e uso de fatos e dados que comprovem uma teoria. As limitações do "viés" acadêmico do doutorando, que em todo o período foi compensado com outros esforços adicionais, tiveram no orientador seu maior suporte.

Os Professores Doutores da PUC-Rio, José Carmelo, Reinaldo Souza e Ricardo Prada, em diversos períodos do doutorado, tiveram papel relevante e importante.

O agradecimento final vai para as minhas filhas Fabiene, Sandra e Renata que abriram mão de diversos momentos de convivência familiar para que fosse possível desenvolver o trabalho, pelo interesse e participação, e nos momentos de dificuldades pelo incentivo adicional e especialmente a Sandrinha e o amigo Renan Taira pela importante ajuda na formatação final do documento.

## Resumo

Gama, Sinval Zaidan; da Silveira, Marcos Azevedo (Orientador). **Novo Perfil do Engenheiro Eletricista no Início do Século XXI**. Rio de Janeiro, 2002, 631p. Tese de Doutorado - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho contempla o estudo das propostas REENGE para o perfil de formação do engenheiro, analisando sua fundamentação diante das mudanças estruturais do setor elétrico brasileiro; e pesquisa as necessidades de formação do engenheiro eletricista na visão do mercado de trabalho do mesmo setor, através de pesquisa de campo.

Baseado no confronto das opiniões assim levantadas, o trabalho estabelece um perfil de formação do engenheiro eletricista, informado pela visão de futuro da academia e pelas necessidades dos integrantes do mercado de trabalho, fornecendo subsídios para que as diversas instituições de ensino superior estabeleçam seus perfis de formação particulares, conforme estabelecem as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Engenharia.

O perfil de formação indicado não se restringe a uma lista de conteúdos, e sim a uma abordagem diferente de transmissão de Saberes, onde um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes necessários para as competências desejáveis é indicados.

## Palavras-chave

Educação profissional, perfil de formação, engenharia elétrica

## **Abstract**

Gama, Sinval Zaidan; da Silveira, Marcos Azevedo (Orientador). **New Profile for an Electric Engineer in the Beginning of the 21<sup>st</sup> Century**. Rio de Janeiro, 2002, 631p. Doctor Thesis – Electric Engineer Department, Pontificas Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This work covers the studies of the REENGE proposals for knowledge background of an engineer background, analyzing its statements on the electric sector structural changes; and it focus the background needs for an electric engineer using the market view of the same sector, throughout field research.

Based on the opinions check that came up, the work establishes a background profile for the electric engineer, formed by the academy future vision and the needs of the integrants of the labor market, giving support for many higher education institutions to establish its particular profile background, as the national Curriculum directions for the electric engineer course are established.

The background profile indicated is not limited to a list of content, it is a different knowledge transference approach, in which knowledge, skills and attitudes for the necessary desired competence are indicated.

## **Keywords**

Professional education, formation profile, electrical engineering



## Sumário

1. Introdução	11
2. Pressupostos, o novo contexto e a internacionalização da indústria de energia elétrica no Brasil	15
3. Os problemas existentes: no âmbito da indústria de energia elétrica e os primeiros passos na busca da solução, e no âmbito da academia e os esforços para a consolidação da formação de novos engenheiros – o REENGE e ações implementadas	25
4. A conjugação dos esforços, abordagem e visão única da indústria de energia elétrica e da academia na definição do perfil do novo engenheiro eletricitista e a relevância do problema	33
5. O referencial teórico utilizado para a conceituação do novo perfil e a metodologia utilizada para coleta de dados	39
5.1. Referencial teórico	39
5.2. Pesquisa de campo	42
5.3. Teste de validação – Projeto piloto em Pernambuco	44
5.4. Pesquisa no Rio de Janeiro	46
5.5. O estado da arte	47
6. Avaliação dos resultados da pesquisa	49
6.1. Caracterização do engenheiro entrevistado	49
6.1.1. Caracterização da graduação	52
6.1.2. Caracterização da pós-graduação	54
6.1.3. Necessidade de atualização profissional	56
6.1.4. Emprego e atividades atuais	57
6.1.4.1. Cargo/função que ocupa	60
6.1.4.2. Tarefa principal que executa	61
6.2. Necessidade de formação (pesquisa espontânea)	62
6.2.1. Conhecimentos	65
6.2.2. Matérias/cursos de que nunca sentiu falta na vida profissional	70
6.2.3. Matérias/cursos de que sentiu falta na vida profissional	71
6.2.4. Matérias que deveriam ser incluídas na graduação	72
6.2.5. Matérias que deveriam ser estudadas na pós-graduação, depois de alguma experiência	74
6.3. Sugestões para otimização do atual sistema de formação do engenheiro elétrico	75
6.4. Habilidades requeridas	77
6.4.1. Gerenciais e administrativas	77
6.4.2. Pessoais e interpessoais	77
6.4.3. Técnicas	78

6.5. Atitudes profissionais necessárias	80
7. Conclusões e sugestões	81
8. Anexos	93
8.1. Elenco de necessidade das empresas	93
8.2. Conjunto de conhecimentos necessários aos engenheiros das empresas	97
8.3. Análise dos conhecimentos do GCOI	98
8.4. Workshop do hotel Glória	103
8.5. Quadro de habilidades para o mundo do trabalho	113
8.6. Questionário da pesquisa do projeto piloto em Pernambuco	114
8.7. Questionário da pesquisa do Rio de Janeiro	123
8.8. Tabulação das respostas da pesquisa do Rio de Janeiro	124
8.9. A visão internacional	609
9. Referências bibliográficas	627

# 1

## Introdução

O perfil do engenheiro brasileiro, especificamente o engenheiro eletricitista desenhado na legislação de 1977, está obsoleto, tanto por suas especificações gerais - construídas, na época, a partir dos interesses corporativos - quanto por suas especificações curriculares - pensadas no quadro de cursos convencionais com currículos rígidos e habilitações estanques e definidas a partir de um conteúdo fixo atualmente ultrapassado. A queda da procura pelos atuais cursos de engenharia e o mercado de trabalho atual diferente do originalmente pensado são fortes indícios da necessidade de monitoramento e pesquisa dos resultados dos cursos de engenharia elétrica.

A atual estrutura do ensino de engenharia no Brasil, passa por transformações que visam melhor atender as demandas atuais e futuras da sociedade, num contexto de amplo e dinâmico desenvolvimento científico e tecnológico. Busca-se o desenvolvimento de uma formação profissional, que possibilite o futuro engenheiro a atuar num cenário globalizado e em constantes mudanças. As novas tendências no ensino de engenharia, tanto a nível internacional como nacional, evidenciam a importância da reformulação curricular, considerando aspectos como sua maior flexibilidade e agilidade para acompanhar a rapidez dos fluxos de informação e conhecimentos tecnológicos, menor carga horária, ênfase na pesquisa e educação continuada, dentre outros.

A premência de mudança na formação destes engenheiros levou o governo brasileiro a lançar o sub-programa REENGE- reengenharia dos cursos de engenharia - de reforma do ensino de graduação em engenharia. O programa propôs a mudança dos cursos de engenharia para enfrentar os problemas, acima assinalados baseado em estudos financiados pela National Science Foundation / USA e por trabalhos de síntese realizados no Brasil. A indústria de energia elétrica também já observava que o engenheiro eletricitista precisava ter um perfil diferente e já procurava descobrir este novo perfil de formação que atenda às novas questões novas que se apresentam e às necessidades futuras brasileiras. O processo de transformação em andamento no setor elétrico impõe aos diversos

segmentos a necessidade de reavaliação na sua atuação visando à adequação a estes novos momentos.

O aprofundamento e o debate deste tema a partir de bases sólidas e detalhadas, colocando o setor elétrico e a academia trabalhando juntos, com objetivos negociados, em uma interação de grande alcance político, fizeram com que fosse delineado o projeto desta tese, com objetivo de consolidar os conhecimentos, habilidades e atitudes necessários aos engenheiros da indústria de energia elétrica, e definir o perfil de formação desejado a partir da posição do mercado de trabalho, possibilitando a construção de um currículo (visto como um plano de formação) mais adequado ao momento atual.

As novas funções a serem desenvolvidas e as funções atuais a serem desenvolvidas de modo diferente, levaram os atores deste processo à necessidade de adequação de sua base de conhecimento, ou até mesmo a adquirirem novos conhecimentos. Adicionalmente, a tecnologia da informação fornece novas facilidades como a teleconferência, a videoconferência, os cursos e grupos de estudo via internet; que, juntamente com o perfil atual do público do setor elétrico, indica a necessidade de adequação do portfólio de oportunidades oferecido, que já não atende perfeitamente as expectativas reinantes. Esta informação pode ser inferida do aumento significativo do número de solicitações de novos eventos (cursos/seminários, etc.) não vislumbrados na fase de planejamento da educação continuada, aliado à baixa adesão aos eventos até então oferecidos, conforme os relatórios da área de recursos humanos das empresas do sistema ELETROBRÁS.

A universidade e biblioteca virtual de energia elétrica, já em operação na indústria de energia elétrica e na academia são esforços de oferta de novos produtos de grande potencialidade para o futuro uso. A indústria de energia elétrica, através da ELETROBRÁS, vem incentivando a pesquisa e a discussão através de um conjunto de eventos e iniciativas, como: as teleconferências "Engenheiro 2001", promovidas pela Fundação Vanzolini da USP; o Seminário ELETROBRÁS na Escola de Engenharia da UFRJ; o Seminário Internacional na FEBRAE, diversas missões internacionais e workshops no Brasil sobre o assunto; o fomento a professores universitários visando estudos internacionais sobre o assunto, o apoio a dissertações de mestrado, além do esforço direto desta pesquisa.

O perfil desenhado nesta tese é visto sob a ótica dos saberes e competências, traduzidos em um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes desejáveis ao profissional de engenharia elétrica trabalhando no setor de energia elétrica, a partir dos novos desafios que se apresentam e das necessidades requeridas nas funções, tarefas e atividades desenvolvidas atualmente, bem como daquelas vislumbradas para o novo momento. A pesquisa de campo realizada consolidou um conjunto de hipóteses anteriormente defendidas em diversos foros, como veremos a seguir, e foi de encontro a um outro conjunto.

Evidentemente, fez-se necessário levantar a opinião do mercado de trabalho sobre o perfil de formação desejado. A consulta apresentada nesta tese constitui um de seus principais resultados. Dos resultados obtidos aparecerão as questões, inicialmente insuspeitadas:

- Qual mercado de trabalho? De quem levantar a opinião?
- Existe, de fato, uma "opinião do mercado de trabalho", ou esta é uma reificação comparável à da "opinião do mercado financeiro"?
- Existe uma opinião hegemônica entre os atores do setor elétrico, ou as opiniões apenas refletem circunstâncias históricas dependentes da eventual hegemonia política de grupos, que levaram à contratação, em determinados períodos, de engenheiros com formação particulares, sendo esta o principal elemento formador da opinião?
- O histórico operacional de um engenheiro influencia sua opinião sobre a formação necessária, ou ela repete apenas a opinião que recolheu de sua experiência escolar?
- Existe um grupo de engenheiros que forma uma visão de conjunto do mercado de trabalho, ou todos permanecem adstritos às suas experiências pessoais e particulares?

As respostas, obtidas da análise das pesquisas de opinião realizadas, foram essenciais para caracterizar e qualificar as opiniões recolhidas e a sua validade para a definição do perfil de formação aqui pretendida.

A geração de engenheiros eletricitistas da qual o autor parte apareceu no centro da média representativa da população pesquisada neste estudo, o que fez com que as experiências próprias vividas fossem sempre lembradas e comparadas com os resultados que se vinha obtendo. A pós-graduação realizada logo após a conclusão da graduação teve papel complementar àquela etapa da formação, reconhecidamente parcial e que não atendia mais às necessidades da indústria de energia elétrica em que o autor estava inserido, ou até mesmo a de toda a nação (aqui incluindo as demais indústrias e a academia) naquela época. Parte dos eventos de educação continuada que o autor participou mostraram-se sem objetividade e não atingiram os resultados pretendidos.

O autor por ter desempenhado diferentes papéis em empresas do setor de energia elétrica, como engenheiro de campo, na área de estudos elétricos, gerente de áreas técnicas, gerente na área de planejamento estratégico, coordenador da área de recursos humanos, coordenador na gestão de processos, a posição que assumiu como elo de ligação com a academia (fomentando o desenvolvimento dos cursos de engenharia no Brasil) e as posições de diretor de engenharia de empresa distribuidora de energia elétrica, foram estágios enriquecedores e de grande relevância para esta pesquisa, por ter tido a oportunidade de acompanhar o surgimento dos problemas e as várias alternativas utilizadas para solucioná-los .

O atual momento como presidente de empresa de distribuição de energia elétrica se tornou uma oportunidade ímpar de, na prática, “chechar e sentir na pele” as dificuldades de implantar as mudanças necessárias, vivenciando-as tanto na preparação do quadro de engenheiros quanto na especificação de um mestrado profissional resultado de parceria empresa e universidade, bem como na tentativa de mostrar aos engenheiros os novos desafios já existentes.

Este estudo pretendeu obter informações do universo estudado que proporcionem contribuições fortes e concretas para melhorias no ensino de engenharia elétrica, tanto na formação inicial (cursos de graduação) quanto na educação continuada.

## 2

### **Pressupostos, o novo contexto e a internacionalização da indústria de energia elétrica no Brasil**

Na década de 70, fase de um “boom” da expansão e modernização da indústria de energia elétrica no Brasil, houve um grande esforço na capacitação de seus engenheiros. A participação de alguns destes em cursos de extensão no exterior em empresas como **EDF – Eletricité de France, GEC – General Electric Coorporation, WENCO – Westhinghouse Coorporation**, a posterior disponibilização de cursos de especialização no Brasil como os da **UNICAMP – COSE – Curso Avançado em Planejamento de Operação Energética e de Expansão da Geração de Sistemas de Energia Elétrica, EFEI – CESE – Curso Avançado em Sistemas Elétricos, UFMG – CEAPO – Curso de Análise e Planejamento de Operação, USP – PRODESEL – Programa de Desenvolvimento de Executivos para Alta Administração, UFSC – CCSE – Curso Avançado em Controle de Sistemas Elétricos e FGV – CEADE – Curso Especial de Administração para Desenvolvimento de Executivos**, e a abertura de um razoável número de outros programas de pós-graduação de boa qualidade (PUC-RIO, UFRJ, UFBA, UFPE, etc.) foram marcas importantes na capacitação dos engenheiros do setor.

Estes esforços foram efetivos, como mostraram os bons resultados atingidos na engenharia elétrica brasileira, com reconhecimento nacional e internacional, tendo a educação continuada um papel importante, complementando inclusive as carências de formação.

A entrada no meio acadêmico de profissionais com conhecimentos e experiências adquiridas junto às empresas do setor, ainda na década de 70 e no início da década de 80, influenciou a formação dos novos currículos universitários, possibilitando a aproximação entre as necessidades da indústria e as disponibilidades de conhecimento.

A visão corrente depois da Segunda Guerra Mundial era de que o engenheiro é o responsável por processos de transformação de materiais,

resolvendo problemas cuja solução exige o conhecimento de um conjunto de técnicas bem estabelecidas, descritas nos manuais profissionais. Estas técnicas foram, no Brasil, classificadas por sua base material, gerando as seis áreas clássicas previstas na Resolução 48/76 do CFE (civil, eletricidade, mecânica, metalurgia, minas e química). Sob essas áreas foram reagrupadas as habilitações definidas historicamente a partir de conjuntos de técnicas associadas a problemas concretos bem definidos, embora a intercessão destes conjuntos pudesse ser muito grande (engenharia cartográfica, naval, sanitária, de alimentos, têxtil, além de uma engenharia de produção e de uma engenharia industrial para cada área). Cumpre lembrar que, três anos antes, a Resolução 218/73 do CONFEA discriminava um número maior de áreas, nem todas podendo ser reduzidas às bases materiais da Resolução do CFE (por exemplo, engenheiros aeronáutico, agrimensor, agrônomo, florestal, geólogo e de petróleo).

De fato, logo depois da segunda guerra mundial a engenharia era considerada um assunto essencialmente prático, com pequeno uso de matemática para além do cálculo elementar e uma forte ênfase em técnicas de projeto e métodos bem definidos de acordo com normas bem estabelecidas e expostas em livros texto de uso generalizado. É verdade que, em algumas universidades de ponta, novos saberes científicos e metodologias estavam sendo gestados, mas logo eram organizados no formato “técnica pronta para a aplicação em problema tipo”, para só então serem ensinados. A noção hegemônica era a de um **engenheiro generalista**, com visão essencialmente técnica, voltado para a compra e uso de equipamentos, cuidando apenas de processos de transformação de materiais.

Neste novo momento, torna-se estritamente necessário repensar o assunto em função das mudanças tecnológicas, econômicas e sociais, ocorrendo a velocidades cada vez mais rápidas, e à necessidade de maximizar o uso do conhecimento para agregar valor das empresas. Mais explicitamente, o novo contexto caracteriza-se por:

- ***Novas tecnologias e rápida mudança tecnológica*** associadas a uma base científica mais larga e sempre renovada, sendo a capacitação tecnológica e o acesso à informação os determinantes principais da competitividade das empresas.



- **Novas áreas da engenharia e novos problemas** exigindo conhecimentos multidisciplinares e trabalho em equipe.
- **Nova divisão do trabalho:** padronização, automação, tecnologia de grupos, modularidade; cabendo aos engenheiros o projeto, a gerência e a inovação.
- **Nova realidade econômica:** terceirização, globalização, crescente competição, aumento da incerteza, as melhores oportunidades associadas a maiores riscos, levando a um novo modelo empresarial.
- **Novas tecnologias de ensino e aprendizagem**, em especial para ensino a distancia e educação contínua, incluindo o uso de informação e de metodologias “hands on”.
- **Reforma do estado brasileiro**, com novas atribuições às diferentes parcelas do setor elétrico brasileiro.

Novos problemas ( ou áreas de atuação ), com conseqüente aparecimento de necessidades de conhecimentos (não propriamente novos, mais sim com nova abordagem) surgiram, como no caso da engenharia elétrica, da comercialização, tarifação e economia de energia, deixando abordagens tais como a fabricação de componentes eletrônicos e de equipamentos especializados ou o projeto de grandes computadores sob a alçada de poucas empresas multinacionais.

O mercado nacional, tanto para as empresas quanto para os engenheiros, alterou-se completamente.

Os novos problemas exigem equipes multidisciplinares, onde especialistas de diferentes áreas precisarão ter uma linguagem em comum. O recorte dos saberes entre as diferentes profissionais tem se alterado com a criação de novas habilitações e novos cursos. Além disso, as tecnologias atuais estarão obsoletas em pouquíssimo tempo, permanecendo em uso apenas por dificuldades de investimento – isto é, mantendo uma baixa produtividade, e podendo ser substituídas por tecnologias, invertendo a situação de custo.

O foco passa da esfera exclusivamente técnica para incluir com peso significativo outras, como a gerencial, administrativa e comercial, buscando menor custo dentro de limites de qualidade e de segurança. Um dos problemas é saber quais limites serão usados.

A pesquisa nas universidades e nos centros das indústrias passa a considerar as necessidades das atividades de serviço, abandonando temas que não estão contidos no nicho próprio do país. No entanto, o tamanho do Brasil e os problemas que lhe são característicos exigem a manutenção de fortes grupos de pesquisa em áreas técnicas, o que exigirá parcerias nacionais e internacionais.

A terceirização de serviços torna crucial a criação de mecanismos de certificação de equipamentos e de trabalhadores na área técnica, e de mecanismos independentes de credenciamento de empresas.

Durante cerca de duas décadas o modelo utilizado pela academia para formação de engenheiros e as ações da educação continuada se mostrou-se adequado, mas em meados da década passada, estudos internos do setor elétrico já indicavam seu esgotamento, com um distanciamento entre as necessidades de conhecimentos demandados aos engenheiros pelas empresas e aqueles adquiridos na graduação, colocando o processo de educação continuada como complementação para suprir necessidades imediatas não vislumbradas anteriormente.

Na academia, vários movimentos verificaram-se no Brasil na busca do diagnóstico, equacionamento e sugestões de reforma do ensino de engenharia. Esta discussão teve o seu grande fórum nacional no sub-programa REENGE-Reengenharia dos Cursos de Engenharia, patrocinado pela FINEP/CNPq/CAPES de reforma do ensino de graduação em engenharia. O programa buscou diagnosticar mudanças a serem introduzidas nos cursos de engenharia para enfrentar os problemas existentes. Idêntica discussão vem sendo realizada em diferentes países através de workshops, seminários, congressos e encontros (IEE, IEEE, CIGRE, ICEE, etc.).

Paralelamente aos problemas intrínseco da indústria de energia elétrica brasileira, o ambiente externo, em intensidade crescente, vem sofrendo grandes

transformações. A questão da globalização foi se firmando como elemento base para a definição de um novo cenário que passaria a influenciar as questões a respeito das transformações tanto globais quanto nacionais, e nas opções estratégicas e políticas.

São identificadas duas vertentes significativas no processo de globalização. A primeira diz respeito à diminuição do potencial de crescimento dos mercados domésticos dos países desenvolvidos, ricos em capital, o que reforça a migração no sentido do desenvolvimento dos mercados de capitais. A segunda envolve a reestruturação produtiva, verificada nos últimos anos, nesses mesmos países, apontando na direção de processos de fusão e aquisição de empresas, apoiados por fluxos financeiros internacionais.

No que se refere à globalização produtiva estão, também, estreitamente envolvidos três processos: o avanço do processo de internacionalização da produção, o aumento da concorrência internacional e a maior integração entre as estruturas produtivas das economias nacionais.

O Brasil ocupa um espaço importante quando se observa o movimento internacional dos fatores de produção. Quando se trata do fator trabalho, é preciso lembrar que o Brasil em termos de receptividade ao fluxo migratório verificado entre meados do século XIX e as primeiras décadas do século XX, ocupa o quarto lugar entre os países que experimentaram esse tipo de fenômeno, algo em torno de 3,5 milhões de imigrantes, ou seja, 8% do total da migração internacional no período considerado.

A partir da independência política do Brasil o investimento internacional tem assumido papel destacado na evolução da nossa economia, tanto em seu interior quanto em suas relações com o resto do mundo. Durante o século XIX o comportamento da economia brasileira foi regido através da hegemonia britânica. A Grã-Bretanha dominou amplamente o cenário internacional como investidor durante todo o século, mesmo com importância em declínio nas últimas décadas daquele século.

No período recente, em 1995 foi iniciado um processo de aceleração da entrada de fluxos de investimento externo direto no Brasil, o que configurou uma

mudança da tendência verificada anteriormente. Os dados disponíveis indicam um aumento significativo do investimento externo direto na economia brasileira a partir de 1995, quando o estoque era de US\$ 43 bilhões. Em 1996 a entrada líquida foi de US\$ 10 bilhões, em 1997, US\$ 17 bilhões e em 1998 indicam uma entrada líquida de US\$ 26 bilhões, onde se destaca o resultado da privatização das telecomunicações, no final de julho. Os fluxos totais acumulados de investimento externo direto no Brasil. Só neste triênio foram de, aproximadamente, US\$ 53 bilhões, ou seja, em apenas três anos houve uma entrada de investimento externo direto maior que todo o estoque acumulado durante toda a história econômica brasileira, embora se ressalte a queda nos anos seguintes.

Nesse quadro de internacionalização da economia brasileira surgem como elementos a serem considerados, os interesses do capital estrangeiro e os do Estado Nacional, identificando-se duas variáveis basicamente indissociáveis: a econômica e a política. A maior presença do capital externo significa uma reorganização das forças políticas, uma vez que as multinacionais dispõem de fontes externas de poder, o que lhes confere um poder de pressão ainda distante dos grupos privados nacionais. A perda de substância sofrida pelas instituições públicas, responsáveis, em última análise, pelos mecanismos de regulação do poder privado, torna a situação mais delicada.

O capital estrangeiro controla cerca de 15% da economia brasileira. Existe a predominância, entretanto, de empresas estrangeiras em nichos estratégicos, notadamente em setores intensivos em tecnologia. A privatização dos serviços de utilidade pública fortalece ainda mais o poder econômico e político das empresas estrangeiras atuantes no país, tendo em vista que essas atividades, de uma maneira geral, envolvem situações monopolísticas, o que exige, em contrapartida, a montagem de um aparelho regulatório eficiente e eficaz.

Ainda no final da década de 70, nos países industrializados, começaram a ser delineados os aspectos básicos da reforma do setor elétrico. A estrutura da cadeia produtiva, organizada de uma forma verticalizada, assim como a atividade pública monopolística, passaram a ser crescentemente criticadas, o que deixa transparecer uma característica, uma vez que, atualmente, as empresas estão novamente assumindo uma organização integrada. Nos tempos atuais, a entrada

## 4

### **conjugação dos esforços visando abordagem e visão unificadas da indústria de energia elétrica e da academia na definição do perfil do novo engenheiro eletricista, e a relevância do problema**

Faltava promover um debate profundo e bem fundamentado para além das discussões ocorridas nos COBENGES e nas reuniões REENGE, que privilegiaram o ponto de vista acadêmico, ou mesmo nos eventos da indústria de energia elétrica tanto pela ELETROBRÁS, quanto pelo GCOI, no âmbito empresarial que tiveram visões restritas.

Esta nova abordagem teria de considerar as tendências tecnológicas, as prováveis mudanças sociais e econômicas, o papel do Estado e das empresas, a posição do Brasil na economia globalizada, além das demais questões já levantadas, ressaltadas e resumidas no segundo capítulo.

Deveria também considerar os novos papéis definidos para os participantes da indústria de energia elétrica, das universidades e demais instituições de ensino, abordando as possibilidades da formação contínua e da educação à distância, conforme apresentado no terceiro capítulo.

Assim o plano de pesquisa contemplou uma nova abordagem do assunto com as seguintes etapas estabelecidas, e que ao longo do processo sofreram pequenas adequações:

- Levantamento bibliográfico de leis, políticas, estatísticas e textos de interesse.

Como resultado mais importante desta atividade foi o diagnóstico da necessidade de maior estudo de aspectos dos fundamentos da educação, treinamento e formação de engenheiros.

- Fundamentos de educação e processo de formação profissional.

A abordagem de saberes e competências e o seu uso nas escolas e nas empresas, organizada a partir dos trabalhos de Ropé e Tanguy (1), foi a peça central para a formação da pesquisa de campo e consolidação do modelo, é o objeto do capítulo 5.

- Levantamento das necessidades de conhecimento, habilidades e atitudes dos engenheiros das empresas de energia elétrica brasileira.

Foram elaboradas pesquisas e entrevistas sobre o tema, consolidando os dados anteriormente coletados, procurando transformá-los em informações relevantes e com valor científico, além de coleta adicional de um maior conjunto de dados que possibilitassem tratamento de “clusters” bem definidos, conforme se observa nos anexos 8.1, 8.2, 8.3, e 8.4, além da abordagem no item 5.1 do quinto capítulo.

- Elaboração de um conjunto de eventos de suporte para discussão de temas correlatos.

Etapa de grande relevância que aumentou o público envolvido na discussão do assunto, democratizando a disponibilização da informação e permitindo sua crítica por representantes da academia e do setor elétrico.

Em 1998 foram realizados workshops no Rio de Janeiro, Brasília e Recife, envolvendo especialistas de empresas de energia elétrica brasileira, acadêmicos do Brasil e do Reino Unido, patrocinado pela ELETROBRÁS e British Council, para apresentação e avaliação das mudanças já ocorridas naquela comunidade, que apresentava similaridades com as mudanças que se iniciavam no Brasil. **Estes eventos contribuíram na abertura da discussão conjunta academia e indústria de energia elétrica.**

A visita de especialistas da ELETROBRAS a empresas e universidades da Escócia e da Inglaterra, em 1998, a missão de acadêmicos brasileiros ao Reino Unido, em 1999, e o workshop no

Hotel Glória no final de 1999, cujos relatórios estão apresentados no anexo 8.5, foram eventos significativos. A assinalar que, apesar do cuidado em reunir representantes das principais escolas de engenharia do país, das associações de classe e das empresas do setor elétrico público, o caráter do Workshop acabou sendo, de fato, informativo. Estes representantes (enviados pelas escolas e empresas) mostravam-se desinformados quanto às mudanças recentes no setor elétrico (denunciando o caráter fechado do grupo que as formulava e a falta de transparência das ações governamentais, ou, ao menos, a pequena eficácia das medidas tomadas pela ELETROBRÁS e pelo MME para sua divulgação), e também quanto às mudanças estruturais que levavam à necessidade de uma formação diferente para o engenheiro eletricitista. A exceção era os representantes da PUC-Rio, da COPPE, do CEPEL e de FURNAS, além da equipe organizadora do evento. Os demais representantes também mostraram-se muito interessados, e o resultado foi um conjunto de recomendações para a criação de grupos de discussão / informação, ampliando a discussão e informação dos temas tratados para todo o público acadêmico e, o que foi uma surpresa, para os engenheiros do setor estatal.

O estudo encomendado pelo GCOI à COPPE, gerando uma classificação arborescente dos conhecimentos potencialmente necessários à formação de engenheiros elétricos, e a pesquisa interna realizada pela LIGHT, em 1998, embora inicialmente não programados se mostraram como peças importantes. Finalmente, a pesquisa piloto, testando a nova abordagem, realizada pela mestranda da UFPE (3), contribui sobremaneira nos resultados atingidos.

- Pesquisa por formulários sobre interesse e visões das empresas do setor elétrico e afins.

Estas pesquisas finais, com uma amostra de cerca de 1500 engenheiros distribuídos por empresas e universidades situados no Estado do Rio de Janeiro, e que, ao serem visitados, receberam um total de 933 questionários, dos quais 350 efetivamente respondidos

e validados, é apresentada no item 5.2. A análise de seus resultados é o conteúdo do capítulo 6.

- Visita aos principais organismos representativos e universidades na área de engenharia elétrica e empresas de porte no Reino Unido.

Foram realizadas diversas visitas a universidades do Reino Unido, ao Instituto de Energia Elétrica – IEE, ao organismo regulador da GB e à Câmara de Educação do Parlamento Britânico, relatadas nos anexos do capítulo 8. O Reino Unido, no momento desta pesquisa, havia completado dez anos de uma reforma de seu sistema elétrico, que foi motivo de inspiração para a reforma brasileira. Assim, foram levantados os problemas enfrentados, os problemas remanescentes, e as semelhanças ou diferenças com a situação brasileira, gerando uma base crítica para o presente trabalho.

- Relatórios acadêmicos sobre a reforma dos cursos de engenharia nos principais países do mundo industrializado.

Foram utilizados relatórios encomendados à academia, financiados em parte pela Eletrobrás, em parte pela Petrobrás e pelas agências governamentais brasileiras e norte-americanas, buscando uma informação geral sobre as mudanças em curso e em discussão na formação de engenheiros em outros países. A elaboração destes relatórios exigiu a visita a diferentes países europeus e aos Estados Unidos da América, realizadas quando da participação destes acadêmicos nos ICEEs (International Conference on Engineering Education) em Chicago (1997) e Óstrawa/Praga (1998) e na reunião geral do CIGRÉ- Conference International des Grands Reseaux Electriques à Haute Tension, em Paris (1997). Podemos dizer que o estado da arte, no nível internacional, está aí representado. O anexo 8.9 apresenta a síntese desses trabalhos.

A destacar que, na elaboração dos formulários apresentados nos anexos 8.7 e 8.8, das pesquisas no Recife e Rio de Janeiro, foi o momento quando, pela primeira vez, foram utilizadas tanto a visão da



academia quanto a da indústria de energia elétrica, coletadas no conjunto de eventos e relatórios assinalado acima. O anexo 8.8 e os capítulos 6 e 7 tratam do assunto.

**Assim pode-se afirmar que o problema persiste e cada vez mais se torna estratégico e relevante. A presente pesquisa, realizada por um executivo da indústria de energia elétrica hospedado na academia, abordando visões de ambos os lados, busca descobrir este novo profissional que atenda a todas estas demandas e que certamente será diferente do até então pensado, isto é, o novο perfil do engenheiro eletricista no início do século XXI.**



de novos participantes, possibilitada pelas inovações tecnológicas e as crescentes pressões competitivas, introduzem no âmago da indústria elétrica atividades concorrenciais e não concorrenciais.

Vale esclarecer que as inovações tecnológicas englobam diferentes segmentos da produção de eletricidade, ficando patente que novas tecnologias possibilitam um ganho de patamar no sentido de uma nova trajetória tecnológica da indústria de energia elétrica, já que as condições econômicas e técnicas requeridas por novas tecnologias enquadram-se na rentabilidade esperada pelos novos agentes privados, recentemente incorporados à indústria. No segmento da geração a possibilidade de implantação de parque térmico expressivo, até então não valorizado no Brasil, introduz tecnologias diferenciadas. No segmento da transmissão de energia, as perspectivas de exploração de economias de escopo, via abertura das linhas para a transmissão de sinais, são altamente favoráveis às novas oportunidades de negócios que se descortinam para as empresas de energia elétrica.

As mudanças estruturais na Indústria de Energia Elétrica criaram condições para as empresas promoverem uma profunda revisão nas suas estratégias tradicionais, sendo possível, para cada uma delas, soluções específicas diversas.

No Brasil as mudanças institucionais sofridas são profundas e ainda estão em seu caminho crítico, cabendo destacar as modificações observadas na política de gerência dos negócios do setor elétrico e o surgimento das pressões competitivas, o que passa a posicionar as empresas diante de um contexto de redirecionamento de seus critérios de administração econômico-financeira, bem como uma focagem nos aspectos relacionados com a competitividade.

Não é difícil perceber que esse novo cenário é conseqüência da abertura do sistema elétrico a novos operadores, surgindo as pressões competitivas como principal motor no sentido da revisão das sistemáticas de gestão e operação, de forma a proteger os respectivos mercados da ação dos concorrentes. Dessa forma, de agora em diante, a competitividade passa a ocupar posição primordial no planejamento estratégico das empresas elétricas.

Uma vez encerrada a etapa de interconexão e universalização do acesso dos consumidores, na maior parte do país, houve uma notável mudança no padrão de comportamento das empresas. Como já foi dito anteriormente, dois fatores devem ser destacados. O primeiro é a redução na taxa de crescimento da demanda, que tornou decrescentes as possibilidades de novos investimentos dessas empresas em seus mercados nacionais. No segundo, o processo de transformações estruturais, decorrente da desregulamentação do setor com a correspondente remoção de entraves à entrada de novos participantes, abriu variadas possibilidades de negócio. Tendo isso em vista, o planejamento estratégico das empresas nos países industrializados foi direcionado às perspectivas de expansão e a partir do final dos anos 80 começa a ser concebido exteriormente aos seus respectivos mercados nacionais.

Esta tendência aconteceu paralelamente ao início do processo de privatização das concessionárias de energia elétrica em diversos países em desenvolvimento, os quais revestem-se de atratividade para essas empresas, pois com as consideráveis taxas de crescimento da demanda, impossíveis de serem obtidas em seus países de origem, existe a necessidade de expansão das redes locais. Ainda é possível para essas empresas o usufruto, tanto dos benefícios embutidos nas economias de escala, uma vez considerada a dimensão dos projetos de investimentos requeridos, quanto de escopo, pela oportunidade de diversificação do negócio. De fato, entre as 20 novas organizações integrantes do setor de energia elétrica, 14 são estrangeiros.

A modalidade mais praticada de expansão via mercado externo, tem sido através da compra de ativos, uma vez que, ao adquirir a participação acionária de empresas estabelecidas, o comprador passa a usufruir a capacidade instalada, marca, etc. Em se tratando de empresas atuantes no setor de distribuição, a compra do ativo engloba um mercado cativo (com ênfase nos segmentos residencial e serviços). Tudo isso sem falar na atratividade exercida pelo preço desses ativos frente ao investidor internacional.

Nesse particular o grande foco foi o segmento de distribuição, já que por dispor de margens consideráveis de comercialização, é o responsável maior pela

alteração da configuração patrimonial da indústria elétrica brasileira, passando a assumir aspecto eminentemente privado.

As empresas que integram o oligopólio internacional da indústria de energia elétrica têm procurado equalizar a expansão das suas atividades externas em face de duas modalidades de concepção estratégica: a diversificação e a verticalização.

As empresas internacionais não buscam a penetração em novos mercados sem a efetivação de parcerias estratégicas, já que a compra de ativos do setor elétrico requer um volume significativo de recursos, o que se traduziria em elevado endividamento, opção essa que poderia ser diluída mediante a associação de grandes empresas para a realização de um negócio comum. A escolha de um parceiro nacional reveste-se, igualmente de características estratégicas, pelo conhecimento do ambiente de atuação, e, por conseguinte, dos possíveis riscos conjunturais. Um comportamento freqüentemente observado é a associação com a empresa estatal atuante no setor. Em relação aos países menos desenvolvidos (América Latina e Ásia), o interesse das empresas estrangeiras aumentou bastante como resultado do crescimento potencial da demanda, já que, normalmente esses países possuem razoável índice populacional e um atendimento ainda por ser canalizado a uma faixa considerável da população.

O investimento externo direto deve ser encarado sob uma ótica mais crítica, já que uma grande parcela dele é alocada à compra de ativos financeiros, o que não se traduz, imediatamente, em novos investimentos, podendo significar, inclusive, no bojo do processo de reestruturação operacional subsequente, uma redução no volume de empregos. Somente uma parte desses investimentos é canalizada para novos negócios, realmente com efeito multiplicador na economia.

É neste cenário e para atender as necessidades que ele provoca é que se dá o processo de transformação do perfil do engenheiro eletricitista.



### 3

## **Os problemas existentes: a indústria de energia elétrica e os primeiros passos na busca da solução do problema e a academia, e os esforços para a consolidação da formação de novos engenheiros – o REENGE e ações implementadas**

O GCOI – Grupo Coordenador da Operação Interligada (condomínio das empresas brasileiras para operação do sistema elétrico), substituído posteriormente pelo ONS - Operador Nacional do Sistema, antevendo o cenário de mudanças que se avizinhava com a implantação do novo modelo do setor elétrico brasileiro, iniciou na segunda metade da década passada o projeto *OPERAÇÃO DO ANO 2000* que visava preparar as equipes das empresas, com ênfase nos engenheiros voltados para a operação do sistema, para esta nova realidade.

Já se visualizava que a indústria de energia elétrica precisaria de profissionais com perfil diferente do existente para atender às novas exigências dos consumidores e da sociedade, e que utilizasse este saber em todo o processo, desde a concepção dos planos até sua implementação e operação das instalações. Assim, o planejamento desses recursos deveria estar sincronizado e sintonizado com a expansão eletroenergética do sistema e com os novos desafios tecnológicos e empresariais que se avizinhavam.

Desta forma, com base nos cenários delineados para o setor, capitaneado pela Centrais Elétricas Brasileira S/A – ELETROBRÁS, foi eleito como um dos focos um projeto para definição das *PROFICIÊNCIAS HUMANAS ESTRATÉGICAS* para fazer face ao futuro das empresas da Indústria de energia elétrica brasileira.

Dentro desta perspectiva, o projeto visou catalisar a *intelligentia* do Setor, extraíndo-lhe uma contribuição que naquela ocasião vislumbrava-se que só ela, tendo a vivência e acompanhando o desenvolvimento do segmento energético no Brasil e no mundo, e conhecendo as necessidades e potencialidades regionais do nosso imenso território, era capaz de dar.

Como etapa relevante do trabalho foi realizada uma extensa análise documental, através da qual se reviu o extenso trabalho de planejamento do Setor Elétrico e do programa da educação, treinamento e desenvolvimento de recursos humanos para o setor, elaborado pela Eletrobrás, e de outros documentos importantes, tais como o Relatório Consolidado Etapa IV - 1, Volume I: Sumário Executivo, do Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro pelo consórcio liderado pela empresa Coopers & Lybrand (junho/97), que definia a nova modelagem setorial.

A realização de workshops além do GCOI, nos demais Comitês Técnicos Nacionais (CCON - Comitê Coordenador de Operações Norte-Nordeste, GCPS - Grupo Coordenador de Planejamento dos Sistemas Elétricos, GTON - Grupo Técnico Operacional da Região Norte e no COGE - Comitê de Gestão Empresarial) possibilitaria a coleta *dos conhecimentos necessários* (nesta ocasião a palavra conhecimento tinha um sentido amplo e abrangente), que viabilizariam a elaboração de um futuro Plano de Desenvolvimento dos Recursos Humanos do Setor Elétrico Brasileiro, etapa primordial na educação continuada. Etapa que não foi concluída, entre outros motivos, pelas dificuldades na consolidação do modelo setorial.

O resultado seria ofertado as empresas do setor elétrico, universidades, faculdades, fundações e organismos de apoio ao desenvolvimento do setor, possibilitando que o futuro portfólio de oportunidades de desenvolvimento estivesse aderente às necessidades do setor.

Naquela ocasião o projeto chegou no elenco das “Necessidades das Empresas”, caracterizadas como “Problemas existentes que precisavam de novos conhecimentos para equacionamento e solução”. Estas necessidades foram agrupadas em: Geral, Planejamento á Curto Prazo, Transmissão e Geração; pesquisado em empresas de quatro tipos (A- empresa que trabalha em processo produtivo em região desenvolvida, B- empresa que utiliza tecnologia especializada, C- agente setorial e D- empresa que trabalha em processo produtivo em regiões em desenvolvimento). O anexo 8.1 apresenta os resultados.



Com estes dados e com a composição dos conjuntos de atividades que são desenvolvidas pelos engenheiros eletricitas, chegou-se a um conjunto de ações e de conhecimentos destes profissionais, apresentados no anexo 8.2, através de uma que naquela ocasião não teve rigor metodológico e nem obedeceu critérios científicos.

Com a interrupção dos trabalhos por dificuldades institucionais, não foi possível finalizar o diagnóstico de quais os conhecimentos, habilidades e atitudes se faziam necessário. Com objetivo de avanço no diagnóstico foi contratado pelo GCOI uma consultoria externa para realizar estudos de identificação dos conhecimentos técnicos requeridos dos recursos humanos responsáveis pelo desenvolvimento das atividades a partir dos processos de trabalho descritos.

Neste sentido, profissionais da COPPE, contando com o apoio de técnicos do GCOI/ELETROBRÁS, desenvolveram o trabalho relativo aos Perfis de Conhecimento dos produtos e processos do GCOI.

O trabalho contemplou dois grandes produtos: A Análise dos conhecimentos do GCOI e a Arvore de Conhecimentos requeridos, apresentados nos anexos 8.3 e 8.4.

Este *conjunto de conhecimentos* necessários para a graduação (primeiros pontos para uma complementação futura) e da educação continuada dos integrantes do segmento operação (com pequenas tentativas de extrapolar este segmento) da Indústria de Energia Elétrica foi de grande importância, mas, como se observa, por ter sido tratado quase que exclusivamente nesta indústria, e fortemente focados na operação (segmento desta indústria que trabalha com o dia a dia e com grande pragmatismo pelos resultados imediatos) teve-se um resultado parcial sob o ponto de vista científico, com conceitos de conhecimentos, habilidades, competências utilizados de maneira não muito clara e, em alguns momentos, vistos como ações semelhantes ou até mesmo utilizados como sinônimos, além de incorporar novos conceitos até então não levados muito em conta como a postura e as atitudes dos profissionais.

**Estes primeiros resultados tiveram grande importância nos programas de educação continuada desenvolvidos naquela ocasião como o desenho dos**

**primeiros MBA's de Energia Elétrica brasileiros (IBMEC e UFRJ) e os mestrados profissionais de engenharia elétrica em quatro universidades (PUC-RIO, UFSC, UNB, UFPE), desenvolvidos a partir desta etapa do projeto, além da descoberta da necessidade de abordagem mais abrangente envolvendo a indústria de energia elétrica e a academia.**

É mister salientar que o “perfil” que se apresentou nestas primeiras pesquisas para este novo engenheiro tem uma forte preponderância técnica. Este **engenheiro tecnológico** tem o sistema de potência como o item de maior grau de importância, com estudos sobre o comportamento operacional dos equipamentos, a análise dos sistemas elétricos, os aspectos operativos (normas e procedimentos) e a programação da operação como os itens mais relevantes.

Simultaneamente no âmbito acadêmico, outras ações estavam se desenvolvendo.

Em 1995 os Ministérios de Educação e do Desporto, e da Ciência e Tecnologia, através de uma ação conjunta do CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento, SESU – Secretaria de Ensino Superior e da CAPES-Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e da FINEP – Financiadora Nacional de Estudos e Projetos, firmou através desta última um convênio com o BID no montante total de US\$ 320 milhões com objetivo de análise da engenharia. Assim, durante o primeiro ano do projeto, foi realizada uma série de seminários e encontros com a participação representativa de toda a comunidade acadêmica envolvida com engenharia. Nesses seminários foram discutidas questões como a formação de engenheiros, a atualização da engenharia, a sua integração nas atividades produtivas e de interesse social, bem como a atualização da engenharia e dos engenheiros no Brasil e no mundo. Além de seis seminários nacionais, foi realizado um seminário internacional, com a participação de conferencistas europeus, norte americanos, sul americanos e do Japão.

Dessa seqüência de seminários nasceu o PRODENGE – Programa de Desenvolvimento das Engenharias que contemplou em um sub-programa o REENGE – Reengenharia do Ensino das Engenharias (18) que tinha como

objetivo avaliar, coletar sugestões e ser um foro de discussões sobre a formação dos engenheiros.

De todas essas atividades resultaram importantes conclusões relacionadas a três aspectos abrangendo a graduação, a pesquisa e pós-graduação e o engenheiro na atividade profissional, a saber:

- a formação dos engenheiros;
- a atividade tecnológica da engenharia;
- a atualização do engenheiro no mercado de trabalho num mundo em rápida transformação.

Das constatações destes eventos se destacam: a procura decrescente pela formação em engenharia e a entrada decrescente de calouros nos cursos, o alto índice de evasão de estudantes de engenharia, sobretudo no ciclo básico para outras carreiras aparentemente mais compensadoras financeiramente, cursos menos trabalhosos ou mais atraentes pelo “glamour” a eles atribuídos. Há, também, o fato de que o docente vinha sendo premiado, primordialmente, por suas atividades de pesquisa e pós-graduação, restando o ensino de graduação, freqüentemente para professores menos qualificados, sobretudo nas disciplinas básicas. Outra dificuldade apontada é a fraca formação científica dos calouros, como conseqüência da má qualidade do ensino no segundo grau.

Ressalta-se aqui a identificação de **“falhas no ensino da engenharia de carências de uma formação humanista e universal associada a uma sólida base científica, tendo em vista que o engenheiro é usualmente levado a posições gerenciais e de direção para as quais não basta uma formação técnica”**, conforme relatório de avaliação elaborado pelo coordenador do programa (12).

Com relação à educação continuada, também foi registrado **“não há mais como os cursos de engenharia formarem um engenheiro que estará atualizado cinco anos após sua formatura apenas com informações acumuladas durante o curso. A formação do engenheiro deverá ensiná-lo a**

**aprender. Ele terá que sair do curso de engenharia com conhecimentos básicos sólidos e com o ferramental que lhe permita conhecer as tecnologias com as quais se deparará ao longo de sua vida profissional“(12).** Enquanto isso, o engenheiro que já se encontra na atividade profissional, precisa ser reciclado, ainda que não possa afastar-se para passar períodos longos de volta aos bancos escolares. Para esse engenheiro, o treinamento deverá ser oferecido no local em que ele se encontra.

Em 1998, em documento de avaliação do REENGE, à FINEP traçou o perfil genérico do profissional a ser preparado, onde se destaca:

- **Há que se levar em consideração que embora os fundamentos tecnológicos, específicos de cada área, lastreados por sólido embasamento científico e matemático, são e continuarão a ser o núcleo central do preparo intelectual dos profissionais, estes agora trabalham num ambiente complexo, mutável com grande rapidez, e no qual suas realizações são às vezes limitadas mais por considerações sociais do que pela capacidade técnica.**
- **Estes profissionais devem ter sua educação levada em conta os contextos sociais, econômicos e político, envolvidos na prática profissional.**
- **Diante da internacionalização das culturas, anteriormente regionais, da globalização da economia e de produção de bens e de serviços, e da planetarização dos países menos desenvolvidos em torno de poucas e fortes lideranças científicas e tecnológicas, não é possível pensar-se apenas localmente, o que exige do mesmo o entendimento de outras culturas, principalmente idiomas e ambiências nas quais ocorre a produção.**
- **Eles devem ser empreendedores e estarem preparados para trabalhar em equipe, gerenciar complexos empreendimentos que podem envolver muitos indivíduos, mas também uma empresa de uma só pessoa: eles mesmos.**
- **Deve estar claro que profissionalmente o futuro imediato e longínquo, depende de sua capacidade contínua de conhecimento face ao vertiginoso**

**avanço das tecnologias, crescentemente apoiadas de descobertas científicas “““.**

O sub-programa REENGE conseguiu pôr em discussão os caminhos do ensino de engenharia no país, conduzindo para discussão das novas diretrizes curriculares para o curso de engenharia propostas pela ABENGE- Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, em consonância com o movimento norte-americano; e a experiências inovadoras no ensino de engenharia, em especial na PUC-Rio, na UFSC, na UNB e na USP. O resultado principal foi um reforço no equipamento das escolas, em especial no acesso dos alunos a computadores e à Internet.

A CAPES, através de comissão de avaliadores, procurou sintetizar todos os esforços realizados pelas instituições universitárias que participaram do REENGE, com várias delas disponibilizados em *sites* da Internet.

No estágio que se concluiu o REENGE (não se tem notícias de fortes movimentos adicionais), a definição do novo paradigma de formação de engenheiros não ficou consolidado, dependendo da especificação mais aprofundada de perfis profissionais específicos e dos acordos multinacionais de credenciamento de títulos. A questão é tornada mais complexa pela diversidade de tradições e de legislações nos diversos países interessados. A avaliação de cursos, em especial, é muito dependente dos objetivos a serem escolhidos para a formação de engenheiros.

O desenvolvimento e a experimentação de novas metodologias, materiais e ferramentas didáticas também está em curso, com um nítido avanço por parte dos Estados Unidos da América e da França, cada um dentro de suas especificidade.

Resolvidas estas pendências, seria possível concluir à redefinição coerente de currículos (vistos como planos de formação) e ao desenvolvimento de materiais didáticos apropriados. Novos currículos dependerão da reestruturação das escolas e universidades, do tipo de trabalho que realizam, e da formação ou reeducação dos professores.

Mesmo assim, ficou claro para os que participaram deste importante projeto que existe um **novo engenheiro** e as macro-características são conhecidas e que necessitava, entretanto, da definição deste novo perfil desse engenheiro.

A Resolução 11 da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, de 11 de março de 2002, institui as *Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação de Engenharia* que veio ao encontro dos anseios existentes. Ela define “os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros,..., para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições de Ensino Superior”.

Esta importante peça contempla a linha filosófica definida no trabalho, bem como a linha central abordada por parte significativa de integrantes da academia e do setor produtivo para o *Novo Engenheiro*.

Estas Diretrizes Curriculares definem o perfil do engenheiro de forma bastante aberta e repassa, explicitamente, às instituições de ensino superior (IES) a função de especificar este perfil em detalhe (em função de suas particularidades) e o currículo a ser seguido.

## 5

### Referencial teórico utilizado para a conceituação do novo perfil e a metodologia utilizada para coleta de dados

#### 5.1

##### Referencial teórico

Os estudos realizados pela indústria de energia elétrica e pela academia registraram um conjunto de *atributos* que deveriam ser contemplados no *perfil* do novo engenheiro. Estes estudos foram elaborados por profissionais de diferentes áreas e sem a preocupação em utilizar o rigor absoluto das definições da área de educação, utilizam termos como: *Saberes, Competências, Conhecimentos, Habilidades e Atitudes*.

Para esta pesquisa, sem a intenção de esgotar o assunto ou mesmo de redefinir conceitos, foi escolhido um referencial teórico baseado em Roppé e Tanguy (1), no ensaio *Saberes e Competências – O uso de tais noções da escola e empresa* (1997), Barros (1997) e pelo Ministério do Trabalho dos Estados Unidos, que, no quadro de habilidades para o mundo do trabalho, apresentado no anexo 8.6, registrou uma abordagem sintética.

A noção de *competência* não é nova, mas seu uso é cada vez mais generalizado, algumas vezes substituindo termos como *aptidão* e *qualificação*. O dicionário Larousse Comercial define: “Nos assuntos comerciais e industriais, a competência é o conjunto de conhecimentos, qualidades, capacidades e aptidões que habilitam para a discussão, a consulta, a decisão e tudo o que concerne seu ofício. Ela supõe conhecimentos fundamentados geralmente, considera-se que não há competência total se os conhecimentos teóricos não forem acompanhados das qualidades e da capacidade que permitem executar as decisões sugeridas”.

Na visão de Ropé e Tanguy (1) a noção de *competência* tende a substituir outras que prevaleciam anteriormente na esfera educativa, como as dos *saberes* e *conhecimentos*, ou a de *qualificação* na esfera do trabalho, inclusive contemplando a noção de *formação* que apareceu nos anos 60 e se consolidou nos

anos seguintes, primeiramente associada à noção de *educação*, que já tinha ocupado o lugar de *instrução*, que dominava no início do século.

Lucie Tanguy (1), examinando as idéias que presidem o estabelecimento dos conteúdos de ensino e dos cursos centrou sua análise nas tentativas de formalização de uma pedagogia das competências. “O termo pedagogia compreendido no sentido amplo de uma atividade social que engloba a seleção de *saberes* a serem transmitidos pela escola, sua organização, sua distribuição numa instituição diferenciada e hierarquizada, sua transmissão por agentes especializados e sua avaliação por métodos apropriados”. Na formação de um léxico, definiram: “*Saberes* – conjunto de conhecimentos que o aluno domina e que a ele pertencem particularmente (aprendizagens passadas e atuais ou aprendizagens informais); e *Competências* – aptidão para realizar, em condições observáveis, conforme exigências definidas”. As autoras registram a visão de outro estudioso que define “*competência* é o saber - mobilizar conhecimentos e qualidades para fazer frente a um dado problema, ou seja, as competências designam conhecimentos e qualidades contextualizadas”.

Quanto ao termo *função*, Ropé o define como o conjunto de *atividades* na empresa voltado para uma dada finalidade, possuindo caráter coletivo e finalizando a atividade individual, e *atividade* é entendida como o conjunto de tarefas efetivamente executadas pelo indivíduo que concorre a uma ou várias funções na empresa, segundo as condições de exercício identificadas. Ainda segundo a mesma autora, *arefa* é a descrição de um elemento da atividade que corresponde a uma prestação esperada, com base nos recursos de que dispõe a pessoa e em razão das exigências que lhe são fixadas.

A passagem dos *saberes* às *competências* e à correspondente aquisição (“extração”) de *conhecimentos* também foi objeto da investigação das autoras. A escola transmite *saberes*, com a sociologia da educação questionando sobre a escolha desses *saberes* julgados dignos de serem ensinados, e a didática, por outro lado, questionando sobre a relação entre *saberes* escolares (*saberes* a ensinar) e *saberes* eruditos. “Os *saberes* a ensinar constituídos em função das finalidades estabelecidas pela escola, permanece disciplinar, ou seja, refere-se a um *corpus* de conhecimentos construídos ou em construção”.



Com o conjunto destes *saberes* ensinados espera-se que o receptor capture os conhecimentos necessários para que fique *competente* para exercer uma tarefa, ação, atividade ou a compreender uma situação. Assim sendo, se estabelece um conjunto de capacidades traduzidas em *competências*, que podem ser avaliadas se forem incorporadas. É esperado que a transmissão dos *saberes* escolares compreenda a passagem dos *conhecimentos* e do *savoir-faire* (aqui entendido como as capacidades necessárias numa situação precisa e o grau de *habilidade* que o indivíduo manifesta, conjuntamente com determinadas atitudes esperadas para resolver um problema proposto).

Na tese de doutorado de Barros(2), são analisadas as *habilitações* requeridas do indivíduo. Barros ressalta: “A escola e a universidade dão, portanto, sua contribuição na formação do indivíduo: as *habilidades* genéricas (transferíveis entre setores e empresas); as *habilidades* referentes ao ramo de atividade e as *habilidades* específicas da empresa”.

Um novo arranjo neste conjunto de *habilidades* se mostrou adequado a este estudo:

- Gerencial/administrativo, englobando a capacidade de articulação, a capacidade de mobilização, a visão estratégica, a visão sistêmica, a administração de recursos e a autonomia administrativa;
- Pessoais/interpessoais, englobando a responsabilidade, a sociabilidade e capacidade de trabalho em equipe, a liderança, a capacidade de auto aprendizagem e aperfeiçoamento contínuo, a capacidade de expressão oral, escrita e icônica, o uso da língua estrangeira e a capacidade de enfrentar problemas (saber "se virar").
- Técnicas, englobando a leitura, interpretação e expressão por meio de gráficos, o equacionamento e modelagem de problemas, a capacidade de obtenção, avaliação, sistematização e uso de informação, a visão crítica de ordens de grandezas, a interpretação de normas técnicas, jurídicas e legais, a aplicação de conhecimentos teóricos multidisciplinares a questões práticas, a criação e utilização de modelos aplicados a dispositivos e sistemas eletromagnéticos, as voltadas à coordenação,

planejamento, operação e manutenção de sistemas elétricos e a capacidade de utilizar novas tecnologias visualizando com criatividade novas aplicações.

Este conjunto de *habilidades* exigidas dos profissionais pelo mundo pós-industrial se torna cada vez mais significativo e importante quando se buscam resultados a atingir e, obrigatoriamente devem ser priorizados em qualquer programa de preparação de engenheiros eletricitas.

Adicionado aos *conhecimentos e habilidades* necessárias, também se exige, nos tempos atuais, um conjunto de *atitudes* profissionais para os engenheiros, que, inclusive, foi contemplado na proposta de diretrizes curriculares da ABENGE(4), que as define como “estado de espírito que se reflete na conduta, nos sentimentos ou nas opiniões em relação às coisas, condições e assim por diante, e a posição tomada para demonstrar este sentimento”.

Os *saberes* ensinados e os eruditos disponibilizados possibilitam a transferência dos *conhecimentos* necessários para o desempenho das ações, tarefas, etc., e com uso das *habilidades e atitudes corretas*, são transformados nas *competências* requeridas para o cargo e função.

## 5.2

### **Pesquisa de campo**

A partir deste referencial teórico, a estratégia utilizada para a definição do perfil do novo engenheiro foi a de coleta de dados através de pesquisa de campo, visando conhecer a visão tanto de integrantes da indústria de energia elétrica como da academia, em particular definindo a opinião do mercado de trabalho através da visão hegemônica entre os engenheiros atuantes no setor elétrico brasileiro.

Utilizando a metodologia consolidada em um projeto piloto aplicado no Recife, a pesquisa foi realizada no Rio de Janeiro, estado que apresenta um perfil próximo ao do Setor Elétrico brasileiro, contemplando empresas distribuidoras, empresas transmissoras, empresas geradoras, centros de pesquisa, um órgão

operador nacional, uma empresa *holding* (Eletrobrás), organismos de classe, e diferentes tipos de universidades. A pesquisa de campo tentou atingir 1500 engenheiros elétricos (no sentido mais amplo da expressão, incluindo aí os engenheiros eletrônicos, de telecomunicações, de potência e de sistemas). Foram distribuídos 933 questionários e 350 respostas validadas, o que representa 23% do universo de estudo. Todos os segmentos (diretores, gerentes, engenheiros de projeto e de operação, técnicos, professores e pesquisadores) foram cobertos.

Embora seja interessante ampliar esta pesquisa a todo o país, o que exigiria um grande aporte de recursos, o Estado do Rio de Janeiro pode ser considerado uma amostra representativa do que pode ser encontrado no mercado de trabalho do setor elétrico, dado sua posição na escala produtiva do país e a diversidade de instituições nele situada, como visto acima. Na hipótese mais simples, esta-se diante de um estudo de caso, porém um caso refletindo toda a complexidade do setor elétrico brasileiro, cuja opinião deseja-se inferir e compreender, em relação ao problema da formação do engenheiro eletricista.

Alguns autores citam que o termo estudo de caso vem de uma tradição de pesquisa médico-psicológica, onde o termo se refere a uma análise detalhada de um caso individual que explica a dinâmica da questão do problema e em que se pode adquirir conhecimento acerca do fenômeno. Adaptado da tradição médica, o estudo de caso tornou-se uma das principais modalidades de análise das ciências sociais.

Seguindo este pensamento, o estudo de caso, geralmente, tem um propósito duplo: por um lado tenta chegar a uma compreensão abrangente do grupo em estudo, e ao mesmo tempo tenta desenvolver declarações teóricas mais gerais sobre regularidade do processo e estrutura sociais.

Na presente tese, optou-se por uma pesquisa de opinião no universo descrito acima, parte espontânea, parte induzida, caracterizando as opiniões do profissional entrevistado sobre as competências, conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias sobre a formação do engenheiro para a realidade brasileira atual e imediatamente futura, e, ao mesmo tempo, levantando sua própria formação, seu tipo de experiência profissional (funções e cargos), sua forma de atualização

técnica e profissional, seu contato com os cursos atuais, e algo de sua caracterização social.

### 5.3

#### **Teste de validação – projeto piloto em Pernambuco**

Com o apoio e financiamento da ELETROBRÁS, via mestrado na escola de engenharia da Universidade Federal de Pernambuco – departamento de engenharia de produção, foi realizado um projeto piloto para validação do modelo de coleta de dados e consolidação metodológica. O trabalho final conferiu o título de mestre à Engenheira Rosângela Medeiros Cavalcanti Félix De Oliveira.

A temática a nível nacional foi remetida ao plano regional, especificamente ao estado de Pernambuco, a uma empresa do setor de energia elétrica, considerando o papel preponderante e quase monopolista que a mesma assume na base produtiva do mesmo.

Para a pesquisa de campo, foi elaborado e utilizado instrumento de coleta visando à obtenção dos dados e caracterização do atual perfil do engenheiro eletricitista/eletrotécnico, levantando algumas das exigências de conhecimentos, habilidades e atitudes requeridas, segundo as atividades desenvolvidas.

O estudo levou em consideração o currículo vigente para o curso de graduação de engenharia elétrica, modalidade eletrotécnica, da Universidade Federal de Pernambuco, como elemento referencial da educação formal adquirida pelos graduandos.

A hipótese central foi a de que partindo de uma empresa de distribuição de energia elétrica, onde se supõe um ambiente de trabalho caracterizado por transformações tecnológicas que demandam maior qualificação profissional diante das atividades desenvolvidas, exigem-se outros conhecimentos e habilidades ainda não prestigiados na educação formal, para o pleno exercício das funções executadas.

Partindo-se do contexto das atividades desenvolvidas, buscou-se o esclarecimento da temática escolhida, através da elucidação de hipóteses decorrentes da hipótese central e condução da pesquisa sob enfoque quantitativo e qualitativa.

O período em que a pesquisa de campo foi desenvolvida foi de 26 de julho de 1999 até 20 de agosto do mesmo ano.

Foram pesquisados dados relativos à natureza, naturalidade, idade, condições sociais, familiares, infra-estrutura doméstica, meios de informação, lazer, atividades culturais, natureza da graduação, período de estudo e background de novas ferramentas de educação, com os dados separados por famílias de universidades de formação e de empresas onde estão exercendo suas atividades, agrupando as informações sobre conhecimentos adquiridos e os utilizados nas atividades que estão, e a auto-análise de sua formação, dados sobre a educação continuada, fontes, conhecimentos buscados e adquiridos, além de questões sobre emprego e atividades atuais como histórico de mudanças, cargos e tarefas desempenhados, frequência de ações, e grau de desconforto e satisfação, e dados que possibilitam a análise da necessidade de formação através dos dados sobre a formação anterior, educação continuada, atualização, matérias e disciplinas com deficiências e novos conhecimentos necessários.

Também foram coletados dados sobre as habilidades e atitudes profissionais, com ênfase nas ações de gerência e administrativa, as pessoais e interpessoais e as técnicas. Para esta última, foram detalhados aspectos sobre autodesenvolvimento e capacidades de contínuo aperfeiçoamento.

O questionário utilizado foi um instrumento importante, e encontra-se apresentado no anexo 8.7. A metodologia foi consolidada e validada, e importantes constatações puderam ser realizadas envolvendo estas características dos engenheiros e as características das empresas (acionistas, área de atuação e desenvolvimento tecnológico).

Além do aspecto metodológico, a dissertação também apresentou sugestões de melhorias acadêmicas apontadas pelos profissionais consultados para o pleno exercício de suas funções.

## 5.4

### **Pesquisa no Rio de Janeiro**

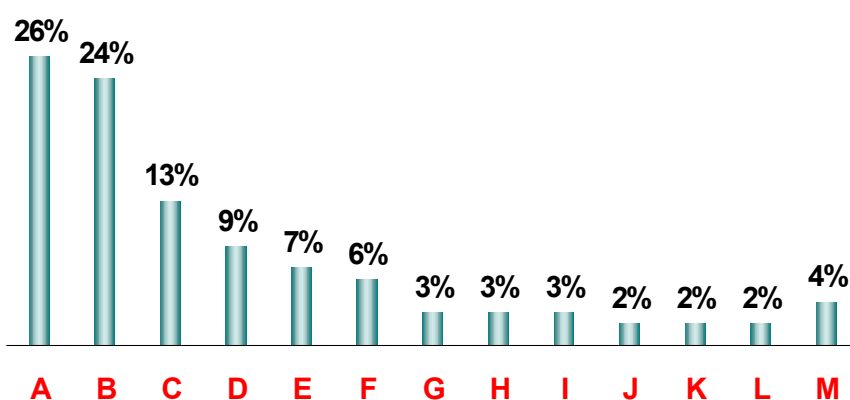
A partir da compreensão dos diversos fatores que os entrevistados indicaram, bem como a visualização dos resultados que aquela pesquisa apresentou, foi organizada e balizada a pesquisa no Estado do Rio de Janeiro.

O questionário para o Rio de Janeiro foi organizado a partir daquele utilizado no projeto piloto, complementado com novas perguntas e expurgado de questões que se mostraram repetitivas ou pouco informativas no projeto piloto. A parte inicial foi respondida espontaneamente (sem indicação de itens) e a parte final de forma induzida, onde se pede ao entrevistado que escolha ou classifique itens de uma lista dada. Inicialmente, os questionários foram aplicados por entrevistadores. Depois do teste inicial, os questionários passaram a ser distribuídos por responsáveis nas empresas consultadas e devolvidos pelo correio.

O questionário utilizado no Rio de Janeiro esta apresentado no anexo 8.8.

A noção de representatividade da população não se aplica diretamente a este tipo de pesquisa, sendo substituída pela noção de representatividade de cada um dos grupos explicativos (funcionários de estatais, empresas privadas e universidades; tipos de formação; etc.), mostrados a seguir.

Os entrevistados trabalham nas seguintes organizações:



BASE = 342

**A** LIGHT

**B** FURNAS

**C** ELETRONUCLEAR

**D** CERJ

**E** CEPEL

**F** ONS - OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA

**G** ELETROBRÁS

**H** UFF

**I** UFRJ

**J** PUC - RIO

**K** UNIV. VEIGA DE ALMEIDA

**L** UNIVERSIDADE SANTA ÚRSULA

**M** OUTRAS CITAÇÕES COM MENOS DE 2%

\* RESPOSTAS EVENTUALMENTE MÚLTIPLAS

## 5.5

### O Estado da Arte

O monitoramento do estado da arte internacional foi efetuado durante toda a pesquisa, e foram acompanhadas as ações em andamento nos Estados Unidos, França, Grã Bretanha e Alemanha. Além disto foi verificado o rebatimento daqueles movimentos com aqueles em andamento no Brasil ,bem como providências necessárias dos diferentes atores no nosso país. O anexo 8.10 apresenta estes pontos.





## 6

### **Avaliação dos resultados da pesquisa**

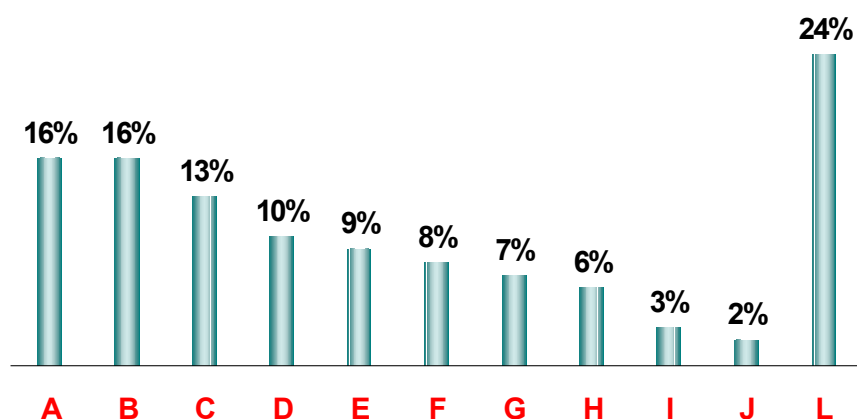
As respostas coletadas na pesquisa estão apresentadas no anexo 8.8, e são analisadas a seguir.

#### 6.1

##### **Caracterização do engenheiro entrevistado**

Os engenheiros pesquisados são quase todos do sexo masculino (93%) e brasileiros, a maior parte natural do Rio de Janeiro (67%), e com significativa participação de Minas Gerais (15%), possuindo entre 40 e 50 anos (51%). 73% são casados, tendo de um a três filhos (74%). Possuem microcomputador em casa (92%) interligado à Internet (77%). Lêem O Globo (63%), o JB (36%) e Veja (68%). Têm por atividades principais de lazer caminhar, jogar futebol, ir à praia, ir ao cinema e viajar (marcadas, cada uma, por mais de 10% dos entrevistados). As atividades culturais principais são o cinema (43%), e a leitura (39%) e o teatro (23%).

A grande maioria (cerca de 90%) é de graduados em engenharia elétrica, eletrônica ou de potência, sendo difícil distinguir entre os títulos, com significados diversos nas diferentes escolas de engenharia. Na amostra há graduados de diferentes Escolas brasileiras, o grosso no Estado do Rio de Janeiro e Minas Gerais, conforme se observa no gráfico:



BASE = 339

**A UFRJ**                      **B UVA**                      **C UERJ**                      **D UFF**  
**E PUC - RIO**                      **F EFEI**                      **G SANTA ÚRSULA**                      **H GAMA FILHO**  
**I PUC - PETRÓPOLIS**                      **J UFJF**                      **L OUTRAS**

OUTRAS INSTITUIÇÕES	Menções	OUTRAS INSTITUIÇÕES	Menções	OUTRAS INSTITUIÇÕES	Menções
CEFET/RJ	8	IME	6	NUNO LISBOA	6
INATEL	5	UFPE	5	PUC/MG	3
UFRGS	3	UNB	3	UFSC	3
NO EXTERIOR	3	FESP	2	UFMG	3
UFU	2	SUAM	2	OUTRAS 1 OU 2 MENÇÕES	25
USS	2	ITA	2		

\* RESPOSTAS MÚLTIPLAS

Agrupando as escolas de engenharia de acordo com a avaliação de cursos de pós-graduação pela CAPES e cursos de graduação conceituados pelo Provão, formamos cinco grupos:

- UA - primeiro grupo, existência de cursos de pós-graduação bem avaliada e de graduação bem conceituado (UFRJ e PUC Rio);
- UB - segundo grupo, cursos de pós-graduação e graduação com conceitos médios (EFEI e UFJF);
- UC - terceiro grupo, cursos conceituados e sem pós-graduação ou titulação extensiva do corpo docente (UERJ e UFF);

- UD - quarto grupo, demais Escolas de Engenharia, sem as mesmas qualificações (UVA, USU, UGF e UCP).
- UE - quinto grupo escolas técnicas.

Este agrupamento mostrou-se importante tanto na análise de cada grupo, quanto agregando-se os três primeiros grupos contra a agregação do quarto e do quinto grupo.

Com esta classificação, 26% graduaram-se no primeiro grupo (dos quais 16% na UFRJ), 11% apenas no segundo grupo (dos quais 9% na EFEI), 25% no terceiro grupo (dos quais 13% na UERJ), 35% no quarto grupo (dos quais 16% na Universidade Veiga de Almeida), e 3% no quinto grupo (que, pela baixa representatividade, não será analisado em algumas questões).

A metade iniciou e terminou seus estudos na década de 70 (48%), a segunda maior corte tendo se graduado na década de 80 (28%), coerentemente com a idade média e mostrando o quão pequena foi a contratação no setor elétrico em tempos recentes. A grande maioria dos novos graduados tem origem no grupo UD. A tabela abaixo apresenta os índices e as células marcadas os índices significativos.

		Instituição em que se graduou					Total
		UA	UB	UC	UD	UE	
Faixas de tempo de formado	Até 1970	10,8%	15,6%	4,3%	4,0%	12,5%	7,4%
	De 1971 a 1980	58,1%	68,8%	55,7%	29,7%	12,5%	47,4%
	De 1981 a 1990	14,9%	12,5%	17,1%	50,5%	37,5%	28,4%
	De 1991 a 2000	16,2%	3,1%	22,9%	15,8%	37,5%	16,8%
Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Duas características relevantes se apresentam: 1 - a maior parte dos engenheiros não chegou a estudar Informática (a não ser superficialmente) em seus cursos de graduação, estudou cálculo pelas metodologias mais antigas (livros de Granville e de Thomas) e não estudou álgebra linear. A reforma do ensino de matemática começou no início dos anos 70 apenas em algumas universidades,

espalhando-se pelo país junto com a qualificação dos corpos docentes, tarefa só generalizada ao longo dos anos 90. A utilização sistemática de álgebra linear e de informática nas disciplinas profissionalizantes só agora está se generalizando, tendo ocorrido, inicialmente, apenas nas universidades dotadas de cursos de pós-graduação, na medida em que estes eram interligados a seus cursos de graduação; e 2 – os engenheiros mais novos no mercado são, em sua grande maioria, graduados em UD (50% dos que estão entre 30 e 40 anos são originados deste grupo), pela maior oferta de engenheiros destas instituições, visto que os formados em UA e UC estão trabalhando essencialmente em outros setores industriais.

A maioria assinalou ter escolhido o curso por esperança de progressão profissional (35%), bem de acordo com as expectativas existentes nas décadas de 70/80, quando o setor foi expandido.

Do total, 49% cumpriram de um a dois semestres de estágio durante o curso, 39% três semestres ou mais e apenas 12% não realizaram estágio, o que demonstra o aspecto positivo de que o engenheiro entrou profissionalmente no mercado tendo a oportunidade prévia de vivenciá-lo e aprender como aluno. 91% estudaram Inglês fora da escola e 80% estudou Informática (editor de textos, planilhas eletrônicas e banco de dados) em cursos avulsos. Um pequeno grupo, conforme se observa nas tabelas de respostas ainda estudou Francês, Espanhol ou Alemão.

### 6.1.1

#### **Caracterização da graduação**

Significativo percentual dos entrevistados (62%) considerou seu curso de graduação atendendo às necessidades do mercado de trabalho atual ou futuro (contra 35% com opinião contrária). O nível de satisfação é significativamente maior nos originados dos grupos UC e UD.

		Instituição em que se graduou					Total
		UA	UB	UC	UD	UE	
Curso atende às necessidades atuais e futuras?	Sim	58,1%	50,0%	66,2%	68,2%	62,5%	62,6%
	Não	40,5%	43,3%	29,4%	31,8%	37,5%	35,1%
	Outra	1,4%	6,7%	4,4%			2,3%

Os 113 entrevistados que afirmaram que o curso não atende às necessidades do mercado apresentaram os seguintes motivos (acima de 2% com respostas múltiplas):

PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS	%
EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E INOVAÇÕES RÁPIDAS E GRANDES. NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO CONSTANTE E DE CURSOS MAIS ABRANGENTES	35%
ESTÁ DEFASADO/DESATUALIZADO/MATÉRIAS ULTRAPASSADAS EM RELAÇÃO ÀS NOVAS TECNOLOGIAS/CURRÍCULO E PROFESSORES DESLOCADOS DO MERCADO/FORA DA PRÁTICA DE TRABALHO	19%
NECESSIDADE DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA, QUE NÃO HAVIA NA ÉPOCA	17%
O SETOR ELÉTRICO ESTÁ ESTRUTURADO DE MANEIRA DIFERENTE, ANTES ERA OUTRO CONTEXTO, BASTA COMPARAR AS CADEIRAS ANTES OFERTADAS COM A SITUAÇÃO ATUAL	5%
CURSO MUITO TÉCNICO/ACADÊMICO/O MERCADO EXIGE PROFISSIONAL COM MAIS ESPECIALIZAÇÃO E VERSATILIDADE, COM CONHECIMENTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO FINANCEIRO	4%
AULAS PRÁTICAS DEFICIENTES/HÁ MUITA TEORIA DESNECESSÁRIA/SAÍ DA FACULDADE SEM EXPERIÊNCIA PRÁTICA	4%
FALTA EMBASAMENTO/HÁ NECESSIDADE DE COMPLEMENTAÇÃO EM ENGENHARIA ECONÔMICA/ECONOMIA AVANÇADA/NA ÁREA FINANCEIRA	3%
NENHUM CURSO DE GRADUAÇÃO PREPARA COMPLETAMENTE/SÓ FUNCIONA COMO BASE/É NECESSÁRIO FAZER PÓS-GRADUAÇÃO E PERMANENTE ATUALIZAÇÃO	3%

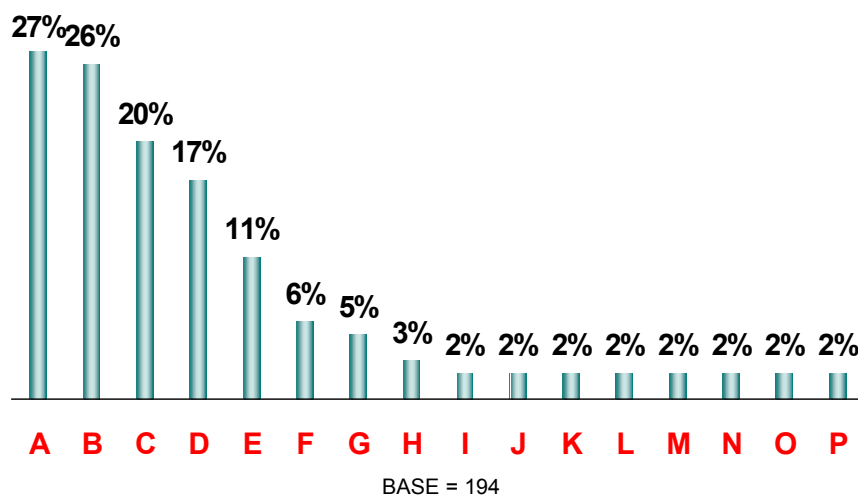
### 6.1.2

#### Caracterização da pós-graduação

Do total dos entrevistados, 58% cursou pós-graduação, e destes 51% na área de Engenharia Elétrica, 8% na área de Engenharia Econômica/ Economia/ Econometria e 7% na área de Sistemas de Computação. As demais áreas foram cursadas por pequeno número de entrevistados. Do total de 196 pós-graduados, 16% obtiveram o título de doutor, 40% cursaram mestrado, 15% mestrado sem tese, além de 3% que fizeram pós doutorado . 89% da pós-graduação foi feita no Brasil e 67% deles ou a cursaram entre 96 – 2001 ou ainda a estão cursando.

O gráfico e a tabela abaixo, apresentam a instituição onde realizou a pós-graduação e as instituições de graduação de origem.

- **INSTITUIÇÕES DOS CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO\***



**A** PUC - RJ    **B** COPPE - UFRJ    **C** UFRJ    **D** FGV - RJ  
**E** EFEI    **F** UFF    **G** IME    **H** FUPAI  
**I** FURNAS    **J** CEFET    **K** UFU    **L** ITA  
**M** UERJ    **N** IMPERIAL COLL    **O** UFSC    **P** UCP

OUTRAS INSTITUIÇÕES	Menções	OUTRAS INSTITUIÇÕES	Menções	OUTRAS INSTITUIÇÕES	Menções
UFMG	2	IBMEC	2	SOUZA MARQUES	2
GAMA FILHO	2	UNIVERSIDADE DE VITÓRIA	2	IBPI	2
EDF	2	USP	2	ELETROBRÁS	2
<b>OUTRAS COM UMA MENÇÃO</b>			<b>41</b>		

\* ENTRE OS 196 QUE DISSERAM TER FEITO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO - RESPOSTAS MÚLTIPLAS

		Instituição em que se graduou					Total
		UA	UB	UC	UD	UE	
Fez curso de pós-graduação?	Sim	79,7%	36,7%	61,4%	52,6%	50,0%	60,2%
	Não	20,3%	63,3%	38,6%	47,4%	50,0%	39,8%

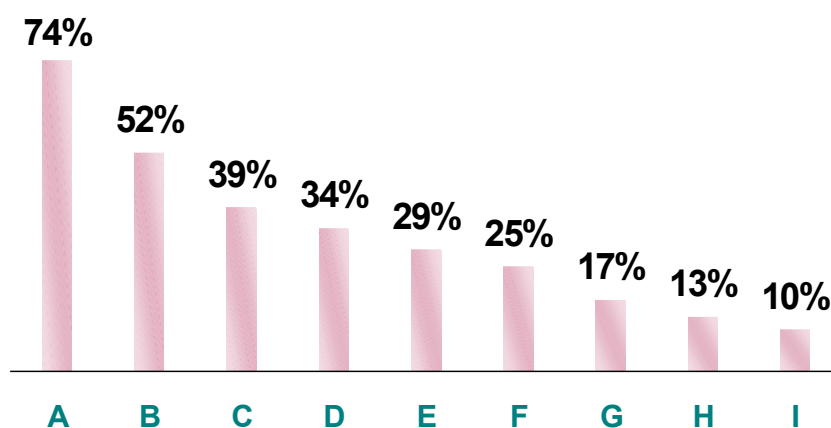
Existe coerência nas respostas do grupo UA, que sinalizou que o curso de graduação não atendeu às necessidades, além de apresentarem um razoável tempo de graduados. Os dados para o grupo UB mostram um descompasso entre necessidade anteriormente descritas e a atualização via pós-graduação.

100% dos que cursaram uma pós-graduação alegaram que fizeram para atualizar sua formação (também registraram 43% para melhor remuneração e 18% para busca de um emprego acadêmico), o que por coerência mostra uma rápida desatualização da graduação ou, até mesmo, que foi incompleta. 80% dos que cursaram pós-graduação acharam que o curso atendeu às necessidades do mercado atual ou futuro. Coerentemente, as fontes de atualização profissional mais marcadas (o entrevistado escolhia três entre elas) foram cursos (76%), congressos (67%), leitura/Internet (58%), visitas técnicas (43%) e seminários na empresa (apenas 36%). 73% dos entrevistados lêem mensalmente de 2 a 5 publicações técnicas.

### 6.1.3

#### Necessidade de atualização profissional

Quando solicitados a apontar as suas três maiores necessidades de atualização profissional relataram:



BASE = 342

- A** CAPACITAÇÃO EM NOVAS TECNOLOGIAS
- B** CAPACITAÇÃO EM GERÊNCIA E ADMINISTRAÇÃO
- C** CAPACITAÇÃO EM COMUNICAÇÃO
- D** CAPACITAÇÃO EM COMERCIALIZAÇÃO
- E** APROFUNDAMENTO DA PRÁTICA
- F** MAIOR EMBASAMENTO TEÓRICO
- G** APERFEIÇOAMENTO NA ÁREA COMPORTAMENTAL
- H** CONHECIMENTO QUANTO AO PROCESSO E À ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO
- I** APERFEIÇOAMENTO NA ÁREA COMPORTAMENTAL

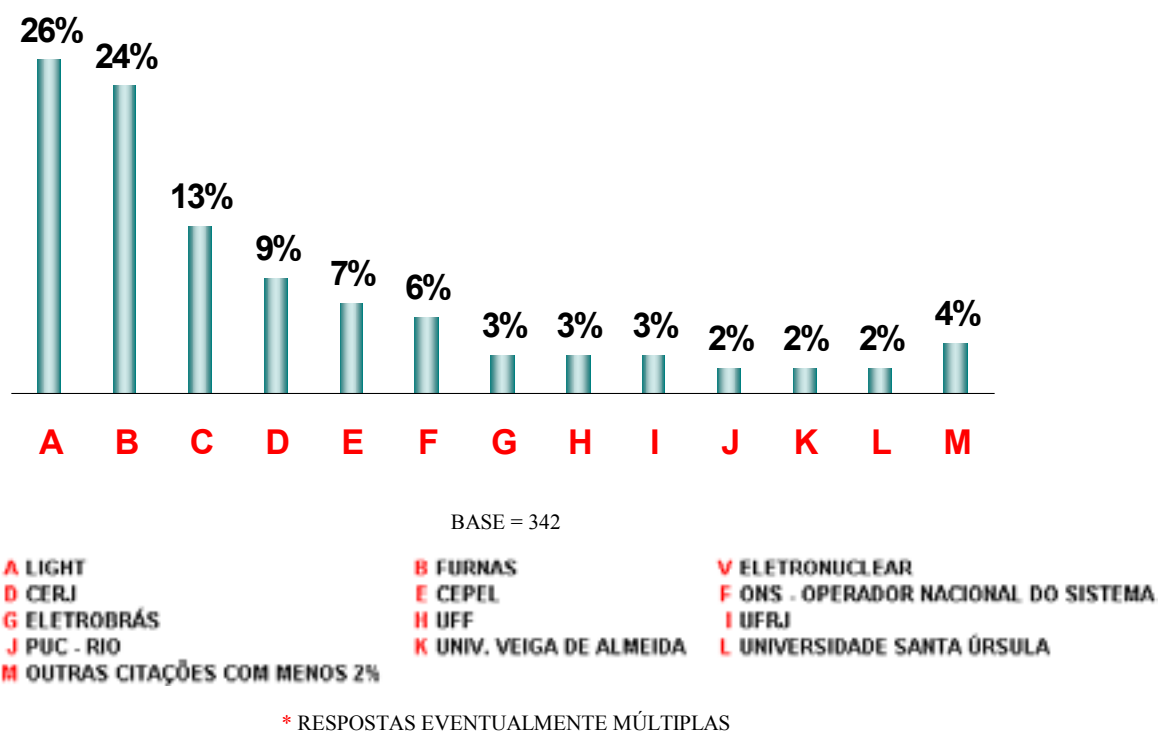
\* RESPOSTAS MÚLTIPLAS



### 6.1.4

#### Emprego e atividades atuais

Os entrevistados trabalhavam nas seguintes instituições:



Com objetivo de visualização dos dados sob outra ótica foi feito o seguinte agrupamento:

- EPE – Empresa de base produtiva e estatal (Furnas e Eletronuclear )
- EPP - Empresa de base produtiva e privada ( Ligth e Cerj )
- EPU – Instituição de pesquisa e universidades (Cepel e Academia )
- EAS - Agentes setoriais ( ONS e Eletrobrás ).

Esta separação de acordo com a atividade, natureza e acionista, mostra-se importante pela base de conhecimento requerido. As empresas produtivas utilizam conhecimentos específicos com característica de uso final, diferentemente daqueles que efetuam pesquisa e ensino, e dos agentes setoriais que trabalham mais diretamente com planejamento, estudos e programação. Pelo lado do

acionista, privado ou estatal, tem-se um viés de análise novo no Brasil, com as respostas dos primeiros muito associado a resultados de curto prazo.

A amostra foi representativa com cerca de 38 % dos dois primeiros, 15 % do terceiro e 10% do quarto, com idêntica ordem da população no Rio de Janeiro.

A correlação entre a origem da universidade onde fizeram o curso de graduação e o emprego atual destes engenheiros é descrita na próxima tabela:

		Segmento em que trabalha				Total
		EPE	EPP	EPU	EAS	
Instituição em que se graduou	UA	22,0%	15,0%	59,0%	33,3%	25,6%
	UB	28,6%	1,8%	5,1%	3,7%	11,5%
	UC	23,1%	23,0%	15,4%	51,9%	24,8%
	UD	25,3%	56,6%	15,4%	7,4%	35,2%
	UE	1,1%	3,5%	5,1%	3,7%	3,0%

Pelo lado da produção, vemos que no segmento *estatal* (EPE) estão igualmente representados os quatro grupos (lembrar que o quinto grupo tem amostra de pequena representatividade). Na *produção privada* (EPP), a maioria é originada do grupo UD, fato devido a este segmento estar contratando engenheiros no período em que as universidades deste grupo vem aumentando a oferta de cursos, conforme já observado em análise anterior, além de outras causas relacionadas ao perfil, como veremos posteriormente. O *acadêmico* (EPU) emprega essencialmente graduados no grupo UA, e os *agentes setoriais* (EAS) tem a maioria nos grupos UA e UC, ou seja escolas de primeira linha do Rio de Janeiro.

Pelo lado das instituições de ensino, vemos que o grupo UA tem representatividade em todos segmentos da produção, com maior percentual no meio acadêmico ( EPU ), o grupo UB esta quase que na totalidade no setor estatal, além das constatações acima para UC e UD.

As distribuições de contratados pelo setor elétrico não correspondem à de graduados nas universidades cariocas. Acreditamos que este fato se deva à oferta de maior salários por parte do mercado de serviços da cidade do Rio de Janeiro,

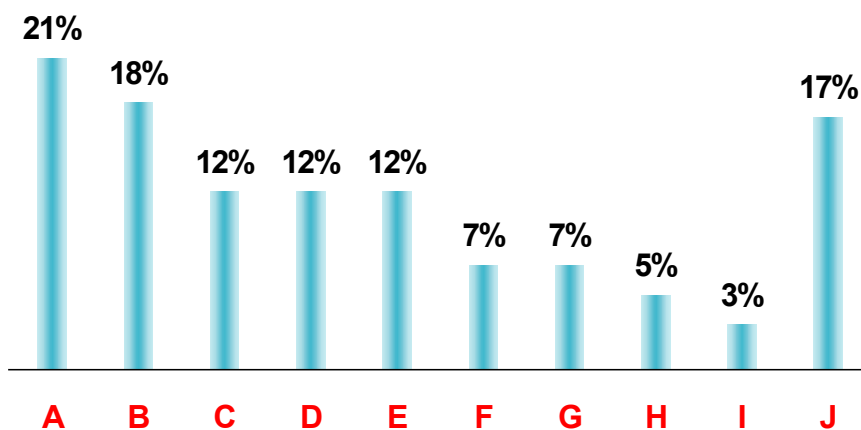
em especial o mercado de bancos e financeiras (até recentemente os maiores contratantes de egressos das escolas do primeiro grupo assinalado acima), que naturalmente buscam os engenheiros originados do grupo UA. Note-se também que a procura dos cursos de potência nas universidades do primeiro grupo diminuiu muito nos últimos 20 anos, devido à pequena oferta de empregos, levando à diminuição das turmas. Já os demais grupos, com escolas de engenharia organizadas em faculdades separadas, mantém turmas de tamanho fixo, sendo o aluno obrigado a ingressar na habilitação onde houver vaga. Nestas escolas, a última habilitação a ser eliminada, por razões de custo e na falta de candidatos (problema atual nestas escolas), costuma ser, justamente, a de engenharia eletrotécnica, pela maior facilidade de montagem de cursos (presença de grande número de professores na cidade - funcionários de empresas estatais ou de outras universidades e centros de pesquisa - e curso mais tradicional, exigindo menores investimentos, ao menos no nível em que costuma ser ministrado).

72% estão no atual emprego há mais de dez anos e 12% estão há menos de dois anos, o que mostra a pouca mobilidade existente até então, com o aparecimento de primeiros sinais de mudança nesta característica.

### 6.1.4.1

#### Cargo/Função que ocupa atualmente

Os gráficos a seguir apresentam o cargo/função que ocupam atualmente e a tarefa principal que executa.



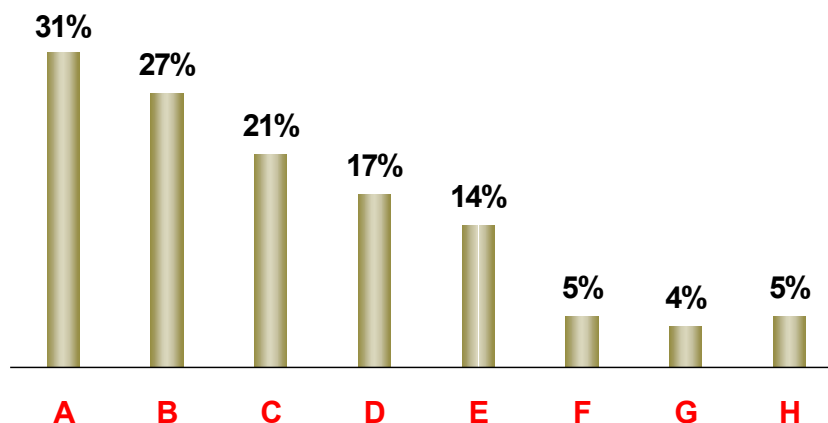
BASE = 339

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>A</b> CARGOS DE CHEFIA    | <b>B</b> ENGENHEIRO (sem especificação)           |
| <b>C</b> PROFESSOR/INSTRUTOR | <b>D</b> PESQUISADOR                              |
| <b>E</b> ASSESSOR/ADJUNTO    | <b>F</b> ENGENHEIRO ESPECIALISTA (diversos tipos) |
| <b>G</b> SUPERVISOR          | <b>H</b> ASSISTENTE                               |
| <b>I</b> COORDENADOR         | <b>J</b> OUTROS COM MENOS DE 3%                   |

\* RESPOSTAS MÚLTIPLAS

## 6.1.4.2

## Tarefa principal que executa



BASE = 339

<b>A</b>	<b>EXECUÇÃO TÉCNICA</b>	<b>B</b>	<b>SUPERVISÃO</b>
<b>C</b>	<b>PROJETO/PESQUISA</b>	<b>D</b>	<b>CHEFIA TÉCNICA</b>
<b>E</b>	<b>GERENCIAL OU ADMINISTRATIVA</b>	<b>F</b>	<b>COMERCIAL</b>
<b>G</b>	<b>DOCÊNCIA/AULAS</b>	<b>H</b>	<b>OUTROS COM MENOS DE 4%</b>

A distribuição do cargo/função estabeleceu que 62% estão há mais de 5 anos no atual cargo/função, contra 32% que estão há menos de 2 anos, mostrando mais uma vez a pouca mobilidade. 38% estão em cargos de chefia/ assessoria, 36% como engenheiro/ supervisor/ coordenador e 26% como professor/ instrutor/ pesquisador. O grupo funcional acadêmico e a atividade acadêmica têm índices compatíveis, pelas próprias características deste grupo, entretanto, verifica-se que o grupo funcional técnico no momento da execução tem significativa diminuição da atividade técnica aumentando a atividade administrativo – gerencial, mostrando que se faz necessário para o desempenho de sua função um outro conjunto de conhecimentos. No entanto, 92% responderam afirmativamente à pergunta sobre a compatibilidade entre o cargo e a função. De qualquer forma, 90% dizem que seu cargo exige conhecimentos técnicos específicos, justificando a necessidade do título de engenheiro para exercer sua função.

Uma outra abordagem foi realizada pela divisão dos entrevistados em três outros grupos que se mostrarão importantes em análise futura :

- GFC - Comando e assessoramento (com 42%) , grupo funcional que exercem atividades gerenciais e administrativas, atuando no cargo de chefe, assessor, adjunto e assistente, que apresenta os oriundos da grupo universitário UB (EFEI) majoritariamente representados,
- GFA - Acadêmicos (com 18%), exercem atividades acadêmicas e de pesquisa atuando como professor e pesquisador, representados na sua maior parte do grupo universitário UA e com pouca representatividade dos demais grupos, e
- GFT – Execução técnica (com 40%), que atuam na área técnica como executor técnico, chefia técnica e outras relacionadas, que tem pouca representatividade no UB e majoritariamente de UC e UD.

		Grupo funcional a que pertence			Total
		GFC	GFA	GFT	
Nível da instituição em que se graduou	UA	21,0%	46,0%	21,2%	25,5%
	UB	19,3%	4,0%	6,2%	11,3%
	UC	21,0%	18,0%	31,9%	24,8%
	UD	37,8%	28,0%	36,3%	35,5%
	UE	8%	4,0%	4,4%	2,8%

## 6.2

### Necessidades de formação (pesquisa espontânea)

Apenas 45 % dos entrevistados disseram conhecer a atual formação de engenheiros do setor, e este grupo tem opinião dividida sobre esta formação.

Foram apresentadas cinco opções de escolha de como consideravam a formação atual:

- A) Muito fraca, não atendendo às necessidades do mercado.

- B) Fraca/desatualizada atendendo parcialmente às necessidades de mercado.
- C) Parcialmente atualizada compatível com as exigências de mercado.
- D) Atualizada e compatível com as exigências de mercado.
- E) Dinâmica, compatível com as necessidades de mercado.

51 % a acha parcialmente atualizada, 28% muito fraca ou fraca/desatualizada e 21 % atualizada/compatível e dinâmica/compatível, o que entra em contradição com a opinião sobre o próprio curso. Uma hipótese explicativa é a quantidade de engenheiros das empresas ministrando aulas, como segundo emprego, nas escolas do terceiro ou quarto grupo, de nível inferior ao daquela que cursaram.

Foi realizado um novo agrupamento para melhor diagnóstico:

- GC – Grupo crítico, que contempla aqueles que conhecem como ocorre a formação dos engenheiros, que atuam em comando , assessoramento e academia, e apresentaram sugestões de melhoria.
- GT - Grupo tecnicista, que contempla aqueles que atuam na execução técnica, e apresentaram sugestões de melhoria.
- GN - Grupo neutro, contemplando os demais.

Este agrupamento foi bastante significativo para análise dos dados, visto que o primeiro grupo ressalta que conhece o problema, as atuais discussões e apresentam sugestões de melhoria, além de estarem em posição de influenciar mudanças. O segundo grupo tem características forte do tecnicismo e representa o lado “forte“ da engenharia.

E que apresentou as seguintes características para os questionamentos anteriores:

- Questionados se o curso atende às necessidades atuais e futuras apresentaram percentuais na mesma faixa (62%) para os três grupos e na mesma ordem que o público geral.
- 78% dos integrantes do GC fez pós-graduação, média bastante superior tanto ao GT (51%) quanto ao público em geral (58%).
- Pela própria definição, 100% de GC conhece como ocorre a formação dos engenheiros, contra 45% do público geral e 35% do GT.

A tabela a seguir apresenta a distribuição referente ao segmento em que trabalha e o grupo funcional a que pertence, que ratifica a importância dos grupos GC (mostra como aquele de maior influência tanto pelas ações de comando quanto na capacidade de influência de movimentos de mudança) e GT pela execução técnica:

			Classificação Especializada			Total	
			GC	GT	GN		
Segmento em que trabalha	EPE		21	50	55	126	
			28,8%	40,7%	43,3%	39,0%	
	EPP		23	54	41	118	
			31,5%	43,9%	32,3%	36,5%	
	EPU		25	1	24	50	
			34,2%	8%	18,9%	15,5%	
	EPS		4	18	7	29	
			5,5%	14,6%	5,5%	9,0%	
	Total			73	123	127	323
				100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Aqui se vislumbra a característica atual dos integrantes do setor elétrico: do total dos integrantes do GC e GT, cerca de 65% estão no segundo grupo (com



divisão similar nas estatais, privadas e agentes setoriais; a academia, naturalmente, tem outro enquadramento) que mostra a influência e peso deste segmento.

O grau de importância relativo dado aos conhecimentos, habilidades e atitudes será analisado pelas diversas cortes, inclusive efetuando comparação das diferentes visões. A lista de conhecimentos, habilidades e atitudes foi montada a partir do currículo da habilitação, dos temas novos sugeridos nas pesquisas realizadas e usando consultas a professores e funcionários da área de RH.

### 6.2.1

#### Conhecimentos

Os conhecimentos do curso de Engenharia Elétricos foram classificados, para efeito estatístico, como:

- Ciências Básicas: Cálculo e Álgebra Linear, Estatística e Probabilidades, Física, Química e Informática;
- Ciências da Engenharia: Mecânica, Resistência dos Materiais, Fenômenos de Transporte, Modelagem de Sistemas Dinâmicos;
- Profissional Geral: Instalações Elétricas, Circuitos Elétricos, Eletromagnetismo, Eletrônica, Materiais Elétricos, Conversão de Energia, Sinais e Sistemas, Controles e Servomecanismos;
- Sistemas de Potência: Geração, Transmissão e Distribuição de Energia, Análise de Sistemas de Potência;
- Outras classes cujos nomes são autodescritivo.

As respostas foram agrupadas em três segmentos, de acordo com a média percentual de respostas sobre o grau de importância:

- TIPO 1 – quando mais que 77% responderam muito importante,
- TIPO 2 – quando mais que 52% até 76% responderam muito importante,

- TIPO3 – quando mais que 27% até 51% responderam muito importante.

### **Conhecimentos TIPO 1**

- Profissional Geral: instalações elétricas, circuitos elétricos, eletromagnetismo, eletrônica, materiais elétricos, conversão de energia, sinais e sistemas, controles e servomecanismos.

Apresentou um percentual de 94 % de muita importância do geral se destacando no grupo EPP (97%), demonstrando que estes conhecimentos vem cada vez mais se destacando por motivos diversos.

- Sistemas de Potência: geração, transmissão e distribuição de energia, análise de sistemas de potência.

Também com percentual da média de 94% com uma maior valorização no grupo EPP (quase 100%), que demonstra que empresas da iniciativa privada continuam com grande foco no sistema físico, até mesmo na busca do aumento dos níveis de exploração dos sistemas elétricos.

- Língua Estrangeira

Apresentou elevado percentual (cerca de 90 %) em todos os grupos.

- Máquinas e Equipamentos Elétricos, Acionamento, Eletrônica Industrial.

Apresentou percentual da média em 84%, com particularidades do grupo UB e EPE (cerca de 90%), ambos com representatividade da EFEI, que tem em sua característica uma maior valorização destes conhecimentos.

- Novas Tecnologias no Setor de Energia

Bastante valorizado pelo grupo EPP (92%), provavelmente na busca de menores custos.

- Ciências Básicas: Cálculo e Álgebra Linear, Estatística e Probabilidades, Física, Química e Informática.

Percentual médio de 80% de grau de importância.

- Operação do Sistema Elétrico

Embora na média esteja com 74% de registro de muita importância (situação limite), teve 90% de registro de muita importância por EPP

- Planejamento, Simulação e Otimização de Sistema de Energia

Apresenta característica bem particular, já que a média geral apresenta cerca de 76% (situação limite), o grupo UB registra apenas 57% , o EPP 86%, certamente pelos mesmos motivos ao anteriormente descrito e o EPS 91% , por ser este um dos maiores conhecimentos por ele utilizados.

## **Conhecimentos TIPO 2**

- Redação e Comunicação Técnica

Apresentou elevado percentual dentro do TIPO 2 (71%), com demonstração de necessidade entre todos os segmentos.

- Fontes Alternativas

Os grupos EPP e GC registraram maior importância (71%) e o grupo EPP menor importância (51%), em relação à média (62% de muito importante ).

- Automação e Inteligência Artificial

Diferentemente da média (60% de muito importante), registra-se o aumento (cerca de 72%) da valorização na EPP e UD (pelo relacionamento existente), diferentemente de EPE e UD que

registraram menor grau de importância (48% e 45%). A Academia (EPA 75 %), que naturalmente tende a aumentar a valorização pelos desafios que o assunto possibilita.

- Tecnologia da Informação

Com média de 58% e com maior valorização dos grupos UA, EAS e GC (cerca de 68%).

- Comercialização e Mercado de Energia Elétrica

Os segmentos EPP (67%) e EPS (79%), que majoritariamente trabalham no novo ambiente competitivo, já sinalizam uma maior importância da média geral (55%), que indica uma tendência do crescimento de importância.

- Metodologias Quantitativas para Previsão/Análise de Demanda, Produção e Mercado.

- Este conhecimento apresentou a particularidade de diferentes faixas nos percentuais de respostas de muita importância: 57% de respostas no geral, maior reconhecimento para os grupos EPP, EPU, GC e GT (cerca de 65%), e menor para os grupos UB (33%) e EPE (45%).

- Normas Técnicas

Apresentou média de 52%, com os grupos UD e EPP registrando maior importância (65%) e menor no EPS (28%) de forma atípica pelas funções que desenvolve.

- Economia, Marketing, Finanças.

No limite do grupo (52%) pela média, com o grupo UB registrando menor importância (43%), ou seja, tipo 3

- Estrutura/Integração e Desenvolvimento de Sistemas, Administração de Sistemas de Produção.

Colocado nesta faixa mesmos com média geral dos grupos em cerca de 50%, devido ao registro de percentual atípico para o grupo EPS (62%).

- Telecomunicações

Embora apresente um percentual na média com de 49% de muito importante, teve no GC um significativo percentual (60%), provavelmente associado à possibilidade de novos negócios, e o baixo percentual atribuído pelos originados de UC (36%) influenciou muito a média geral.

### **Conhecimentos TIPO 3**

- Planejamento e Estratégia Empresarial

Apresentou média de 50%, com registro de 63% para EPP, que já poderia ser considerado como TIPO 2, embora os grupos UB (37%) e EPA (33%), o conduziram para o terceiro nível.

- Negociação e Gestão de Contratos

Média de 44%, com registro do grupo EPP de 57%.

- Ciências da Engenharia: Mecânica, Resistência dos Materiais, Fenômenos de Transporte, Modelagem de Sistemas de Potência: Geração, Transmissão e Distribuição de Energia, Análise de Sistemas de Potência.

Diferentemente do que se esperava, é baixo o percentual do grau de importância dado às ciências da engenharia (cerca de 43% com pequeno aumento no grupo acadêmico, com 53%), que pode ser interpretado como uma migração de interesse direto do engenheiro elétrico para outras classes, tal como a “profissional geral”, que com outra roupagem está incluindo parte destes conhecimentos.

- Desenvolvimento de Recursos Humanos

Apresentou média de 40% com desvios significativos em GC (50%) e GT (29%).

- Modelagem Matemática Avançada de Sistemas de Energia

Apresentou média de 40% de muito importante, com maior valorização no EPA (52%), por óbvias razões, e menor nas estatais (EPE 31%).

- Aspecto Jurídicos e Legais

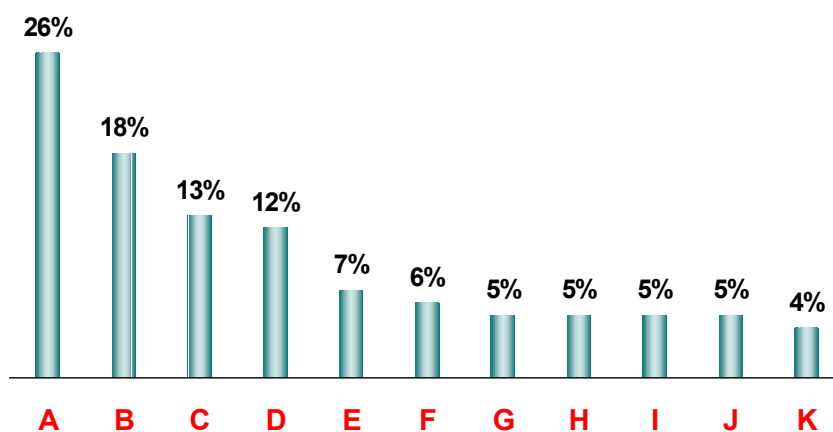
Percentual médio de 34%, com registro de menor importância pelo grupo EPA (25%).

Filosofia e Sociologia, e Psicologia, apresentaram baixos percentuais na categoria “muito importante” (27 e 16% respectivamente).

## 6.2.2

### Matérias/Cursos de que nunca sentiu falta na vida profissional

Perguntados sobre as matérias que estudaram mas não utilizaram em sua vida profissional e as matérias/cursos que fizeram falta na vida profissional, responderam:



BASE = 264

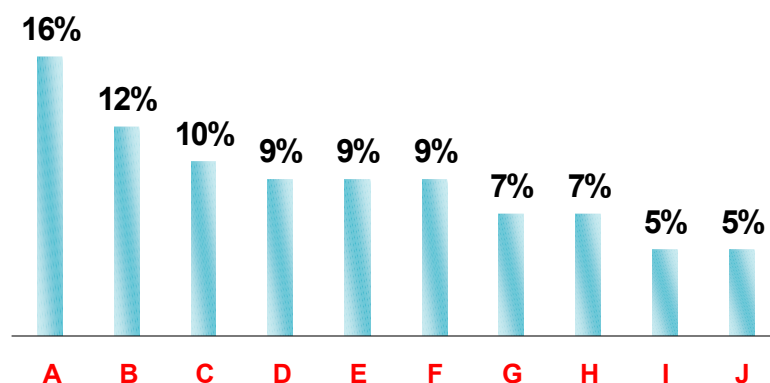
- A** NENHUMA/TODAS FORAM IMPORTANTES
  - B** MECÂNICA: GERAL/APLICADA/INDUSTRIAL/RACIONAL/DE ESTRUTURAS/DE MOTORES
  - C** RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS
  - D** QUÍMICA
  - E** ESTUDOS DE PROBLEMAS BRASILEIROS
  - F** GEOMETRIA DESCRITIVA
  - G** CÁLCULO/CÁLCULO AVANÇADO/DIFERENCIAL/NUMÉRICO
  - H** GEOLOGIA
  - I** TOPOGRAFIA
  - J** CADEIRAS RELIGIOSAS/CULTURAIS
  - K** FÍSICA NUCLEAR/ESPACIAL/MÉTODOS MATEMÁTICOS DA FÍSICA
- RESPOSTAS MÚLTIPLAS

Outras respostas com percentual menor que 4% são apresentadas no anexo.

As respostas apresentam coerência quando comparadas com a importância dos conhecimentos necessários anteriormente ressaltados, com os principais itens acima (B, C e D) associados às ciências da engenharia classificado como conhecimento tipo 3.

### 6.2.3

#### Matérias/Cursos que fizeram falta na vida profissional\*



BASE = 280

- A**    **INFORMÁTICA/PROCESSAMENTO DE DADOS/HARDWARE/SOFTWARE/REDE**
- B**    **LÍNGUAS/INGLÊS/INGLÊS TÉCNICO/FRANCÊS/ESPAHOL**
- C**    **ADMINISTRAÇÃO GERAL/ADMINISTRAÇÃO DE PESSOAL**
- D**    **CAPACITAÇÃO EM GERÊNCIA/TÉCNICAS GERENCIAIS/ LIDERANÇA**
- E**    **ECONOMIA/EMBASAMENTO DE ECONOMIA**
- F**    **FINANÇAS/ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA/ENGENHARIA FINANCEIRA**
- G**    **RELAÇÕES INTERPESSOAIS/SOCIAIS/FATORES HUMANOS/PERFORMANCE/ÁREA COMPORTAMENTAL**
- H**    **ELETRÔNICA/ELETRÔNICA LINEAR/SISTEMAS DIGITAIS/AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**
- I**    **DIREITO: BÁSICO/TRIBUTÁRIO/LEIS/LEGISLAÇÃO/ASPECTOS LEGAIS**
- J**    **NENHUMA**

\* RESPOSTAS MÚLTIPLAS

O item A já foi objeto de diagnóstico anterior, aqui referendado inclusive como suporte aos conhecimentos tipo 1 e 2, além do registro de importância da Tecnologia da Informação.

O item B foi valorizado com conhecimento tipo 1, que aumenta a importância da ausência.

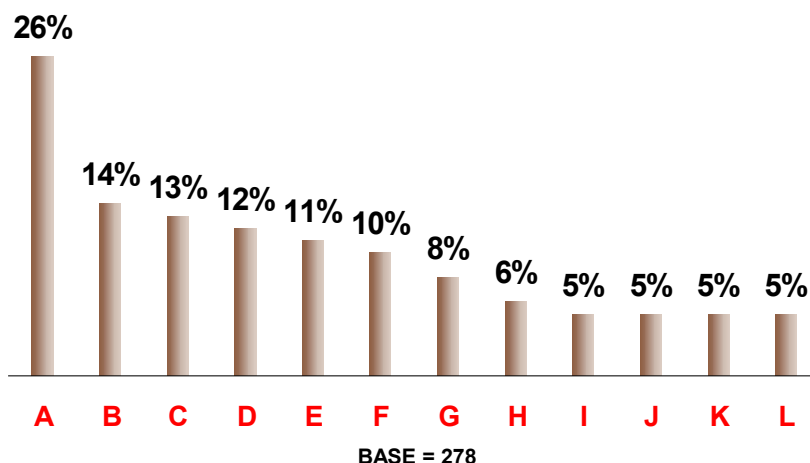
Os itens C, D, E, F e G, foram aqui apontados com elevado percentual dos que fizeram falta, que indica uma necessidade de abordagem especial sobre estes tópicos.

#### **6.2.4**

#### **Matérias que deveriam ser incluídas na graduação\***

Perguntados sobre que matérias deveriam ser incluídas na graduação e nas pós-graduação responderam:





- A** INFORMÁTICA/DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE/REDE/INFORMÁTICA APLICADA À ENGENHARIA
- B** GESTÃO DE PESSOAS/GESTÃO DE PROCESSOS/LIDERANÇA
- C** ADMINISTRAÇÃO/ADMINISTRAÇÃO DE MARKETING/PENSAMENTO ADMINISTRATIVO
- D** LÍNGUAS/INGLÊS/ESPANHOL
- E** RELAÇÕES HUMANAS/RELACIONAMENTO INTERPESSOAL/DINÂMICA DE GRUPO/COMPORTAMENTO
- F** ECONOMIA/MICROECONOMIA
- G** PORTUGUÊS
- H** COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA/TÉCNICAS DE NEGOCIAÇÃO/FORMAÇÃO DE PREÇOS/IMPOSTOS
- I** FINANÇAS/ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA
- J** AUTOMAÇÃO/CONTROLE/ROBÓTICA
- K** QUALIDADE/QUALIDADE DA ENERGIA/QUALIDADE E PRODUTIVIDADE/FERRAMENTAS DA QUALIDADE
- L** DIREITO/DIREITO BÁSICO/LEIS/LEGISLAÇÃO/DIREITO TRABALHISTA

- RESPOSTAS MÚLTIPLAS

O item A, com elevado percentual de respostas, mantém coerência tanto com as matérias que fizeram falta na vida profissional, como pelo perfil médio dos entrevistados que apresentaram este vazio na sua formação. A inclusão na graduação possibilitará o suporte para uma gama de disciplinas específicas.

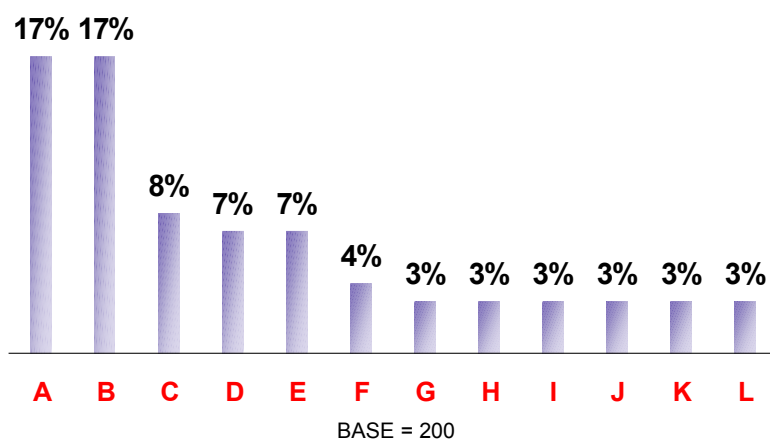
Os itens B, C, D, E e F apresentaram percentual significativo, embora considerados como conhecimentos tipo 2 e 3, na grande maioria, que leva a abordagem adicional associada à pedagogia, por exemplo sendo ministrados como disciplinas ou avaliados em “cases“ ou até mesmo formando um conjunto tipo empreendedorismo, já aplicado em algumas universidades.

Abordagem similar pode ser estendida aos itens G, I e L, aqui adicionada outra opção de atendimento: a pós graduação.

Quanto aos itens H, J e K, seria mais indicado sua abordagem na pós-graduação como tópico avançado.

### 6.2.5

#### Matérias que deveriam ser estudadas na pós-graduação, depois de alguma experiência\*



- A** TÓPICOS AVANÇADOS/ESPECIALIZADOS/APROFUNDAMENTO DA TEORIA LIGADA À PRÁTICA
- B** CAPACITAÇÃO EM GERÊNCIA/ORGANIZAÇÃO/ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS/PESSOAS
- C** DEPENDE DA NECESSIDADE DE CADA UM/DISCIPLINAS VOLTADAS PARA A ÁREA DE ATUAÇÃO/ADEQUADAS À FUNÇÃO
- D** ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA/FINANÇAS/NEGOCIAÇÃO
- E** ECONOMIA/ECONOMIA AVANÇADA/ENGENHARIA ECONÔMICA
- F** NENHUMA/PÓS É UM 'PLUS'/NÃO DEVE SER UMA NECESSIDADE DO MERCADO
- G** SISTEMAS DE POTÊNCIA/EXPANSÃO/ESTABILIDADE DE SISTEMAS DE POTÊNCIA
- H** MÉTODOS DE PESQUISA/PESQUISA OPERACIONAL/PESQUISAS CORRENTES
- I** NÃO É NECESSÁRIO SEGREGAR/TUDO DEVE SER MOSTRADO NO BÁSICO/DIFERIR GRAUS DE APROFUNDAMENTO
- J** TODAS ESPECÍFICAS À ESPECIALIZAÇÃO/INOVAÇÃO TECNOLÓGICA/CRIAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS
- K** PROJETOS DE EQUIPAMENTOS/ATERRAMENTO DE SUBESTAÇÕES
- L** QUALIDADE NA GERAÇÃO/OPERAÇÃO/TRANSMISSÃO/DISTRIBUIÇÃO/COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA

• RESPOSTAS MÚLTIPLAS

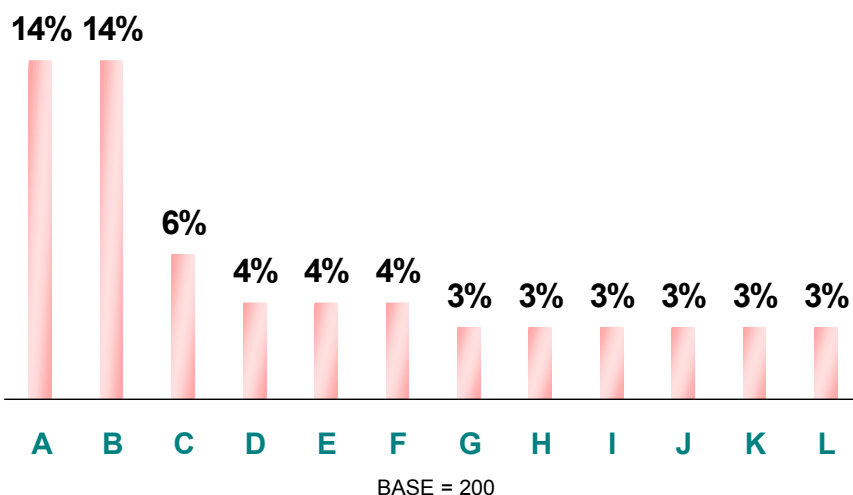
Os itens B, D e E apareceram na lista da graduação e da pós-graduação, com esta situação limítrofe em um ou outro momento ou menor ou maior aprofundamento do conteúdo. Os demais itens têm perfeita aderência a pós graduação.

Na análise conjunta dos itens 6.2.3, 6.2.4 e 6.2.5, observa-se uma boa coerência entre matérias que sentiu falta na vida profissional e sugestões de serem contempladas, a maior parte na graduação e poucas situações limítrofes ser ou não cursadas na pós-graduação.

### 6.3

#### Sugestões para otimização do atual sistema de formação do engenheiro elétrico

Apresentaram as seguintes sugestões para otimização do atual sistema de formação do engenheiro elétrico:



- A** AUMENTO DE AULAS PRÁTICAS/ESTÁGIOS NO 1<sup>o</sup>. ANO/CICLO PROFISSIONALIZANTE C/ ENFOQUE NA PRÁTICA/VISITAS TÉCNICAS
- B** VÍNCULO/INTERCÂMBIO ENTRE UNIVERSIDADES/EMPRESAS/TREINAMENTO NO PAÍS/EXTERIOR PARA CONSOLIDAÇÃO DA TEORIA
- C** ESTÁGIOS OBRIGATÓRIOS/EDUCAÇÃO CONTINUADA/ATUALIZAÇÃO PERIÓDICA
- D** REDUÇÃO DO CICLO BÁSICO/APROFUNDAMENTO NA PÓS-GRADUAÇÃO/AUMENTO DAS MATÉRIAS TÉCNICAS
- E** UNIVERSIDADES ON-LINE/VIRTUAIS PARA CURSOS DE EXTENSÃO/ENSINO VIA INTERNET

- F** INTEGRAÇÃO DO CURSO À SOCIEDADE/VOLTADO P/ O QUE O PROFISSIONAL ENCONTRA NO MERCADO/ADAPTAÇÃO AO MERCADO
- G** CONTINUAÇÃO DA REFORMULAÇÃO CURRICULAR/INCLUSÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS/REVISÃO DE DISCIPLINAS
- H** INVESTIMENTO/MELHORIA DOS LABORATÓRIOS/LABORATÓRIOS PATROCINADOS POR EMPRESAS LÍDERES
- I** PROFESSORES EXPERIENTES/BEM REMUNERADOS/ATUALIZADOS/VALORIZADOS/COM ATUAÇÃO NO MERCADO DE TRABALHO
- J** INCLUSÃO DE DISCIPLINAS DA ÁREA DE CIÊNCIAS HUMANAS/DIREITO/ADMINISTRAÇÃO/GERÊNCIA DE RECURSOS HUMANOS
- K** ÊNFASE EM ECONOMIA/ENGENHARIA ECONÔMICA/CADEIRAS LIGADAS À ÁREA DE ECONOMIA/MERCADO
- L** CONFERÊNCIAS/PALESTRAS/TRABALHOS DE GRUPO/DEBATES/WORKSHOPS COM PROFISSIONAIS DO MERCADO

Os Grupos GC e GT apresentaram pequenas variações nesta ordem, ressaltando-se apenas que entre as dez primeiras sugestões não foi incluído os itens E e F para o primeiro e o item H para o segundo, que mostra uma boa convergência nas sugestões.

Os itens A e B, voltados à consolidação da teoria através da prática, tiveram elevado percentual e muito superior aos demais. A ausência ou necessidade de maior ênfase à parte prática também foi registrado em outros países, conforme pode ser observado na visão internacional, que demonstra a necessidade imediata ação, tanto na implementação de laboratórios (de todos os tipos: eletrônicos, elétricos de “cases”, etc.) nas universidades, como na consolidação de parcerias academia/indústria de energia elétrica para desenvolvimento de ações no mercado como suporte e consolidação da teoria.

Esta ação de complementação de formação, como observado em universidades do Reino Unido, podem até levar que laboratórios de universidades sejam alocados nas empresas ou que as universidades tenham os laboratórios das empresas no desenvolvimento de projetos com consolidação de conhecimentos.

O item C é mais um reforço nos itens A e B, e os demais são boas sugestões de melhoria.

## 6.4

### Habilidades requeridas

As habilidades apresentadas para os engenheiros elétricos tiveram elevado percentual de reconhecimento como muito importante em todos os segmentos, com apenas duas alcançando percentuais abaixo de 79%. Foram divididas em três agrupamentos: (1) gerenciais e administrativas, (2) pessoais e interpessoais e (3) técnicas.

#### 6.4.1

##### Gerenciais e administrativas

Apresentaram percentuais entre 94 % e 82 %, na seguinte ordem decrescente:

- Autonomia/Iniciativa
- Administrar recursos (tempo, dinheiro, pessoas, materiais e instalações)
- Visão estratégica (externa e interna à empresa)
- Capacidade de articulação
- Visão sistêmica
- Capacidade de mobilização

#### 6.4.2

##### Pessoais e interpessoais

Apresentaram percentuais entre 98 % e 85 %, na seguinte ordem decrescente:

- Responsabilidade
- Enfrentar problemas, "saber se virar"
- Capacidade de auto-aprendizado e aperfeiçoamento contínuo
- Sociabilidade e capacidade de trabalho em equipe
- Capacidade de expressão oral, escrita e icônica
- Uso da língua estrangeira

- Liderança

### 6.4.3

#### Técnicas

Apresentaram percentuais entre 97 % e 79 %, na seguinte ordem decrescente:

- Capacidade de utilizar novas tecnologias, visualizando com criatividade
- Leitura, interpretação e expressão por meios gráficos
- Capacidade de obtenção, avaliação, sistematização e uso de informações
- Visão crítica de ordens de grandeza
- Aplicações de conhecimentos teóricos multidisciplinares a questões práticas
- Equacionamento e modelagem de problemas.
- Normas Técnicas
- Coordenação, planejamento, operação e manutenção de sistemas elétricos

Criação e utilização de modelos aplicados a dispositivos e a sistemas eletromagnéticos, com 55% e Aspectos Jurídicos e Legais com 43%, foram objeto de pouco interesse.

As habilidades pessoais e interpessoais parecem ser o *motu* destas indicações. São habilidades desligadas de conteúdos, cuja formação depende mais da educação geral através de treinamento específico como estudo de caso, trabalhos de grupo, oficinas, etc, onde aparece a grande importância da didática.

As habilidades gerenciais e administrativas ficam no meio termo, necessitando tanto da parte acima descrita, como de um conjunto de conhecimentos específicos já anteriormente valorizados.

Curiosamente, as habilidades técnicas são vistas como menos importantes e dentro delas as tecnológicas foram as menos priorizadas, merecendo aprofundamento na análise, principalmente pelo binômio priorizar conhecimentos técnicos mas não priorizar habilidades técnicas.

Ressaltamos importantes aspectos já abordados no capítulo 5, relativos à noção de competência. A primeira é que ela supõe conhecimentos fundamentados e que considera-se que não há competência total se os conhecimentos teóricos não forem acompanhados das demais qualidades que permitam executar as decisões sugeridas. A segunda linha filosófica defende competência como o saber mobilizar conhecimentos e qualidades para fazer frente a um dado problema.

A primeira tem um ciclo completo: saber e fazer, e a segunda: deve saber mas não necessariamente precisa fazer, podendo esta etapa do ciclo ser completada por outro.

A resposta dos entrevistados resume a defesa da segunda filosofia.

Este engenheiro defendido pela maioria dos entrevistados mostra uma mudança no perfil dos integrantes da Indústria de Energia Elétrica: onde até pouco tempo nos encontros dos comitês técnicos, grupos coordenadores, seminários, etc, se visualizava o outro perfil e as universidades que abrigavam estes profissionais (principalmente similares ao Grupo UB) se sobressaíam com conhecimentos eminentemente técnicos, atualmente, os encontros que debatem os grandes problemas, os aspectos e os profissionais que se destacam são aqueles do novo perfil associados às Universidades tipo UA.

Também não deve ser deixado de observar a estrutura mundial industrial e a globalização, que tem o processo construtivo com as soluções concentradas em poucos centros para os diferentes assuntos, fazendo com que no resto do mundo o projeto, pesquisa e construção fiquem voltados ao processo fabril da planta e na otimização do seu uso.

Este é um grande desafio para todos os estudiosos e para a Academia com um todo: vislumbrar a periodicidade deste ciclo para planejar a formação contínua de nossos engenheiros.

## 6.5

### Atitudes profissionais

Apresentaram elevado percentual (91%) em todos os itens, aqui listados em ordem decrescente:

- Postura ética profissional
- Responsabilidade social e ambiental
- Abertura para diálogos e mudanças
- Responsabilizar-se por seus erros e por suas decisões
- Aceitar desafios
- Ter iniciativa, ser empreendedor
- Promover um clima de segurança e participação
- Compromisso com auto-gerenciamento de sua formação
- Assumir seu próprio futuro.
- Estar sintonizado com os objetivos, políticas e estratégias da empresa
- Admitir trabalhar sob incertezas, ser seguro de si mesmo

Este conjunto de atitudes profissionais hoje é defendido para todos os profissionais, e se torna de grande relevância para os engenheiros pelo tipo de perfil desejado, onde estes atributos levam ou não ao sucesso das ações, conforme se observou nos itens anteriores. O alto percentual registrado é muito significativo. Os saberes eruditos e os ensinados devem se somar para contemplar estas atitudes para os profissionais da indústria de energia elétrica.



## Conclusões e recomendações

Relembrando, o objetivo desta tese é indicar um perfil de formação para o engenheiro elétrico/eletricista neste novo século a partir da opinião do mercado de trabalho. O primeiro resultado da pesquisa tende a por em perspectiva o que seria essa opinião. Há de fato a opinião de um "mercado de trabalho", ou estaremos apenas reificando um objeto abstrato sem entidade social?

Se, de fato, os engenheiros elétricos/eletricistas encontram emprego em determinados setores industriais, o diagnosticado foi que a opinião dos engenheiros trabalhando em um dos setores – o setor elétrico, onde se espera que a qualificação destes engenheiros encontre sua aplicação – não é uniforme, e sequer existe uma opinião hegemônica. A opinião está mais associada à formação inicial do engenheiro e a particularidades de seu cargo e função que a uma visão geral do Setor, ou à percepção de mudanças hodiernas e futuras, como as indicadas nas análises do sub-programa REENGE e dos diferentes programas nacionais e internacionais de reforma do curso de engenharia ora em desenvolvimento.

Mais explicitamente, apareceram duas visões sobre perfis de formação, que citaremos como:

**Engenheiro tecnológico**, com forte preponderância da formação técnica, onde o conhecimento técnico dos sistemas de potência é o centro da formação: estudos sobre o comportamento operacional dos equipamentos, a análise dos sistemas elétricos, os aspectos operativos (normas e procedimentos) e a programação da operação;

**Engenheiro REENGE**, definido no texto lançador deste sub-programa, que está reproduzido a seguir juntamente com a argumentação apresentada: “Há que se levar em consideração que embora os fundamentos tecnológicos, específicos de cada área, lastreados por sólido embasamento científico e matemático, são e continuarão a ser o núcleo central do preparo intelectual dos profissionais, estes agora trabalham num ambiente complexo, mutável com grande rapidez, e no qual

suas realizações são às vezes limitadas mais por considerações sociais do que pela capacidade técnica. Estes profissionais devem ter sua educação levando em conta os contextos social, econômico e político, envolvidos na prática profissional. Diante da internacionalização das culturas, anteriormente regionais, da globalização da economia e de produção de bens e de serviços, e da planetarização dos países menos desenvolvidos em torno de poucas e fortes lideranças científicas e tecnológicas, não é possível pensar-se apenas localmente, o que exige do mesmo o entendimento de outras culturas, principalmente idiomas e ambiências nas quais ocorre a produção. Eles devem ser empreendedores e estarem preparados para trabalhar em equipe, gerenciar complexos empreendimentos que podem envolver muitos indivíduos, mas também uma empresa de uma só pessoa: eles mesmos. Deve estar claro que profissionalmente o futuro imediato e longínquo, depende de sua capacidade contínua de conhecimento face ao vertiginoso avanço das tecnologias, crescentemente apoiadas em descobertas científicas".

A divisão da opinião dos profissionais consultados foi demarcada com a classificação "GC, GT e GN".

O Grupo Tecnícista (GT) defende a formação do engenheiro tecnológico. É mister lembrar as principais características deste grupo: a maior parte graduou-se nas universidades tipo UC e UD; pós graduação abaixo da média dos demais grupos; não tem grande conhecimento de como ocorre a formação dos atuais engenheiros, e a maior parte trabalha em empresas privadas produtivas exercendo atividades técnicas.

O Grupo Crítico (GC), que por definição conhece como ocorre a formação dos atuais engenheiros, e a considera (alto percentual) fraca e desatualizada, e defende a formação de um engenheiro mais orientado para a gerência e o mercado, mais próximo do engenheiro REENGE. Os seus membros estão distribuídos pelas diferentes seções do setor elétrico, incluindo aqui as universidades. As principais características deste grupo são: tem significativamente origem nas universidades do grupo UA, apresentam elevado percentual de realização de pós-graduação, elevado índice de atualização em seminários/congressos/simpósios; tem similar representatividade nos segmentos

de trabalho EPE, EPP e EPU, e pertencem aos grupos funcionais GFC e GFA, quase que na mesma proporção

Uma importante coorte deste grupo ocupa o atual comando - GFC do setor elétrico ( a coorte obtida por intercessão de GC e GFC com a academia é pouco significativa).

A característica deste grupo – GFC é a origem nas instituições de graduação tipo UB. Boa parte dele se formou na década de 70, e, coerentemente, com significativo percentual de pós-graduados. O grupo GFC divide-se, aproximadamente pela metade entre conhecer e não conhecer a formação atual dos engenheiros – o que impede avaliar com precisão suas considerações sobre o assunto e suas sugestões de melhoria.

Entretanto, as sugestões de melhorias mais indicadas por este grupo vão ao encontro da tendência de embasamento científico sugerida pelas Diretrizes Curriculares e por este estudo prévio – indicando que as necessidades prementes e imediatas do mercado apontam na mesma direção.

Fica claro que o conceito “opinião de mercado de trabalho” foi desconstruído em diversas opiniões subordinadas a um conjunto de fatores: a universidade de origem e a época de graduação, a realização e o local de pós graduação, a função e a atividade exercidas, a característica da empresa de trabalho e demandas advindas.

Estas opiniões são de grande importância, devendo ser qualificadas ou relativizadas, sendo esta obrigatória “decodificação” um importante insumo para a definição dos perfis de formação dos engenheiros.

As discussões e resultados do REENGE tiveram forte participação do meio acadêmico e pouco envolvimento de outros setores. Com esta pesquisa junto a este público, um conjunto adicional de informações sobre o assunto foi obtido, levando a uma mudança de valores até então subestimados, exemplo: segurança a qualquer custo versus segurança e eficiência com custos compatíveis.

O perfil do novo engenheiro eletricitista do início do século XXI contempla nos seus atributos mais do que os conhecimentos clássicos requeridos até agora. A sociedade atual exige muito mais do profissional.

Este engenheiro, para se tornar competente, precisa saber mobilizar os conhecimentos adquiridos com a passagem dos saberes (escolares e eruditos) através de um conjunto de habilidades (genéricas e específicas) e de corretas atitudes.

Os conhecimentos para a formação do engenheiro elétrico apareceram com uma clara classificação da importância: o conhecimento técnico geral na área de Sistema de Potência à frente, seguido dos conhecimentos técnico-científicos necessários para compreendê-los, do mais particular ao mais geral; depois a formação técnica lateral (Ciências da Engenharia), e a seguir os conhecimentos de formação técnico-científica geral; depois questões econômicas, comerciais, organizacionais, e conhecimentos sobre RH.

Conforme se observou nas respostas dos diferentes públicos alvos, o local de trabalho influencia sobremaneira o grau de necessidade e de importância dadas aos conhecimentos, o que deixa aos decisores dos currículos o papel de entender estas demandas e estabelecer mecanismos para atender estas particularidades.

O problema do estudante é aumentar sua chance de encontrar trabalho ("empregabilidade"), o que o leva a preferir perfis de formação mais abertos, na direção do engenheiro REENGE, ou mesmo do engenheiro de produção elétrica.

O problema acadêmico é o de formar um engenheiro com o perfil indicado, lembrando que haverá divisão de tarefas entre escolas diferentes (perfis adaptados a seu mercado particular e à sua história) e entre formação inicial e formação continuada.

A composição dos currículos dos cursos de engenharia tem sido feita a partir da opinião de comitês de especialistas, exposta a crítica informal de associações e de escolas, sem ouvir objetivamente o mercado de trabalho. Se, de um lado, não é desejável entregar o desenho dos cursos ao mercado de trabalho,

por outro lado este deve ser levado em consideração, dado que cursos de engenharia são, por definição, profissionalizantes. O risco de ignorar esta importante opinião é o de preparar engenheiros frustrados e frustrantes, que se entrarem no mercado de trabalho deverão passar por período de retreinamento, não como continuo aperfeiçoamento e sim como complementação da formação.

A montagem do currículo deve considerar:

- Perfil de formação desejado, considerado o mercado de trabalho que pretende atingir;
- Possibilidades e história da escola;
- Possibilidades de estratégias didáticas frente à estrutura lógica do conhecimento a ser aprendido, e das habilidades e atitudes a serem desenvolvidas.

O esboço geral da graduação deverá contemplar inicialmente as Ciências Básicas, seguidos das Ciências das Engenharias, Formação Geral e Profissional Geral.

É mister salientar os aspectos da pedagogia e didática a serem utilizados. As Habilidades a serem desenvolvidas ou aperfeiçoadas, e as Atitudes a serem valorizadas, além dos saberes a serem transmitidos, tem que ser contemplados através de processo de vivenciamento, jogos, além de métodos tradicionais de ensino.

As habilidades gerenciais e administrativas foram as mais valorizadas, seguidas das pessoais e interpessoais. As habilidades tecnológicas são vistas como menos importantes na lista de habilidades, invertendo a ordem da lista de conhecimentos. Responsabilidade e autonomia/iniciativa parecem ser o *motu* destas indicações. São habilidades desligadas de conteúdos, cuja formação depende mais da educação geral que de treinamento específico, sendo esta uma sugestão aos cursos de engenharia.

As atitudes foram todas julgadas igualmente importantes, a opinião verificada seguindo o *motu* acima.

As variáveis explicativas "tipo de formação" e "tipo de empresa" foram testadas contra os resultados, aparecendo uma fraca correlação entre graduação em universidades de pesquisa, trabalhar em empresa estatal e dar importância a conhecimentos e habilidades orientados para a pesquisa e a autonomia. Apareceu também uma correlação entre trabalhar em empresas privadas e dar importância a conhecimentos técnicos sobre equipamentos e redes, realizar e implantar projetos, e comercializar energia. Dada a atual divisão de atividades entre empresas privadas (distribuição de energia) e estatais (geração, transmissão e operação do sistema), e a maior presença de graduados em universidades de pesquisa nas empresas estatais, fica difícil separar a influência destas variáveis explicativas.

Uma conclusão possível é a da existência de sub-carreiras implícitas no setor elétrico, todas exigindo conhecimento técnico. Uma seria mais voltada para a gestão, planejamento geral e projeto inovador, a formação dada nas universidades de pesquisa sendo a mais apropriada. Outra seria mais voltada para o projeto e execução técnicos, com suas peculiaridades (como o trabalho em equipe), sendo uma formação de cunho mais técnico apropriada.

Outra conclusão é que algumas habilidades e conhecimentos deveriam ser adquiridos apenas em cursos de pós-graduação, depois de uma boa base técnica adquirida no curso de graduação e de alguma experiência empresarial.

Uma terceira conclusão é que a organização dos conteúdos dos cursos deve atender à ordenação sugerida para os conhecimentos, as habilidades e atitudes sendo desenvolvidas pela escola usando outras metodologias.

A relação entre a formação em universidades de pesquisa e a progressão profissional, que polarizaria a relação da primeira com as atividades e conhecimentos empresariais, deverá ser testada no futuro, estudando-se melhor sua correlação. O conjunto de conclusões deverá ser reverificado no término da campanha, visto haver ainda uma pequena presença de funcionários de FURNAS e da PUC-Rio na população entrevistada. Finalmente, cabe dizer que as conclusões, mesmo verificadas sem margem de erro, não devem nortear exclusivamente a escolha dos currículos universitários. As conclusões devem ser criticadas frente às vicissitudes históricas do setor, que, seguramente, influenciam

as opiniões, e frente a uma visão de futuro - tema da pesquisa mencionada na Introdução - e à política nacional ainda a ser traçada.

O grande problema do ensino de engenharia para atingir o perfil de formação do engenheiro empreendedor de base científica consiste em manter as vantagens do perfil do engenheiro científico, ampliando a formação na direção gerencial e na cultural & ética. Esta é uma pretensão inalcançável, mantido o tempo de formação (5 anos) e o mesmo tipo de formação científica e tecnológica que era ministrada anteriormente, usando técnicas didáticas seqüenciais e o conceito de conhecimento a elas associadas: domínio da teoria e das metodologias e algoritmos disponíveis em todo o conjunto de assuntos de interesse, da base científica à aplicação final, o ensino da teoria completa sempre antecedendo sua aplicação. Este perfil torna-se ainda mais pretensioso quando se observa que há uma exigência geral de aproximação com a prática, através da participação do aluno em projetos (conjuntos com a Indústria) e em estágios (controlados pela universidade), única forma de criar atitudes empreendedoras e de aproximar "teoria" e "prática", afora ser esta uma exigência à nova universidade produzindo conhecimento na e para a sociedade.

Três saídas podem ser apresentadas para este problema.

Primeiro a mudança do conceito de conhecimento: passar do conhecimento visto como o domínio de áreas teóricas, a aplicação como mera instância de um *corpus* teórico, para o conhecimento como a capacidade de reconhecer problemas e buscar informações e metodologias onde quer que elas estejam.

Isto é, passar de um pretenso domínio do estado da arte e do estado das técnicas, vendo o segundo como aplicação do primeiro, para a capacidade de consulta, pesquisa e aprendizado de novos conhecimentos. Nesta segunda hipótese, a cobertura detalhada de uma área do conhecimento é substituída pelo ataque a problemas exemplares que permitam a compreensão pelo uso dos conceitos fundamentais e de sua aplicação. Esta metodologia didática, dita concorrente, permite a aceleração do aprendizado e a cobertura (do que é necessário) de grandes áreas em tempo menor, dentro de uma atitude mais de acordo com o paradigma do engenheiro empreendedor de base científica.

Segundo, a passagem de uma formação "completa" na graduação para uma formação contínua, começando na graduação, de forma um tanto generalista, visando bases, atitudes e vivências exemplares, e continuando por cursos de extensão (educação continuada) mais especializados, voltados para a necessidade do momento (a nova tecnologia, a falha no conhecimento anterior) e da empresa. Naturalmente, este caminho exigirá que as escolas de engenharia ofereçam estes cursos, não mais no formato da pós-graduação tradicional, mas em formato mais apropriado às novas necessidades.

Terceiro, nem todas as escolas de engenharia devem seguir o mesmo perfil de formação. Como ocorre na França, cada escola definirá o seu perfil próprio, algumas mais gerenciais, outras mais tecnológicas, outras mais científicas (algumas fornecendo várias opções de formação), de forma a atender às exigências do mercado de trabalho. Eventualmente, as especialidades podem ser declaradas: uma escola mais voltada ao uso de biotecnologia, outra à manutenção e equipamento de sistemas energéticos, outra ao planejamento nesta área, etc. O problema aparece: como distribuir os diferentes perfis de formação entre as escolas de engenharia do país, de forma a atender as necessidades regionais e nacionais sem o desperdício de recursos? Como fazê-lo sem enrijecer o sistema de ensino, deixando espaço às iniciativas das escolas e à influência do mercado, sem que todas as escolas, buscando segurança, disputem o mesmo público, oferecendo só o perfil mais procurado (formação gerencial)?

Faz-se necessário mudar o sistema de formação de engenheiros, ancorado, no Brasil, em cursos de graduação supostos completos, com oferta selvagem (e não credenciada) de cursos de extensão, e complementado por cursos de pós-graduação voltados para a formação de pesquisadores e professores acadêmicos (Mestrado e Doutorado). A tentativa da CAPES de criar os mestrados profissionalizantes (Portaria nº 80/99 de 16/12/98 da CAPES) ainda está mal ajustada, mas aponta nesta direção, exigindo que tais mestrados sejam orientados para o interesse de empresas, com "caráter de terminalidade".

Observe-se que a situação brasileira é singular, pois só no Brasil exige-se legalmente a diplomação em cursos específicos para o exercício da profissão. Os órgãos de credenciamento profissional são oficiais e, naturalmente, burocráticos.



A LDB (Lei 9.394 de 20/12/96) caminha no sentido da liberação indicada acima, mas as diretrizes curriculares dos cursos de engenharia, exigidas pela Lei, ainda não foram anunciadas pelo MEC. A discussão nos Comitês de Especialistas do MEC foi e é intensa, sendo grande o embate dos defensores de um perfil genérico, e os defensores do perfil anterior, com especificação mais restritiva e obrigatória dos conteúdos dos cursos, sem prever diferenças por Escola. A solução encontrada foi a mais apropriada para o momento.

A Resolução 11 da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, de 11 de março de 2002, institui as *Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação de Engenharia* que veio ao encontro dos anseios existentes. Ela define “os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros,..., para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições de Ensino Superior”.

Esta importante peça contempla a linha filosófica definida no trabalho, bem como a linha central abordada por parte significativa de integrantes da academia e do setor produtivo para o *Novo Engenheiro*.

Na resolução foi estabelecido como perfil do engenheiro: **“formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade”**, indo ao encontro da visão do novo profissional desejável.

Outro importante ponto abordado na Resolução é a introdução de *conhecimentos, competências e habilidades*. O artigo 4\* estabelece **“A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais”**...

O referencial teórico utilizado na pesquisa teve linha similar: Os saberes ensinados ao serem capturados (aprendidos) são transformados em

conhecimentos, e que com um conjunto de *savoir-faire* (no trabalho contextualizado como habilidades e atitudes) levam à competência.

O artigo 5\* da resolução CNE define “cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso....”. . Este ponto tem perfeita sintonia com as soluções apresentadas (terceiro item apresentado na página 87 como saída para o problema), onde concluímos que nem todas as IES devem seguir o mesmo perfil de formação.

Por fim os conteúdos contemplados nas diretrizes curriculares (básico, profissionalizante e específico) estão perfeitamente alinhados ao reportado na pesquisa.

Outros pontos a serem enfrentados para a implementação do perfil de formação para engenheiros empreendedores de base científica são:

- Contato com a prática da engenharia: laboratórios de ensino devidamente projetados, estágios e trabalhos em empresas (controlados pela Escola), projetos de engenharia dentro da escola (trabalhos de fim de curso, iniciação científica e tecnológica, cursos à base de projetos), contatos com a sociedade e seus problemas.
- Uso de novas metodologias didáticas: uso de redes de computadores e das ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona a elas associadas (correio eletrônico, Web, etc.), ensino baseado no Web e ensino à distância, metodologias didáticas usando desafios e/ou *hands-on*, ensino concorrente, ensino ativo & cooperativo.
- Desenvolvimento de material didático para as novas metodologias e conteúdos de forma racional e econômica.
- Novas formas de avaliação de alunos apropriadas à nova noção de conhecimento apresentada acima (ver [da Silveira & Scavarda, 1999]).
- Novas formas de avaliação de alunos, grupos de alunos, de disciplinas e de cursos (tema de uma das coalizões norte-americanas).

- Novas estruturas de cursos e de currículos, tornando "curriculares" os antigos trabalhos extracurriculares, agora integrantes obrigatórios da formação e correspondendo às novas noções sobre conhecimentos e competências: redimensionamento do uso do tempo e do espaço na Escola.
- Formação de empreendedores, tema de uma das coalizões norte-americanas, lema de várias das Escolas francesas.
- Nova estrutura universitária reunindo pesquisa & desenvolvimento conjunto com a Indústria e ensino continuado, assunto complexo para Universidades de Pesquisa por misturar o *ethos* do cientista ao *ethos* do industrial.
- Desenvolvimento de cursos de extensão para educação continuada, cobrindo e se adaptando com agilidade à expectativa do mercado, desenvolvimento de cursos de formação à distância.
- Formação de professores para atender aos novos requisitos e administrar as novas metodologias didáticas.
- Avaliação e incentivos para professores coerentes com a nova formação e a nova estrutura universitária.

A situação do Brasil é semelhante à de outros países , e que deve servir como indicador do que esta acontecendo ou que poderá acontecer. A introdução nas Universidades de flexibilidade curricular, cursos modulares, coalizões interdepartamentais, inter-institucionais e internacionais deve ser procurada.





## 9.

### Referências Bibliográficas

ABENGE, Propostas de Diretrizes Curriculares para a Educação em Engenharia no Brasil, Brasília: ABENGE, 1998.

ARANHA, J., Pimenta-Bueno, J. A, Scavarda do Carmo, L. C., da Silveira, Marcos A. Entrepreneurship Formation: The PUC-Rio Experience.

BARROS, A. A. A contribuição econômica da educação nas indústrias inovadoras – tese de doutorado, UFRJ (1977)

CAPES, *Relatório REENGE*, Brasília: CAPES, 1997.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE ENGENHARIA (CONFEA)/CREAs. DIRETRIZES CURRICULARES: *Uma Proposta do Sistema*. Brasília – DF, 1998.

da SILVEIRA, M.A. & Meirelles, Luiz A. & Silva, Maria Isabel P. - “Notas Sobre o Curso de Engenharia”, in *Nova Visão dos Cursos de Engenharia e suas Implicações na Universidade Moderna: uma Proposta da PUC-Rio*, Relatório Interno do Decanato do CTC, PUC-Rio, julho de 1995.

da SILVEIRA, M.A. & do Carmo, L.C.S., "Algumas Sugestões sobre a Avaliação de Cursos de Engenharia", *Anais do COBENGE 99*, UFRGN, Natal, setembro de 1999.

da SILVEIRA, M. A. & Do Carmo, L.C.S. & Parise, J.A. - "Comments on the Evaluation of Engineering Courses", *Proceedings of the ICECE99 at Rio de Janeiro*, agosto de 1999, CDROM, FEE/Universidade de Campinas, SP, 1999.

da SILVEIRA M. A, S. Z. GAMA, S. Z., L. A. MEIRELES, “Characterizing the Electrical Engineer's Profile for the Beginning of the 21st Century, Coupled with Suggestions for their Development Process”, *1998 Session Papers de la*

*37<sup>ème</sup> Session de la CIGRÉ* (Conference International des Grands Reseaux Electriques à Haute Tension), CDRom, Volume “Links Universidades – CIGRÉ”. Paris: CIGRÉ, 1998.

da SILVEIRA M. A, S. Z. Gama, S. Z., L. A. Meireles, “Characterizing the Electrical Engineer's Profile for the Beginning of the 21st Century, Coupled with Suggestions for their Development Process”, *1998 Session Papers de la 37<sup>ème</sup> Session de la CIGRÉ* (Conference International des Grands Reseaux Electriques à Haute Tension), CDRom, Volume “Links Universidades – CIGRÉ”. Paris: CIGRÉ, 1998.

da SILVEIRA, M.A., Scavarda do Carmo, L.C. (1999). Algumas Sugestões sobre a Avaliação de Cursos de Engenharia, *Anais do COBENGE 99*. Natal: UFRGN.

da SILVEIRA, M.A., Scavarda do Carmo, L.C., Parise, J.A. (1999). Comments on the Evaluation of Engineering Courses, *Proceedings of the ICECE99 at Rio de Janeiro*, Campinas: FEE/UNICAMP, CDROM.

DE OLIVEIRA, R. M. C. F. Metodologia para estudo do perfil do engenheiro eletricitista/eletrotécnico no setor de energia elétrica, dissertação de mestrado UFPe/EE, 2000.

do CARMO, L.C.S. do, Pimenta-Bueno, J.A., Aranha, J.A., Costa, T.S. da, Parise, J.A.R., Davidovich, M.A.M., da Silveira, M.A.; "The entrepreneurial engineer - a new paradigm for the reform of engineering education", *Proceedings of the ICEE97*, Vol. 1, Southern Illinois Un. at Carbondale, Carbondale, Illinois, USA, 1997, pp 398-408.

ELETROBRÁS “Perfis Prováveis para os Segmentos de Geração e Transmissão”, *Relatório GPI/EE-COPPE/UFRJ*, , Rio de Janeiro:, 1999.

F. ROPÉ, L. T. (orgs ). Saberes e Competências : O uso de tais noções na escola e na empresa. Tradução de P. C. Ramos e equipe do ILA?PUCRGS sob supervisão de J. Desaulniers. SP. Editora Papirus, 1994.

GAMA, S.Z, Saberes e Competências – Formação dos engenheiros – Trabalho de qualificação de tese (1999 )

ICEE - *Proceedings of the ICEE98*, CDROM, Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1998.

ICEE - *Proceedings of the ICEE99*, CDROM, Ostrava: Technical University of Ostrava, 1999.

ICEE - *Proceedings of the ICEE97*, 2 volumes, Southern Illinois Un. at Carbondale, Carbondale, Illinois, USA, 1997.

LESPINARD, F, Conferência plenária apresentada no ICEE99, Ostrava, 1999.

LONGO, W.P.y, *Programa de Desenvolvimento das Engenharias: Situação Atual*, Relatório FINEP, 1997.

LONGO, W.P.y, Educação Tecnológica no Mundo Globalizado, *Anais do 54 Congresso Anual da Associação de Metalurgia e Materiais*, Belo Horizonte, 1998.

LONGO, W.P., Rocha, I., Silva, M.H. T. da (2000). "Reengineering" engineering research and education in Brazil: cooperative networks and coalitions, *Science and Public Police*. Surrey, UK: William Page Pub., aceito para publicação.

LONGO, Wladimir Pirró. *Engenheiro 2001: A Nova Engenharia e o Ensino de engenharia no Brasil*. Fundação Alberto Vanzolini, 1998.

LONGO, W.P. *Engenheiro 2001: A Nova Engenharia e o Ensino de Engenharia no Brasil*. Vídeo conferência nº 01 Série em vídeo com 13 programas interativos, cada um com duas conferências seguidas de debate sobre temas atuais da engenharia, do ensino de engenharia e do desenvolvimento profissional. Fundação Carlos Alberto Vanzolini. 1998.

LUCENA, C. P. & Fuks, H. *Proceedings of the ICEE98*, CDROM, Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1998.



MEIRELLES, L. & da Silveira, M.A., Sumário da Experiência Brasileira, *Proceedings of the First International Seminar on Engineering Development Programs*, Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1995.

MEIRELLES, L. A., M. A. da Silveira, “Sumário da Experiência Brasileira”, *Preprints do First International Seminar on Engineering Development Programs*, pp. 174-182. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1995.

MEIRELLES, Luiz Antônio (org). *O engenheiro do Futuro: um estudo de Tendências Tecnológicas*. Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP 1997 (Gramado, RS).

MEIRELLES, L. A., M. A. da Silveira, “Sumário da Experiência Brasileira”, *Preprints do First International Seminar on Engineering Development Programs*, pp. 174-182. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1995.

PAVANI, A.M.B. *Proceedings of the ICEE99*, CDROM. Ostrava: Technical University of Ostrava, 1999.

PRADOS, J. W.. Engineering Education in the United States: Past, Present and Future. *Proceedings of the ICEE98*, Rio de Janeiro: PUC-Rio, CD-ROM, 1998.

PUC-Rio - *Proceedings of the First International Seminar on Engineering Development Programs*, Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1995.

REENGE, *Edital & Termo de Referência do PRODENGE/REENGE*, Rio de Janeiro: FINEP, 1995.

SCARVADA L. C., J. A. Pimenta-Bueno, M.A. da Silveira, L. C. G. Valente, “The Science Based Entrepreneurial Engineer - A New Vision for Engineering Education”, *Proceedings of the World Congress of Engineering Education and Industrial Leaders*, Vol III, 617-622. Paris: UNESCO, 1996 .

SCARVADA L. C., J. A. Pimenta-Bueno, J. A. Aranha, T. S. da Costa, J. A. R. Parise, M. A. M. Davidovich, M. A. da Silveira, “The Entrepreneurial Engineer

- A New Paradigm for the Reform of Engineering Education”, *Proceedings of the ICEE97*, Vol. I, 398-408. USA: Southern Illinois Un. at Carbondale, 1997.

SCARVADA do Carmo, L.C., Pimenta-Bueno, J.A., Aranha, J.A., Costa, T.S., Parise, J.A., Davidovich, M.A.M., da Silveira, M.A. (1997). The Entrepreneurial Engineer - A New Paradigm for the Reform of Engineering Education, *Proceedings of the ICEE97*, Vol. I. Carbondale, USA: Southern Illinois Un. at Carbondale, pp. 398-408.

SCARVADA, L. C., J. A. Pimenta-Bueno, M. A. da Silveira, L. C. G. Valente, “The Science Based Entrepreneurial Engineer - A New Vision for Engineering Education”, *Proceedings of the World Congress of Engineering Education and Industrial Leaders*, Vol III, 617-622. Paris: UNESCO, 1996 .

SCARVADA, L. C, J. A. Pimenta-Bueno, J. A. Aranha, T. S. da Costa, J. A. R. Parise, M. A. M. Davidovich, M. A. da Silveira, “The Entrepreneurial Engineer - A New Paradigm for the Reform of Engineering Education”, *Proceedings of the ICEE97*, Vol. I, 398-408. USA: Southern Illinois Un. at Carbondale, 1997.