



**XXI SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0
23 a 26 de Outubro de 2011
Florianópolis - SC

GRUPO -XIV

GRUPO DE ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GESTÃO DA TECNOLOGIA, DA INOVAÇÃO- GET

REDE AMAZÔNICA DE CONHECIMENTO ENERGÉTICO (RACE) - A TRANSFORMAÇÃO NOS CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA NA AMAZÔNIA APÓS A EDIÇÃO DA LEI 9.991

**LUIS C. S. FRADE(*)
ELETROBRAS**

**ANTÔNIO A. B. PARDAUIL
ELETRONORTE**

**JULIO S. L. T. MILITÃO
UNIR**

**ALAAN U. BRITO
UNIFAP**

**GIOCONDA S. E. S. MARTINEZ
IIFRR**

**FRANCISCO E. A. SANTOS
IIFAC**

**ANTONIO M. PEREIRA
IIFPA**

**AURÉLIO. P. PICANÇO
IIFT**

RESUMO

Em 2000 o Brasil deu um passo muito importante no desenvolvimento da tecnologia para aplicação no setor elétrico com a publicação da Lei 9.991 que obrigou as empresas de energia elétrica a investir, anualmente, 1% de sua Receita Líquida em P&D ao mesmo tempo em que criou o Fundo Setorial de Energia (CT-Energ) para investimentos na área de P&D. Se por um lado a Lei obrigou as empresas a se estruturarem e se capacitarem na gestão dos projetos de P&D por outro reforçou o papel das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) para capacitação e desenvolvimento de projetos de P&D. O que se desconhecia até aquele momento era que muito poucas instituições de ensino da Região Norte possuíam curso de engenharia elétrica para formar engenheiros e, conseqüentemente, poder realizar pesquisa e desenvolvimento para as empresas de energia na Amazônia. Esse trabalho apresenta um resumo do que foi feito para tentar superar essa situação.

PALAVRAS-CHAVE

Engenharia Elétrica, Formação de RH, Região Amazônica, Energia, Pesquisa e Desenvolvimento

1.0 - INTRODUÇÃO

Imagine-se essa situação: estamos em meados de 2001 e as empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia elétrica brasileiras estão se organizando para cumprir a Lei 9.991/2000 [3], que as obrigam a investir, anualmente, 1% de sua Receita Operacional Líquida (ROL) em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Essa mesma Lei criou o Fundo Setorial de Energia (CT-Energ) que em seu Art. 5º. § II, enfatizava que no mínimo 30% (trinta por cento) dos recursos provenientes desta Lei serão destinados a projetos desenvolvidos por instituições de pesquisa sediadas nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Esse fato teoricamente, se converteria numa grande oportunidade de desenvolvimento para as instituições de ensino e pesquisa nessas mesmas regiões.

Agora imaginem a Região Amazônica nesta mesma época do ponto de vista de Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) para desenvolver projetos de P&D na área de energia. Verificava-se que apenas as universidades federais do Pará (UFPA), Amazonas (UFAM), Maranhão (UFMA) e Mato Grosso (UFMT) possuíam curso de graduação em engenharia elétrica, sendo que a UFPA e UFAM possuíam mestrado e doutorado também.

Estudo patrocinado pelo Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE), órgão vinculado ao MCT, e coordenado à época pelo prof. Gilberto Jannuzzi (Unicamp) [1] então Secretário Técnico do CT-Energ, sobre prospecção tecnológica para o setor elétrico no Norte e Nordeste, entre outros identificou basicamente dois macro problemas nesta área na região Amazônica:

- Falta de capacitação de recursos humanos na área de energia;
- Falta de estrutura laboratorial;

Em resumo, os estados do Acre, Amapá, Rondônia, Roraima, Tocantins, além do município de Tucuruí (no Estado do Pará), onde está localizada a maior usina hidrelétrica genuinamente brasileira, não possuíam cursos de engenharia elétrica e/ou mecânica.

Esta situação deixou bastante incomodada a Diretoria da Eletrobras Eletronorte, empresa que possui seus maiores ativos de geração e transmissão na Amazônia Legal e que tinha grande interesse em aplicar seu porcentual da ROL em projetos de P&D, principalmente na Amazônia, além é claro, das próprias Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) que viam esta como uma ótima oportunidade de alavancar recursos para P&D em suas instituições, mas não possuíam ainda infra-estrutura e pessoal suficiente para se habilitar a tais recursos.

Este trabalho descreve um pouco das ações que foram feitas no sentido de mudar mais essa realidade Amazônica em um período de aproximadamente 7 anos.

2.0 - REDE NORTE DE ENERGIA E REDE NORDESTE DE ENERGIA

O objetivo principal do estudo realizado pela Secretaria Técnica do CT-Energ, realizado ao longo do ano de 2002, era *"identificar e caracterizar as principais demandas que poderiam orientar a pesquisa e desenvolvimento na área de energia nas regiões Norte e Nordeste"*. A intenção por trás do trabalho seria que os insumos levantados ajudassem na *"formulação de editais e de uma forma mais abrangente de estratégias para melhor realizar a alocação requerida por lei dos recursos do Fundo Setorial de Energia (CT-Energ)"*. [1,2]

Para realizar esse mapeamento da infra-estrutura e das competências na área de energia nas regiões Norte e Nordeste o CGEE convidou uma série de especialistas para participar dos trabalhos. Estes em sua maioria representavam as mais diversas instituições de ensino e pesquisa pública e privada, além de representantes das empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia dos estados destas regiões.

De modo a dar foco ao trabalho foram criados dois grupos de especialistas, um por cada região, que se detiveram a identificar as oportunidades e os desafios em suas regiões. Os especialistas da Região Norte criaram uma estrutura virtual denominada de Rede Norte de Energia, coordenada pela UFAM com a vice-coordenação da Eletrobras Eletronorte. A Rede Nordeste de Energia possuía as mesmas características da Rede Norte e congregava os especialistas da região e era coordenada pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e vice-coordenada pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Esses levantamentos foram feitos por meios de estudos e seminários realizados nas próprias regiões e consolidados em um workshop realizado em Brasília, no segundo semestre de 2002.

No caso da Região Norte, foram identificados 3 pontos de grandes preocupações em nível regional:

- universalização do acesso à energia elétrica;
- capacitação profissional e ampliação de quadros, com a adequação de programas de fixação de pesquisadores;
- investimento em infra-estrutura laboratorial na Região. [1,2]

Além dos problemas relatados acima, alguns dados chamaram muita atenção:

- Apesar de possuir um potencial de mais de 100 GW de energia a Amazônia contava com apenas 3,9 % dos grupos de pesquisa nacionais na área de energia, conforme Figura 1;
- Somente o Rio e São Paulo possuíam 6.449 grupos de pesquisa na área de energia, ou seja, 11 vezes mais que a região Norte toda que possuía 590 grupos, a maioria deles em condições bastante precárias. [1,2]

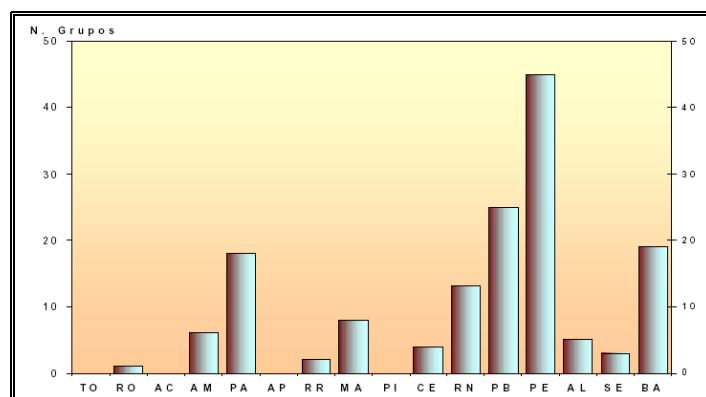


FIGURA 1 – Número de Grupos de Pesquisa por Estados do N/NE - 2002

Dos três problemas citados anteriormente um foi intensificado na mudança do Governo Federal e passou a ser

denominado Programa Luz para Todos e os dois outros ficaram “adormecidos”.

2.1 Ciclo Vicioso x Ciclo Virtuoso de Investimentos em P&D no Brasil

Avaliando-se a aplicação dos recursos no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), administrado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), entre os anos de 2000 a 2004 (Figura 2), observou-se que a maior parte dos recursos estava concentrada nas regiões Sudeste e Sul e muito pouco no Norte, Nordeste e Centro Oeste [5]. Na média 2,4% somente ia para a Região Norte.

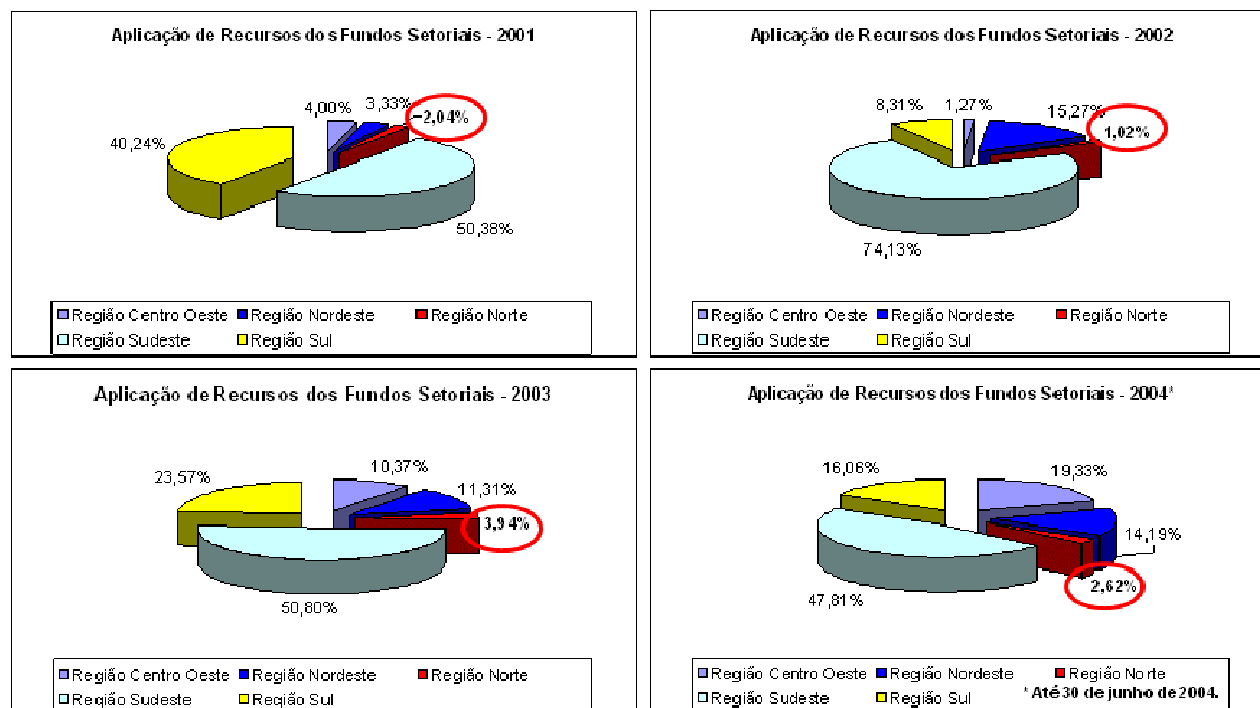


FIGURA 2 – Aplicação de Recursos dos Fundos Setoriais – 2001 a 2004

Se for observada a FIGURA 3, verifica-se que até então existia um ciclo vicioso para aplicação dos recursos do FNDCT no Brasil. As maiores universidades possuíam os maiores grupos de pesquisa em energia, com mais doutores e mestres, que faziam mais e melhores projetos e captavam mais recursos que gerava novos laboratórios, mais mestres e doutores que criavam seus novos grupos e/ou fortaleciam os existente e isso se mantinha indefinidamente.

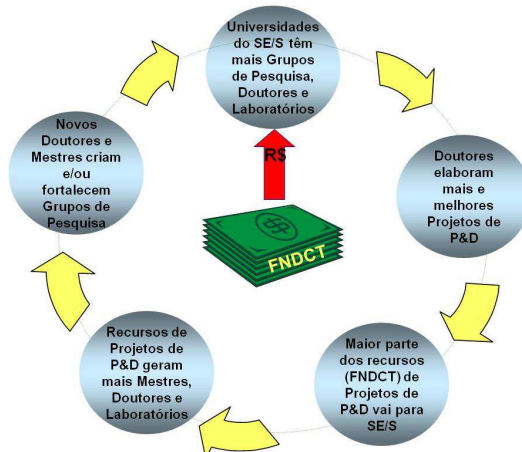


FIGURA 3 - Ciclo Vicioso do P&D no Brasil

Dessa forma, era necessário “quebrar” esse ciclo vicioso e uma das alternativas foi conseguir o apoio da Eletrobras e da Eletrobras Eletronorte para este fim. A ideia era que essas duas empresas se organizassem no sentido de injetar recursos (seus, por meio de seus comitês ou via fundos setoriais) nas instituições da Amazônia durante algum tempo para que essas instituições se capacitassem e pudesse concorrer no mesmo grau de igualdade com as do sul e do Sudeste, conforme visto na Figura 4. Algumas destas ações serão comentadas no

item 3.0.

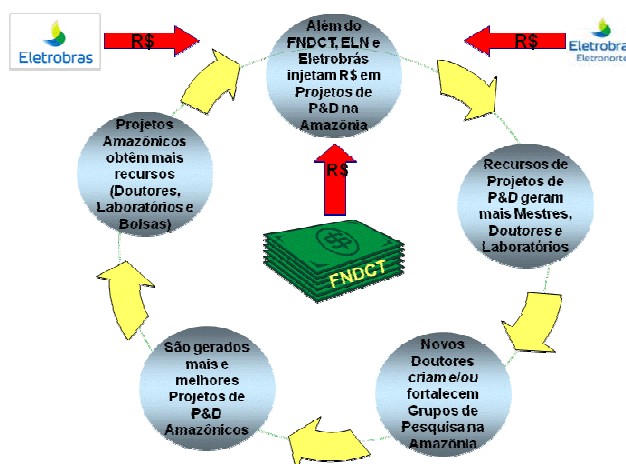


FIGURA 4 - Círculo Virtuoso do P&D no Brasil

3.0 - ESTRUTURAÇÃO DA REDE AMAZÔNICA DE CONHECIMENTO ENERGÉTICO – RACE

Fisicamente essa Rede até hoje não foi implantada, mas no segundo semestre de 2004 a Diretoria da Eletrobras Eletronorte convidou todos os reitores das IFES que não possuíam curso de engenharia elétrica e lançou esse desafio, que teria força de um movimento orquestrado (sonho) no sentido da criação dos cursos de engenharia na Amazônia para formar engenheiros para trabalhar na Amazônia. Os reitores da UFAC, UNIR, UFRR, UNIFAP e UFT adotaram de imediato essa ideia e em seguida a UFPA foi convidada a instalar um Núcleo em Tucuruí. A partir daí uma série de ações foram realizadas no sentido de transformar essa ideia em resultados.

Cabe ressaltar que cada um dos parceiros que compunha a RACE já vinha trabalhando para tentar viabilizar os cursos, entretanto tinham enormes dificuldades, como a falta de professores, laboratórios, salas de aula e, principalmente, recursos financeiros.

3.1 Eletrobras Eletronorte

Em outubro de 2003 a Eletrobras Eletronorte criou a Diretoria de Tecnologia que em sua estrutura constava a criação e implantação da Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, que começou de fato a operar em 2004. Neste momento, aqueles dois problemas identificados pelo CGEE no item 2.0 voltaram a tona e a Eletrobras Eletronorte tomou uma série de providências no sentido de alavancar a P&D na Amazônia Legal.

Após a estruturação física da área de P&D o primeiro passo foi incluir nas Orientações Estratégicas da Eletrobras Eletronorte para o período 2004/2006 a seguinte Orientação: **Fomentar P&D+I na Região Amazônica** e definir Estratégias para nortear essa ação. Em seguida criou o Programa Eletronorte de Pesquisa e Desenvolvimento (PEPD) e um Comitê Gestor de P&D+I da Eletrobras Eletronorte (CGPDI). Além disso, criou uma Carteira Interna de projetos que alocou R\$ 7,5 milhões para priorizar o P&D na Amazônia, mesmo que realizado em parceria com IFES do Sul e sudeste.

A partir daí e, conjuntamente com os representantes das IFES citadas, criou um Projeto da Rede Amazônica de Conhecimento Energético (Projeto RACE), cujo objetivo principal era *“capacitar e/ou recapacitar as instituições de ensino e pesquisa públicas nas regiões norte, nordeste e centro oeste na área energética, por meio de instalações físicas, laboratórios, equipamentos, instrumentos, computadores e periféricos, para que as mesmas pudessem trabalhar integrada em forma de rede de maneira a suprir as necessidades de formação de pessoal e infraestrutura na área energética, para atuar no ensino, pesquisa e desenvolvimento tecnológico em todas as áreas relacionadas à energia.*

Esse Projeto possuía ainda os seguintes Objetivos Específicos:

- reduzir o déficit de infra-estrutura física e recursos humanos capacitados para pesquisas, estudos elétricos e energéticos na região amazônica;
- estruturar rede de pesquisas com objetivos estratégicos de gerar soluções e/ou aplicações tecnológicas regionais.
- criar e capacitar os laboratórios das instituições de ensino e pesquisa públicas da Amazônia.
- criar competências na área de conhecimento de energia elétrica e energética regionalmente distribuídas.

- e) eliminar as barreiras tecnológicas na região em aspectos elétricos e energéticos face ao mercado competitivo.
- f) aumentar a formação e fixação de recursos humanos na área de energia na região Amazônica.

Após isso cada IFE elaborou seu Projeto Político-Pedagógico e detalhou cada uma das etapas para implementá-lo. Do ponto de vista financeiro, o Projeto RACE foi orçado em cerca de R\$ 25 milhões a valores de 2005 para serem desembolsados ao longo de três anos. A partir daí começou-se uma romaria a Eletrobras, MCT, CT-Energ, Finep, CNPq, MEC no sentido de conseguir os recursos financeiros e humanos para viabilizar o projeto. Ressalte-se que cada uma das IFES definiu uma ênfase específica de modo a não sobrepor completamente os cursos criados. Apesar de ser aprovado o mérito, o CT-Energ somente aprovou o Projeto no valor de R\$ 5,0 milhões (R\$ 1,0 para cada IFES com exceção da UFPA em Tucuruí) que deve ser liberado em 2011.

3.2 Universidade Federal do Pará – UFPA

A UFPA é a maior universidade federal da Amazônia e foi criada em 1957, possuindo atualmente 338 cursos de graduação, 39 programas de pós-graduação, 38 programas de mestrado e 17 de doutorado cursos com 43.466 alunos e 2.368 professores espalhado por vários Campi no Estado do Pará.

3.2.1..Campus Universitário de Tucuruí

O Núcleo da UFPA em Tucuruí foi criado em 2005, fruto de uma parceria com a Eletrobras Eletronorte, com a responsabilidade de implantar os cursos de engenharia elétrica e civil. Em 2006 foi criado o curso de engenharia mecânica e mais recentemente, em 2009, foi ampliado com a inclusão da dimensão ambiental dentro do curso de engenharia civil. Ainda em 2009 o antigo Núcleo da UFPA em Tucuruí foi transformado em Campus Universitário de Tucuruí e possui atualmente 13 professores fixos (e outros ainda vem de Belém para ministrar aulas) e cerca de 500 alunos, sendo previsto a contratação de mais 5 professores ainda em 2011 e a entrada de 120 alunos novos. Para viabilizar a implantação dos cursos a Eletrobras Eletronorte firmou um convênio com a UFPA de 10 anos.

3.3 Universidade Federal de Rondônia – UNIR

A Universidade Federal de Rondônia foi criada em 1982 e possui atualmente 52 cursos de graduação e 07 de mestrado e 01 doutorado com mais de 10.000 alunos e 700 professores. Em 2007 foi criado o curso de engenharia elétrica com ênfase na área de geração e distribuição. No ano de 2011 entraram no curso 50 alunos e está prevista a entrada de 05 professores ainda em 2011.

3.4 Universidade Federal de Tocantins – UFT

A Universidade Federal do Tocantins foi criada em 2000, mas implantada somente no ano de 2003 com a posse de seus professores e possui atualmente 48 cursos com mais de 12.000 alunos e 800 professores. Em 2009 foi criado o curso de engenharia elétrica com ênfase em energia. No ano de 2011 entraram no curso 80 alunos e está prevista a entrada de 5 professores também em 2011.

3.5 Universidade Federal do Amapá – UNIFAP

A Universidade Federal do Amapá foi criada em 1990 e possui atualmente 22 cursos com mais de 6.660 alunos e 273 professores. Em 21/05/2008, por meio da Resolução CONSU Nº. 06/2008, foi criado o curso de engenharia elétrica na área de Sistemas de Energia Elétrica, com ênfase em Eletrificação Rural. No ano de 2011 entraram no curso 50 alunos e está prevista a entrada de 02 professores ainda em 2011.

3.6 Universidade Federal do Acre – UFAC

Em 1964, por meio do Decreto Estadual nº 187, foi criado como primeiro curso, a Faculdade de Direito, seguida da Faculdade de Ciências Econômicas e dos cursos de licenciatura em letras, pedagogia, matemática e estudos sociais. Oficializou-se assim, em 1970, o Centro Universitário do Acre que foi transformado na Universidade Federal do Acre em 1971, sob o regime de fundação. Foi federalizada por meio da Lei 6.025/74, passando a denominar-se Universidade Federal do Acre. A UFAC possui atualmente 43 cursos de graduação e 05 cursos de Mestrado que ofertaram 93 vagas para o ingresso no ano de 2010. Atualmente possui mais de 8.400 alunos.

Em 2009 foi criado o curso de engenharia elétrica com ênfase em Sistema de Potência, Telecomunicações e Eletrônica e a primeira turma começou em 2010 com 50 alunos. Atualmente tem 6 professores e mais 2 contratações estão previstas para 2011.

3.7 Universidade Federal de Roraima - UFRR

A Universidade Federal de Roraima foi criada em 1989 e possui atualmente 31 cursos de graduação e 6 de pós-graduação *strictu sensu*, atende a mais de 4.000 alunos, contando com aproximadamente 400 professores. Em 2010 foi criado o curso de engenharia elétrica com ênfase na área de potência. No segundo semestre de 2011 entrarão no curso 40 alunos que já conta com 04 professores sendo dois com mestrado.

Todos estes atores fazem parte da RACE, mesmo ela não tendo sido ainda formalizada, mas no quesito formação de recursos humanos ela já é uma realidade tendo formado a primeira turma de engenheiros eletricitas em 2010.

4.0 - RESULTADOS

Até o ano de 2004 somente as universidades do Pará, Amazonas, Maranhão e Mato Grosso possuíam cursos e alunos de engenharia elétrica. A partir daí essa realidade começou a mudar como pode ser observado nas Figuras 5, 6, 7 e 8 a seguir.

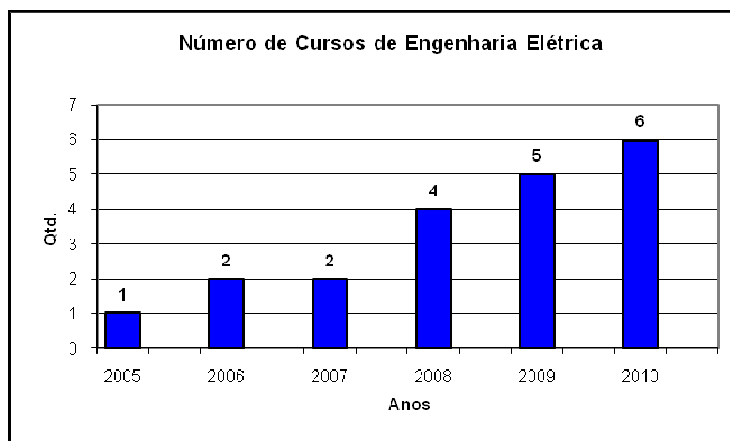


FIGURA 5 – Número de curso de engenharia elétrica criados

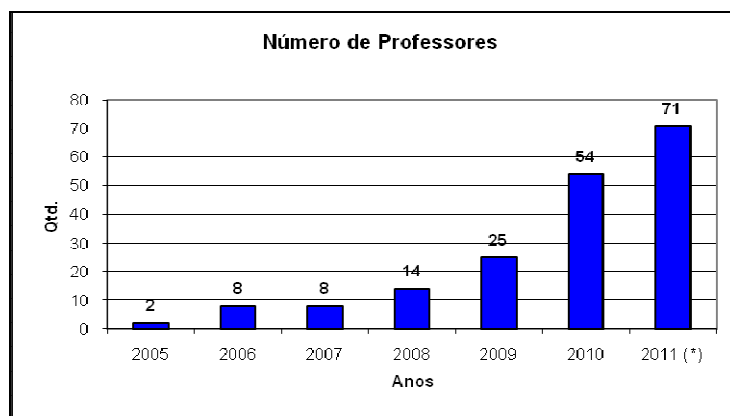


FIGURA 6– Número de professores de engenharia elétrica

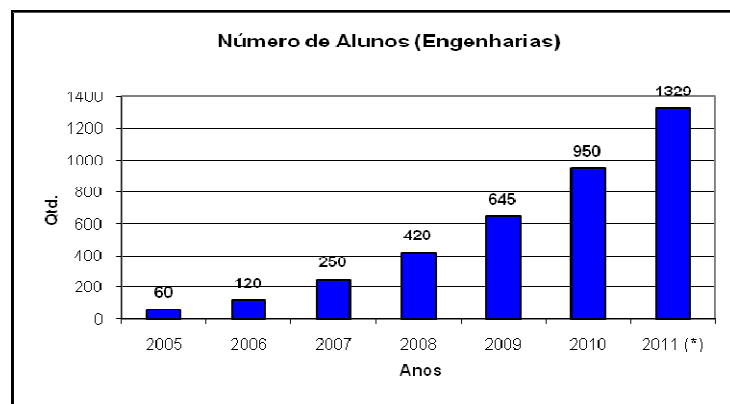


FIGURA 7 – Número de alunos de engenharia (todas)

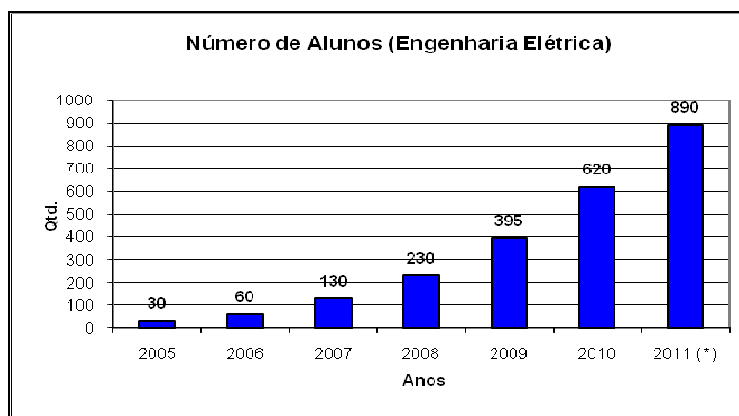


FIGURA 8 – Número de alunos de engenharia elétrica

Ressalte-se que no caso dos alunos de engenharia total somente foram considerados os do Campus de Tucuruí e alguns dados de 2011(*) somente serão de fato verificados no segundo semestre deste ano.

Além destes dados dos gráficos uma série de outros resultados já estão sendo atingidos:

- Já se formaram 35 engenheiros elétricos e outros 41 engenheiros civis no Campus de Tucuruí em 2010;
- A melhor aluna de engenharia do Estado do Pará em 2010 foi a Enga. Civil Ana Carolina F. Rocha que tirou a nota máxima em todas as disciplinas e ganhou o Prêmio Professor João Maria da Lima Paes concedido anualmente pelo Clube de Engenharia do Pará;
- Oferta de estágio pela Eletrobras Eletronorte, a todos os universitários da UFPA, em Tucuruí, como compromisso da empresa;
- Foi criado em 2010 o Centro de Excelência em energia do Acre – CEEAC que é uma parceria da Eletrobras com a UFAC e várias produtoras de energia e fabricantes para estimular as áreas de energia e meio ambiente na Amazônia;
- Foi criado em 2009 o primeiro grupo de pesquisas no Campus de Tucuruí na área de eletromagnetismo e outros estão sendo formados nas outras IFES.

5.0 - CONCLUSÃO

Agora voltemos ao início de 2011 e observemos o que ocorreu neste período na área de formação energética nestes estados e no município de Tucuruí.

Hoje a UFPA tem instalado um Campus em Tucuruí com mais de 500 alunos nos cursos de engenharia elétrica, civil e mecânica, inclusive as duas primeiras turmas com 76 engenheiros elétricos e civis acabou de se formar em 2010. A UNIR, UNIFAP, UFT, UFAC e UFRR criaram seus cursos de engenharia elétrica, cada uma com sua especificidade e vocação e tem cerca de 400 alunos estudando somente em engenharia elétrica. No total tem-se que cerca de 900 alunos estão estudando engenharia elétrica na Amazônia além das universidades que já tinham seus cursos.

Considere-se ainda a matéria publicada no jornal o Estado de São Paulo em janeiro de 2011 (6) onde se o Brasil continuar a crescer a 5% em média serão necessários 32.000 engenheiros formados por anos em todas as engenharias, onde uma parcela considerável será de engenheiros eletricitas. Dessa forma se 60% dos alunos se formarem a cada ano, brevemente teremos cerca de 400 engenheiros sendo formados somente como consequência desse projeto.

Essa transformação na realidade de formação de recursos humanos na área é fruto de uma parceria que envolveu todos os reitores das IFES da Amazônia, Eletrobras, Eletronorte, membros do Governo Federal e políticos de diversos partidos e um grupo de abnegados determinados a mudar esta realidade denominada de Rede Amazônica de Conhecimento Energético – RACE.

É essa transformação na realidade na formação de nível superior na área energética da Região Amazônica que relata também a persistência e determinação para mudar a realidade energética de uma região onde estão os maiores potenciais hidrelétricos do país e onde se constroem hoje as usinas de Jirau, Santo Antonio e Belo Monte.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Jannuzzi, G. De M., Bases para a Prospeção Tecnológica Regional no Setor Elétrico - Regiões Norte e Nordeste, CGEE, Brasília, Fevereiro 2003.

(2) Bases para a Prospecção Tecnológica Regional no Setor Elétrico - Regiões N e NE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Brasília-DF, Fevereiro de 2003.

(3) Leis Nº 9.991/2000, 10.848/2004 e 10.973/2004.

(4) Manuais de P&D da ANEEL. Site da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. www.aneel.gov.br

(5) Site do Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT www.mct.gov.br.

(6) Jornal Folha de São Paulo, Edição de 23/01/2011 – Caderno Mercado página B3, São Paulo.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Luis Cláudio Silva Frade

Nascido em Belém, Pará em 2 de março de 1962.

Mestrado (2000): UFPA – Engenharia Elétrica e Graduação (1983) em Engenharia Elétrica: Universidade Federal do Pará – UFPA.

Empresa: Centrais Elétricas Brasileiras – ELETROBRAS – Gerente do Departamento de Gestão Tecnológica.

Diretor da Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Empresas Inovadoras - ANPEI

Antônio Augusto Bechara Pardaul

Graduação (1983) em Engenharia Elétrica: Universidade Federal do Pará – UFPA.

Empresa: Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A – Eletrobras Eletronorte – Superintendente de Produção Hidráulica

Francisco Eulálio Alves dos Santos

Nascido em Brasília, Acre em 6 de junho de 1949.

Doutorado (2001): UNICAMP – Planejamento Energético, e Graduação (1977) em Matemática: Universidade Federal do Acre – UFAC.

Empresa: Universidade Federal do Acre – UFAC, Prof. de Física em regime de DE.

Alaen Ubaíara Brito

Nascido em Ferreira Gomes, Amapá em 24 de Setembro de 1975.

Doutorado (2006) em Energia: Universidade de São Paulo – USP, Mestrado (2002) e Graduação (2000) em Engenharia Elétrica: Universidade Federal do Pará – UFPA.

Instituição: Universidade Federal do Amapá – UNIFAP, Prof. Adjunto I do Curso de Engenharia Elétrica.

Gioconda S. E. S. Martinez

Empresa: Universidade Federal de Roraima – UFRR, Vice-Reitora

Julio S. L. T. Militão

Empresa: Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Diretor do Instituto de Tecnologia

Antonio Malaquias Pereira

Empresa: Universidade Federal do Pará – UFPA, Professor do Campus de Tucuruí

Aurélio. P. Picanço

Empresa: Universidade Federal de Tocantins – UFT, Professor