



Evandro Mendes da Silva

**Perfis de Formação em Engenharia Elétrica:
Percepções dos Empregadores, Egressos,
Docentes e Discentes da PUC-Rio e UERJ**

Tese de Doutorado

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

Orientador: Marcos Azevedo da Silveira

Rio de Janeiro
Abril de 2008



Evandro Mendes da Silva

**Perfis de Formação em Engenharia Elétrica:
Percepções dos Empregadores, Egressos,
Docentes e Discentes da PUC-Rio e UERJ**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Dr. Marcos Azevedo da Silveira
Orientador

Departamento de Engenharia Elétrica – PUC-Rio

Dr. José Alberto dos Reis Parise
Departamento de Engenharia Mecânica – PUC-Rio

Dr. Jean Marie Alexandre Farines
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. José Carmello Braz de Carvalho
Departamento de Educação - PUC/Rio

Dr. Nival Nunes de Almeida
UERJ

Dr. Luiz Carlos Scavarda do Carmo
PUC-Rio

Dr. Vanderli Fava de Oliveira
UFJF

Prof. José Eugenio Leal
Coordenador Setorial do Centro
Técnico Científico

Rio de Janeiro, 17 de abril de 2008

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

Evandro Mendes da Silva

Graduou-se em engenharia elétrica na Universidade do Estado do Rio de Janeiro em 1994 e obteve o título de Mestre em Ciências em Engenharia Elétrica pela COPPE/UFRJ em 1997. É professor do Departamento de Eletrônica e Telecomunicações da Faculdade de Engenharia da UERJ e da Escola Naval.

Ficha Catalográfica

Silva, Evandro Mendes da

Perfis de formação em engenharia elétrica : percepções dos empregadores, egressos, docentes e discentes da PUC-Rio e UERJ / Evandro Mendes da Silva ; orientador: Marcos Azevedo da Silveira. – 2008.
170 f. : Il. ; 30 cm

Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

Inclui bibliografia

1. Engenharia elétrica – Teses. 2. Educação em engenharia. 3. Currículo. 4. Competências. 5. Perfil de formação. 6. Mercado de trabalho. I. Silveira, Marcos Azevedo da. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. IV. Título.

CDD: 621.3

A minha mãe (*in memoriam*).

Agradecimentos

Ao orientador Marcos Azevedo da Silveira, pelo estímulo e profissionalismo com que me apoiou nesses anos de pesquisa.

À PUC-Rio, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

À UERJ e à Escola Naval, pela licença concedida para a realização deste trabalho.

Aos professores que participaram da Comissão examinadora, por terem gentilmente aceito o convite.

A minha mãe (*in memoriam*), pelas demonstrações de amor incondicional, a meu pai e a meus irmãos.

Aos amigos Davi, Jorge Valério, Orlando, Janaina, Flávio Alencar, Alexandre Assis, José Alexandre, Karla e Marina, que contribuíram para a elaboração dos questionários desta pesquisa.

À amiga Marina, que despendeu várias horas de seu período de férias lendo e relendo o texto desta tese.

Aos gerentes, diretores e analistas de empresas, que despenderam parte do seu tempo para participar das entrevistas realizadas neste trabalho.

A todos os meus amigos e familiares, agradeço pela compreensão, pelo otimismo e pelo carinho dispensados a mim.

Resumo

Silva, Evandro Mendes da; Silveira, Marcos Azevedo da (Orientador). **Perfis de formação em engenharia elétrica: percepções dos empregadores, egressos, docentes e discentes da PUC-Rio e UERJ.** Rio de Janeiro, 2008, 170p. Tese de Doutorado. - Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho apresenta os conhecimentos, as competências e as atitudes importantes para o perfil do engenheiro eletricitista segundo a visão dos egressos (ex-alunos), dos professores, dos alunos com matrícula ativa (do curso de engenharia elétrica da UERJ e da PUC-Rio) e do mercado de trabalho que tem contratado estes egressos. A pesquisa com os egressos, os professores e os alunos realizou-se por meio de questionários no período de dezembro de 2006 a maio de 2007. O estudo com as empresas foi feito com entrevistas realizadas no período de outubro de 2007 a janeiro de 2008. As entrevistas foram realizadas após a análise dos questionários para que fosse possível expô-los à crítica, desvelando novas interpretações à luz da experiência profissional dos entrevistados. Por outro lado, comparando a diversidade dos pontos de vista coletados em entrevistas dinâmicas, foi possível caracterizar de onde falam os entrevistados - situando-os em relação às descrições existentes da prática e da organização industrial. A partir da análise dessas visões sobre o perfil do engenheiro e da engenharia contemporânea é apresentada uma fundamentação parcial (pois poucos setores empresariais foram considerados) do currículo por competências e das competências para a engenharia atualmente discutidas no contexto brasileiro, além de algumas sugestões de caminhos para a elaboração de um currículo de engenharia mais de acordo com as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia.

Palavras-Chave

Educação em engenharia, currículo, competências, perfil de formação, mercado de trabalho, engenharia elétrica.

Abstract

Silva, Evandro Mendes da; Silveira, Marcos Azevedo da (Advisor). **Engineering formation profiles: perceptions of employers, former students, teachers and students of PUC-Rio and UERJ.** Rio de Janeiro, 2008, 170p. DSc. Thesis – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This work presents the knowledge, competences and attitudes more relevant to the formation profile of electrical engineers following former students, students with active registration and teachers from UERJ and PUC-Rio electrical engineering courses, and also following the working market employing the former students. A survey was realized with former students, teachers and students of these courses between December 2006 and May 2007. Some interviews were realized with stakeholders from companies employing the former students between October 2007 and January 2008. These interviews were conducted after the analysis of the survey results to expose them to criticism from employers, to show new interpretations in the light of the actual professional experience. Moreover, comparing the diversity of points of view collected in the interviews, it was possible to characterize from where the respondents are talking - placing them in relation to the existing descriptions of industrial practice and organization. The analysis of these visions about the formation profile of nowadays engineers and contemporary engineering is presented as a partial fundamentation (because few industrial sectors were considered) for the engineering curriculum developed by competences currently discussed in the Brazilian context, as well as for some suggestions about ways to establish an engineering curriculum in line with the current National Curriculum Guidelines for engineering courses.

Keywords

Engineering education, curriculum, competences, formation profile, working market, electrical engineering.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	16
1.1. MOTIVAÇÃO	16
1.2. OBJETIVOS	19
1.3. CONTRIBUIÇÃO DA TESE	21
1.4. DESCRIÇÃO DO TRABALHO	21
1.5. ESTRUTURA DA TESE	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1. HISTÓRIA DA ENGENHARIA NO BRASIL	24
2.2. PERFIL PROFISSIONAL DESEJADO PELO MERCADO DE TRABALHO	28
2.3. DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA	30
2.3.1. Síntese das diretrizes curriculares do curso de engenharia.....	34
2.3.2. Comparação entre as resoluções: nº 11 do CNE e a nº 48 do CFE	36
2.3.3. Diferenças nos perfis de formação dos engenheiros	38
2.4. COMPETÊNCIAS	39
2.4.1. Desenvolvimento de competências	42
2.5. APRIMORAMENTO DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: O DEBATE ATUAL.....	43
2.5.1. O caso brasileiro	43
2.5.2. O caso Inglês	46
3 METODOLOGIA	49
3.1. DEFINIÇÃO DOS PARTICIPANTES	49
3.1.1. Instituições de Ensino Superior	49
3.1.2. Empresas	52
3.2. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	52
3.2.1. Elaboração de questionários: egressos, alunos e professores	54
3.2.1.1. Especificação da informação a ser coletada.....	54
3.2.1.2. Estrutura dos questionários	55
3.2.1.3. Redação do questionário: egresso	56
3.2.1.4. Redação dos questionários: professores e alunos.....	59
3.2.1.5. Comparação entre os questionários: egresso, professor e aluno	60
3.2.2. Aplicação de questionários: egressos, alunos e professores	61
3.2.3. Elaboração e realização de entrevistas: mercado de trabalho.....	63
3.3. ANÁLISE DOS DADOS	63
3.4. REFLEXÃO SOBRE A COMPREENSÃO DO PAPEL DA ENGENHARIA E DA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO	64

4 PERFIL DO ENGENHEIRO E DA ENGENHARIA NA VISÃO DE EGRESSOS, PROFESSORES E ALUNOS.....	65
4.1. PERFIL DOS EGRESSOS	65
4.1.1. Aspectos socioeconômicos dos egressos	67
4.1.2. Aspectos da formação dos egressos	69
4.1.3. Aspectos profissionais dos egressos	71
4.2. PERFIL DOS ALUNOS	78
4.2.1. Aspectos socioeconômicos dos alunos	79
4.2.2. Aspectos da formação dos alunos.....	83
4.2.3. Aspectos profissionais dos alunos	84
4.3. PERFIL DOS PROFESSORES	85
4.4. PERFIL DAS EMPRESAS	87
4.5. VISÃO DO PERFIL DE ENGENHEIRO E SUA FORMAÇÃO	90
4.5.1. Conhecimentos complementares	91
4.5.2. Conhecimentos básicos	93
4.5.3. Competências pessoais	95
4.5.4. Competências técnicas.....	97
4.5.5. Atitudes	100
4.5.6. Estágio	102
4.5.7. Adequação da formação ao mercado de trabalho	104
 5 PERFIL DO ENGENHEIRO E DA ENGENHARIA NA VISÃO DO MERCADO DE TRABALHO	 105
5.1. APRESENTAÇÃO DAS ENTREVISTAS	105
5.2. SÍNTESE DAS ENTREVISTAS	123
 6 ORIENTAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE UM CURRÍCULO DE ENGENHARIA.....	 126
 7 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	 137
7.1. CONCLUSÕES.....	137
7.2. TRABALHOS FUTUROS.....	143
 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 145
 APÊNDICES.....	
MODELO DE QUESTIONÁRIO DOS EGRESSOS.....	152
MODELO DE QUESTIONÁRIO DOS PROFESSORES	160
MODELO DE QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS	166

Lista de Figuras

Figura 4.1 - Opinião dos egressos sobre a situação econômica dos pais.....	67
Figura 4.2– Opinião dos egressos sobre a escola em que eles cursaram o nível médio	68
Figura 4.3 – Carga horária da atividade remunerada, não vinculada à universidade, exercida durante a graduação pelos egressos	68
Figura 4.4 - Atividades lúdicas realizadas, muito ou regularmente, pelos egressos.....	69
Figura 4.5 – Atividades realizadas pelos egressos durante a graduação	69
Figura 4.6 – Cursos concluídos pelos egressos após a graduação e intenção de fazê-los	70
Figura 4.7 – Porte da primeira empresa em que o egresso trabalhou e da empresa em que trabalha atualmente.....	72
Figura 4.8- Ramos de atividades das empresas em que trabalham os egressos	73
Figura 4.9 – Opinião dos alunos sobre a situação econômica dos pais	80
Figura 4.10 - Opinião dos alunos sobre a escola que cursou o nível médio.....	80
Figura 4.11 - Carga horária da atividade remunerada exercida durante a graduação.....	81
Figura 4.12– Comparação entre situação econômica dos pais dos ex-alunos (egressos) e dos alunos ativos.....	82
Figura 4.13– Comparação entre a formação de nível médio dos ex-alunos (egressos) e dos alunos ativos.....	82
Figura 4.14 – Atividades lúdicas realizadas, muito ou regularmente, pelos alunos.....	82
Figura 4.15 – Atividades realizadas pelos alunos durante a graduação	83
Figura 4.16 – Cursos que os alunos pretendem fazer após a graduação	83
Figura 4.17- Ramo de atividades das empresas em que trabalham os alunos	85
Figura 4.18 – Tempo de experiência profissional dos professores na universidade, UERJ e PUC-Rio, e fora do ambiente universitário	86
Figura 4.19 – Ramo de atividade das empresas (Base 170)	87
Figura 4.20 – Conhecimentos complementares (Tabela 4.5) importantes para a vida profissional do engenheiro.....	92

Figura 4.21 – Conhecimentos complementares (Tabela 4.5) desenvolvidos ou que devem ser desenvolvidos	92
Figura 4.22 - Conhecimentos básicos (Tabela 4.6) importantes para a vida profissional do engenheiro	94
Figura 4.23 - Conhecimentos básicos (Tabela 4.6) desenvolvidos ou que devem ser desenvolvidos na graduação.....	94
Figura 4.24 - Competências pessoais (Tabela 4.7) importantes para a vida profissional do engenheiro	95
Figura 4.25 - Competências pessoais (Tabela 4.7) desenvolvidas ou que devem ser desenvolvidas na graduação	96
Figura 4.26 – Competências técnicas (Tabela 4.8) importantes para a vida profissional do engenheiro	98
Figura 4.27 – Competências técnicas (Tabela 4.8) desenvolvidas ou que devem ser desenvolvidas na graduação	99
Figura 4.28 – Atitudes (Tabela 4.9) importantes para a vida profissional do engenheiro	100
Figura 4.29 – Atitudes (Tabela 4.9) desenvolvidas ou que devem ser desenvolvidas na graduação	101
Figura 4.30 – Importância do estágio na visão do egresso, aluno e professor	103
Figura 4.31 – Contribuição do estágio na visão do egresso, aluno e professor...	103
Figura 4.32 – Opinião do egresso, do aluno e do professor sobre a formação oferecida na universidade	104
Figura 4.33 - Opinião do egresso, do aluno e do professor sobre a segurança do engenheiro para trabalhar sozinho.....	104
Figura 6.1 – Opinião dos professores sobre alguns tópicos que devem ser considerados em uma reforma curricular	127
Figura 6.2 – Ramos de atividades das empresas, entre até três opções de resposta, que mais recebem egressos da UERJ e da PUC-Rio, na opinião dos professores	128
Figura 6.3 – Tipo de mercado em que a formação do engenheiro deve ser baseada (Base 35).....	129

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 – Instrumentos de coleta de dados	53
Tabela 4.1- Número da população, questionários enviados e devolvidos.....	65
Tabela 4.2 – Distribuição de egressos por ênfase da Engenharia Elétrica	66
Tabela 4.3 – Faixa de salário dos egressos	78
Tabela 4.4 - Distribuição de alunos por ênfase da Engenharia Elétrica	79
Tabela 4.5 – Conhecimentos complementares apresentados nas Figura 4.20 e Figura 4.21.....	92
Tabela 4.6 - Conhecimentos básicos apresentados nas Figura 4.22 e Figura 4.23	94
Tabela 4.7 - Competências pessoais apresentados nas Figura 4.24 e Figura 4.25	96
Tabela 4.8– Competências técnicas apresentados nas Figura 4.26 e Figura 4.27	98
Tabela 4.9 – Atitudes apresentadas nas Figura 4.28 e Figura 4.29	100
Tabela 6.1 – Competências desenvolvidas nas disciplinas na visão dos professores.....	131

Lista de Quadros

Quadro 2.1- Comparação entre as resoluções 48/1976 do CFE e 11/2002 do CNE.	37
Quadro 3.1- Comparação entre os questionários dos E -egressos, P -professores e A -alunos.....	60
Quadro 4.1– Atividades executadas pelos diretores, gerentes, analistas e engenheiros com frequência de média a alta	74
Quadro 4.2- Conhecimentos complementares entre os três mais importantes	75
Quadro 4.3– Conhecimentos básicos entre os três mais importantes.....	75
Quadro 4.4– Competências pessoais entre as três mais importantes.....	75
Quadro 4.5– Competências técnicas entre as três mais importantes	75
Quadro 4.6- Atitudes entre as três mais importantes.....	76
Quadro 4.7- Conhecimentos complementares entre os três mais importantes	88
Quadro 4.8– Conhecimentos básicos entre os três mais importantes.....	88
Quadro 4.9– Competências pessoais entre as três mais importantes.....	89
Quadro 4.10– Competências técnicas entre as três mais importantes	89
Quadro 4.11- Atitudes entre as três mais importantes.....	89

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABENGE – Associação Brasileira de Educação em Engenharia
ABET – Accreditation Board for Engineering and Technology
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBO – Classificação Brasileira de Ocupações
CCESP – Coordenação Central de Estágios e Serviços Profissionais
CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica
CES – Câmara de Educação Superior
CETREINA – Departamento de estágio e bolsas
CETUC – Centro de Estudos em Telecomunicações (PUC-Rio)
CFE – Conselho Federal de Educação
CNE – Conselho Nacional de Educação
CNI – Confederação Nacional da Indústria
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
CONFEA – Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
COPEAD – Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (UFRJ)
CREA – Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia
DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais (Curso de Engenharia)
DEE – Departamento de Engenharia Elétrica (PUC-Rio)
DESC – Departamento de Sistemas e Computação (UERJ)
DETEL – Departamento de Engenharia Elétrica e Telecomunicações (UERJ)
ELE – Departamento de Engenharia Elétrica (UERJ)
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
ForGRAD – Fórum de Pró-Reitores de Graduação das Universidades Brasileiras
ICEE – International Conference in Engineering Education
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IEL – Instituto Euvaldo Lodi
IES – Instituição de Ensino Superior
IME – Instituto Militar de Engenharia
ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica
LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MBA – Master of Business Administration
PBL – Problem (Project) Based Learning
PNE – Plano Nacional de Educação
PUC-Rio – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SESPA – Sociedade Educacional São Paulo Apóstolo (Universidade da Cidade)
SESu – Secretaria de Educação Superior do MEC
SMN – Salário mínimo nacional
UCLA – University of California, Los Angeles
UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFF – Universidade Federal Fluminense
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UGF – Universidade Gama Filho
UNESA – Universidade Estácio de Sá
USU – Universidade Santa Úrsula
UVA – Universidade Veiga de Almeida