

**Instituto de Eletrotécnica e Energia da  
Universidade de São Paulo**  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289  
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750

ISSN 1413-229X



# IEE em REVISTA

Órgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano III - nº 1 - 1997

## Certificação de Produtos Eletromédicos



**Entrevista com Júlio Bueno**

3

Editorial

O desafio da qualidade

4

Entrevista com o presidente do INMETRO

5

Artigo

A certificação dos produtos eletromédicos  
Alguns conceitos básicos

6

Artigo

Certificação Compulsória de Produtos Eletromédicos  
Ensaio normalizados

8

O IEE/USP e seus clientes

9

Controle da Qualidade

10

Biblioteca

Produção técnico-científica do IEE/USP

**LABORATÓRIOS DE ENSAIO**

**DIVISÃO DE POTÊNCIA**

1. **Equipamentos para Atmosferas Explosivas** - Eng<sup>o</sup> Manuel Joaquim Sequeira - tel.: (011) 818-5062
2. **Aparelhos e Materiais Elétricos** - Eng<sup>o</sup> Fumiaki Yokoyama - tel.: (011) 818-4721
3. **Máquinas Elétricas** - Eng<sup>o</sup> Francisco A. Marino Salotti - tel.: (011) 818-4724
4. **Alta Tensão** - Eng<sup>o</sup> Celso Pereira Braz - tel.: (011) 818-4918
5. **Média Tensão** - Eng<sup>o</sup> Celso Pereira Braz - tel.: (011) 818-4918
6. **Altas Correntes** - Eng<sup>o</sup> Hélio Eiji Sueta - tel.: (011) 818-4723
7. **Baixa Tensão** - Eng<sup>o</sup> Hélio Eiji Sueta - tel.: (011) 818-4723

**DIVISÃO DE ELETRÔNICA**

1. **Equipamentos Eletromédicos** - Eng<sup>o</sup> Jorge Rufca - tel.: (011) 818-4816/818-4829
2. **Radiagnósticos** - Físico Paulo Roberto Costa - tel.: (011) 818-4829/8137
3. **Manutenção Radiológica** - Eng<sup>o</sup> Jorge Rufca - tel.: (011) 818-4816/4829
4. **Desenvolvimento de Software de Redes** - Bel. Quím. Luiz Carlos Mantovani - tel.: (011) 818-4837
5. **Eletrônica de Potência** - Eng<sup>o</sup> Gilberto Garlera - tel.: (011) 818-4730
6. **Sistemas Eletrônicos** - Eng<sup>o</sup> José Gil Oliveira - tel.: (011) 818-5063

**DIVISÃO DE ENERGIA**

1. **Fotometria** - Eng<sup>o</sup> Elvo Calixto Burini Junior - tel.: (011) 818-4727
2. **Equipamentos de Medição** - Eng<sup>o</sup> Antonio Carlos de Silos - tel.: (011) 818-4725
3. **Padrões Elétricos** - Eng<sup>o</sup> Osmar Sinzi Shimabukuro - tel.: (011) 818-4725
4. **Aferição e Calibração** - Eng<sup>o</sup> Sérgio Shiguemitsu Sato - tel.: (011) 818-4725



**Capa:**  
A grande meta do mundo moderno:  
**QUALIDADE (Luis Abreu - Estado da arte)**

**EDITORIAL**



**Prof. Dr. Guilherme Ary Plonski**  
Coordenador do CECAE - Coordenadoria Executiva  
de Cooperação Universitária e Atividades Especiais

**O desafio da qualidade**

A USP vem intensificando e diversificando o seu envolvimento no movimento da gestão pela qualidade. No âmbito do ensino, a qualidade como abordagem de gestão e as técnicas a ela associadas são expostas em diversos cursos de graduação e de pós-graduação. O acompanhamento do processo de difusão dessa tecnologia gerencial no ambiente organizacional brasileiro - processo por vezes complexo -, vem mobilizando um número crescente de pesquisadores acadêmicos.

Adicionalmente, no cumprimento de sua missão institucional de estender à sociedade os serviços indissolavelmente ligados ao ensino e à pesquisa, a Universidade vem desenvolvendo várias iniciativas, por intermédio de suas unidades, institutos especializados e fundações conveniadas. Elas incluem: cursos de extensão abertos e fechados; material de suporte educacional, inclusive vídeos; atividades de assessoria e consultoria para entidades privadas e públicas (inclusive para o Programa Permanente de Qualidade e Produtividade do Governo do Estado de São Paulo); certificação de sistemas de qualidade no âmbito da ISO e certificação de produtos.

A USP também estabeleceu um Programa de Qualidade e Produtividade próprio, consolidando e articulando iniciativas já existentes e promovendo melhorias.

Nesse contexto, cabe destaque ao papel desempenhado pelo Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP. Baseado no binômio confiabilidade e credibilidade, há mais de 50 anos o IEE desempenha a função de laboratório oficial do Estado de São Paulo na área elétrica.

O valor social dessa atividade pode ser ilustrado por um dos setores de atuação do IEE/USP, que é o da certificação de equipamentos para a saúde. Este, aliás, é o ano em que a questão da saúde é a prioridade do Governo Federal.

Em julho de 1996 o IEE culminou o seu esforço de planejamento estratégico com um Seminário do qual resultou a Declaração de Visão - 2010. Incluiu-se nela a intenção de promover a qualidade nas áreas de eletricidade e energia no Brasil.

O caminho já percorrido pelo IEE e a dinâmica do seu processo de gestão são indicativos de que essa intenção será cumprida na íntegra.



IEE em Revista é órgão informativo oficial bimestral do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel.: (011) 818-4839 - Fax: (011) 210-7750 - Reitor da USP: Flávio Fava de Moraes - Diretoria do IEE/USP: Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Potência: Orlando Silvio Lobosco - Diretor de Energia: Adnei Melges de Andrade - Diretor de Eletrônica: Jean Albert Bodinaud - Comissão de Divulgação: Coordenador: Orlando Silvio Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Murilo Fagá - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Ramos - Yara Salvia - Roberto Yokoyama - Consultor: Walfredo Schmidt - Jornalista Responsável: Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - Revisão: Ivanir V. de Oliveira - Projeto Gráfico e Diagramação: Liber Comunicação (tel.: 548-7889 / 541-7704)

## Laboratórios na linha de frente da qualidade

Para o presidente do INMETRO, o engajamento dos laboratórios é o próximo grande passo do Movimento da Qualidade no país

IVANIR V. DE OLIVEIRA

Presidente do INMETRO, Júlio Bueno faz, nesta entrevista exclusiva à *IEE em Revista*, uma avaliação sobre o papel dos laboratórios de terceira parte e da universidade, no desenvolvimento do sistema de qualidade no Brasil. Para ele, o essencial é a organização e os recursos humanos adequados. Para resolver essa questão, ele acredita que é necessário principalmente vontade política, porque no final de todo o processo, o grande beneficiado com a existência do Movimento da Qualidade é o cidadão brasileiro.

**IEE em Revista: Qual a importância do ISO Guide 25 no contexto nacional da rede de laboratórios de ensaios?**

**Júlio Bueno:** O ISO Guide 25 é a alma da rede brasileira de laboratórios. Isso tanto de ensaio como de calibração, tendo em vista que é um documento base de referência na avaliação dos laboratórios e para o seu credenciamento. Nós não poderíamos fazer uma rede se não tivéssemos o ISO Guide 25, que é a referência internacional.

**IEE em Revista: A sociedade brasileira já conhece muito bem a ISO 9000, pois já alcançamos a milésima certificação. Qual é a relação que existe entre o ISO Guide 25 e a ISO 9000?**

**Bueno:** São documentos que tem objetivos e requisitos semelhantes. Ambos procuram estabelecer sistemas que possibilitem assegurar que o trabalho, tanto feito pelos laboratórios como pelas empresas, tenha um nível de qualidade adequado. A diferença fundamental entre eles é que o ISO Guide 25, é voltado para avaliar especialmente os laboratórios.

**IEE em Revista: Qual o papel dos laboratórios independentes, de terceira parte, no sistema brasileiro de certificação de produtos?**

**Bueno:** O papel é preponderante. Nós usamos de forma preferencial laboratórios independentes para fazer a avaliação de produtos. Não tendo laboratórios independentes, a certificação de terceira parte fica prejudicada. Por mais que usemos outras alternativas, o ideal, o que nós procuramos, é ter laboratórios independentes, avaliando a conformidade de produtos e serviços.

**IEE em Revista: Os laboratórios independentes que existem no Brasil são suficientes para atender a demanda?**



Júlio Bueno, presidente do INMETRO

**Bueno:** Supomos que a capacidade instalada laboratorial é suficiente. O que precisa ser feito é transferir essa capacidade para as redes de ensaios e de calibração, ou seja, fazer com que os laboratórios tenham qualidade suficiente para serem credenciados pelo INMETRO.

**IEE em Revista: Faltam equipamentos?**

**Bueno:** Não é uma questão de equipamento, é uma questão de método, de organização, de formação, de treinamento de recursos humanos. É muito mais uma questão de software do que de hardware, e a sua resolução não implica em investimentos muito grandes. É muito mais uma questão de vontade política.

**IEE em Revista: Até que ponto o sistema brasileiro de certificação de produtos pode ajudar a economia do país?**

**Bueno:** De várias maneiras. A primeira é assegurando um mercado saudável. Isso significa que a certificação de produtos é uma maneira de garantir a concorrência justa e isto efetivamente implica em tornar a economia do país mais forte. O segundo ponto de alavancagem seria dotar o país de um sistema de avaliação constantemente a disposição do sistema industrial, o que terá como consequência a melhoria dos produtos.

**IEE em Revista: E como o INMETRO vê a participação da universidade na implantação do sistema de qualidade no Brasil?**

**Bueno:** A universidade tem um papel fundamental, porque representa o avanço. Temos dito que no Brasil a qualidade tem um caráter defensivo; quer dizer, a empresa que não implantar qualidade não concorre mais. E a universidade tem que procurar metodologias e técnicas que permitam o avanço da produtividade. Por outro lado, acho que o engajamento dos laboratórios e a questão da infra-estrutura tecnológica, vão ser os próximos grandes Movimentos da Qualidade no Brasil. É o novo importante caminho que vamos trilhar.

**IEE em Revista: Então a relação das empresas com os laboratórios tende a ser tornar cada vez mais importante?**

**Bueno:** É fundamental que as empresas, na hora de solicitarem testes e ensaios, usem os serviços de laboratórios credenciados, para ter segurança nos dados pedidos.

**IEE em Revista: Qual a consequência direta dessas medidas para o consumidor?**

**Bueno:** O Movimento da Qualidade tem um estreito vínculo com a questão da cidadania. Na medida em que nós melhoramos a qualidade no país, na verdade estamos melhorando a produção de bens e serviços para os cidadãos.

## A Certificação de Produtos Eletromédicos Alguns Conceitos Básicos

Jean A. Bodinaud

O Brasil implantou em 1996 a certificação de conformidade com as normas de segurança da IEC - Comissão Eletrotécnica Internacional, que se aplica aos equipamentos eletromédicos. Por outro lado, o processo de certificação destes equipamentos se iniciou com a Portaria nº 2.663 de 22/12/95 do Ministério da Saúde, sendo os ensaios realizados em laboratórios independentes credenciados e com auditorias realizadas nas fábricas pelos Organismos de Certificação Credenciados - OCC's.

A abertura comercial do país coincidiu com a instalação do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade - PBQP. Foi uma ferramenta essencial para garantir a participação do país no comércio internacional.

O PBQP oferece um leque de certificações, dentre as quais podemos citar:

- a certificação do sistema de qualidade de empresas industriais, pela série ISO 9000;
- a certificação do sistema de qualidade de laboratórios de ensaios pelo ISO GUIA 25; e
- a certificação de produtos pelo ISO GUIA 53.

O objetivo deste trabalho é o de apresentar a certificação de produtos por entidade de terceira parte. É necessário diferenciar a **certificação de sistemas de qualidade de empresas da certificação de produtos**. A certificação de sistemas de qualidade atesta a boa qualidade organizacional da empresa, sem nenhuma avaliação direta dos produtos fabricados. A certificação de produto atesta a sua boa qualidade, sem nenhum julgamento global sobre a organização da empresa; avalia somente a linha de fabricação do produto considerado.

É óbvio, no entanto, que uma empresa que certificou seu sistema de qualidade tem uma grande probabilidade de oferecer bons produtos, porém nenhuma avaliação atesta a conformidade de seus produtos segundo esta ou aquela norma técnica.

Por outro lado, a certificação da con-

formidade dos produtos pressupõe um bom projeto e uma boa linha de fabricação, que atende, ou que está próxima a atender, as normas da série ISO 9000.

### A Certificação de Produtos

Um produto obtém a sua certificação, sempre que esteja de conformidade com determinada norma técnica, a qual vem explicitada no próprio certificado.

O projeto PECES do Ministério da Saúde torna compulsória a certificação dos equipamentos eletromédicos. Para tanto, num programa de trabalho em conjunto com o INMETRO, foi criada a Comissão Técnica de Equipamentos para a Saúde, que elaborou o Sistema de Certificação, objeto da portaria antes citada do Ministério da Saúde.

A Certificação de Conformidade dos Equipamentos Eletromédicos é feita aplicando-se as normas de segurança NBR-IEC 601-1 e NBR-IEC 601-2.

A NBR-IEC 601-1 é uma norma de aplicação geral à todos os equipamentos, tratando de aspectos da segurança elétrica, mecânica e de radiação.

Já a norma NBR-IEC 601-2 trata dos aspectos de segurança a serem atendidos pelos equipamentos eletromédicos. A particularidade desta certificação é que não há uma avaliação quanto ao desempenho funcional do equipamento. Podemos, portanto, afirmar que, neste programa, apenas metade do problema foi resolvido, pois um produto com certificado é um produto seguro, não havendo entretanto a garantia de um funcionamento satisfatório.

Tomemos o caso de um eletrocardiógrafo. Basicamente trata-se de um amplificador de sinais elétricos emitidos por sensores e registrados em papel. Portanto, do ponto de vista funcional, é um amplificador multicanal perfeitamente calibrado, o que é um assunto de metrologia legal. A recomendação internacionalmente aceita é a OIML R 90/90 da Organisation Internationale de Métrologie Légale

(OIML). Esta é uma norma de caracterização de desempenho do instrumento, dando acesso aos sinais cardíacos de maneira confiável, calibrados para fins de diagnóstico. Para um eletrocardiógrafo, uma certificação mais abrangente passa, portanto, pela verificação da conformidade ao conjunto de normas NBR-IEC 601-1/90, NBR-IEC 601-2-15 e OIML R90/90.

Esse exemplo demonstra também que a certificação de produto não é concebível sem a indicação da norma que serviu de suporte ao processo, pois essa norma fixa os limites de validade da certificação.

### O Processo da Certificação de Produto

A certificação de produto é composta de duas atividades complementares:

- o ensaio em laboratório, para verificar a conformidade das amostras às normas aplicáveis, e
- a análise do sistema produtivo, para garantir a continuidade da qualidade dos produtos fabricados.

- Os ensaios de verificação da conformidade às normas.

Estes são realizados em três níveis: ensaio de tipo, ensaio de controle e ensaio de rotina.

Estes três tipos de ensaios têm por finalidade garantir a conformidade do produto de acordo com as normas especificadas, realizando-se inicialmente os detalhados ensaios de tipo, em todos os itens da norma. Ensaios de controle são aplicados a cada seis meses para verificação das características mais importantes. Na linha de produção, os ensaios de rotina previstos são integralmente aplicados na própria fábrica.

Os tipos de ensaio exigidos constam do regulamento de certificação, elaborado pela Comissão Técnica dos Equipamentos para a Saúde, do Comitê Brasileiro de Certificação - CBC, que rege o processo.

(Continua pag. 6) ▶

## ARTIGO

## - A análise do Sistema Produtivo

Essa análise visa assegurar a constância da qualidade dos produtos fabricados.

Na fábrica, a linha de fabricação deve ser considerada e tratada como sendo um processo produtivo completo. A análise da linha de fabricação é feita segundo as regras estabelecidas pela Comissão Técnica - CT, as quais fazem parte das exigências da norma ISO 9002.

Um exemplo externo à área dos equipamentos eletromédicos pode ser encontrado na área de certificação de equipamentos para atmosferas explosivas, onde se adotará a certificação completa da fábrica, segundo a ISO 9000.

Esse caso, ilustra bem a tendência das Certificadoras de generalizar a aplicação das normas da série ISO 9000, mesmo no contexto da Certificação de Produtos.

A atual metodologia de análise da linha de produção é também baseada em dois tipos de auditorias: inicial e de controle.

A auditoria inicial da linha de pro-

dução é abrangente e orientada para o produto em fase de certificação.

As auditorias de controle, realizadas a cada seis meses, tem a finalidade de verificar a aplicação do sistema de qualidade, para evitar desvios da linha de produção.

## Organismos de Certificação Credenciados - OCC

Os OCC's lideram o processo de certificação de produtos e devem ser credenciados pelo INMETRO para atuar em todo o território nacional. Os OCC's de terceira parte possuem uma estrutura que garante sua independência, tanto do setor produtivo, quanto do mercado comprador. O seu Conselho Diretor congrega, além do próprio executivo, representantes das entidades de proteção do consumidor, dos fabricantes e dos usuários.

A certificação é concedida pela Comissão de Certificação, formada por laboratórios credenciados, que realizam os ensaios, por agentes de inspeção credenciados, que fazem as

auditorias, e pelas entidades representativas do produto certificado.

Esses procedimentos garantem a confidencialidade e o controle do processo e evitam o uso abusivo da Marca de Conformidade.

## Conclusão

A Certificação de Produtos é um instrumento extremamente poderoso dentro de um mercado competitivo. Os OCC's estabelecem acordos de reconhecimento mútuo com organizações congêneres no exterior, visando facilitar o comércio internacional.

A adoção dos procedimentos de entidades normativas internacionais, como a ISO ou IEC, facilitam e reduzem os custos desta tarefa.

Particularmente no caso do IEE/USP, que há mais de 50 anos desempenha a função de laboratório oficial do Estado de São Paulo na área elétrica, a evolução natural nesta área é a de atuar na atividade de certificação compulsória, após credenciamento de seus respectivos laboratórios setoriais e do seu Escritório de Certificação.

## Certificação Compulsória de Produtos Eletromédicos: Ensaios Normalizados

Eng<sup>o</sup> Jorge Nicolau Rufca

A publicação da Portaria Ministerial nº 2663 de 22 de dezembro de 1995<sup>1</sup> torna obrigatório no Brasil o registro de Equipamentos Eletromédicos, no Ministério da Saúde, apresentando Certificado de Conformidade emitido por Organismo de Certificação Credenciado (OCC).

A Norma adotada como compulsória, NBR-IEC 601.1 - Equipamentos Elétricos-Parte 1 - Prescrições Gerais Para Segurança e as normas particulares da Série NBR-IEC 601.2, obriga os produtos a passar por uma verificação crítica de vários itens de segurança elétrica e mecânica, em laboratório de ensaios credenciado pelo INMETRO. O presente texto tem a intenção de orientar os fornecedores de tais produtos de

como devem proceder para obter o certificado exigido.

Desde 1990, com a implantação do PROEQUIPO<sup>2</sup>, o Ministério da Saúde vem se preocupando com a segurança de equipamentos eletromédicos. Disso resultou o lançamento do subprograma PECES<sup>3</sup>, Programa de Ensaios de Conformidade em Equipamentos para a Saúde, onde são estabelecidas as diretrizes para implantar a Certificação de Conformidade com normas e regulamentos técnicos.

Foram diretamente envolvidos nessa atividade o INMETRO, como órgão executivo da política de metrologia, normalização e qualidade industrial, a ABNT, como entidade credenciada para elabora-

ção de normas técnicas através de seus diversos comitês técnicos brasileiros, e surgiu ainda a necessidade da implementação de Laboratórios para Ensaios de Conformidade de Equipamentos Eletromédicos, credenciados pelo INMETRO, até então inexistentes no Brasil.

Define-se a Certificação de Conformidade como sendo o ato de atestar, por meio de um certificado ou marca de conformidade, que um produto ou serviço está conforme com determinada norma ou regulamento técnico.

Por outro lado, o Ensaio de Conformidade é uma operação técnica que consiste na determinação das características ou desempenho do produto, de acordo com um procedimento especificado.

(Continua pág. 7) ▶

## ARTIGO

## Ensaios Compulsórios

A Portaria Ministerial nº 2663 determina que se adote em caráter compulsório a norma geral NBR-IEC 601.1 e as normas técnicas particulares da Série NBR-IEC 601.2.

Antes do início dos ensaios é necessário um estudo prévio da norma NBR-IEC 601-2, relativa ao equipamento em questão, pois esta norma prescreve algumas modificações, inclusões, e/ou exclusões na norma NBR-IEC 601.1. Isto deve ser feito para que o laboratório possa aplicar corretamente a norma NBR-IEC 601.1, uma vez que essa é uma Norma Geral de Segurança bastante ampla e que se aplica a todos os equipamentos eletromédicos.

A portaria determina também o cronograma de certificação, classificando os equipamentos pelo Risco em:

- Classe 1: baixo risco;
- Classe 2: médio risco;
- Classe 3: alto risco.

Os equipamentos de Classe 2 e 3 deverão ser certificados em no máximo 12 meses, a partir da publicação da portaria.

Os ensaios prescritos pela NBR-IEC 601.1 são mostrados a seguir<sup>4</sup>:

- **Generalidades**
  - Classificação
  - Identificação, marcação e documentos acompanhantes
  - Potência de entrada
- **Proteção contra riscos de choque elétrico**
  - Limitação de tensão e/ou energia
  - Gabinetes e tampas protetoras
  - Separação
  - Aterramentos
  - Correntes de fuga
  - Rigidez dielétrica
- **Proteção contra riscos mecânicos**
  - Resistência mecânica
  - Estabilidade
- **Proteção contra risco de radiação**
  - Radiação X
  - Compatibilidade eletromagnética
- **Proteção contra risco de ignição de misturas anestésicas inflamáveis**
  - Localização
  - Marcação e documentos acompanhantes
  - Categorias
- **Proteção contra temperaturas excessivas**
  - Temperaturas
  - Prevenção contra fogo
  - Penetração de líquidos
- **Exatidão de dados de operação**
  - Exatidão de dados de operação
  - Proteção contra característica de saída incorreta
- **Prescrições para construção**
  - Gabinetes
  - Montagem em geral
  - Construção e "layout"

## Referências

- <sup>1</sup> Portaria nº 2663 publicada em 22 de dezembro de 1995 pelo Ministério da Saúde no Diário Oficial.
- <sup>2</sup> PROEQUIPO-Programa de equipamentos odonto-médico-hospitalares/Ministério da Saúde, Secretaria Nacional de Assistência à Saúde - Brasília, 1991.
- <sup>3</sup> PECES-Programa de Ensaios de Conformidade em Equipamentos para Saúde/ Ministério da Saúde, Secretaria Nacional de Assistência à Saúde - Brasília, 1991.
- <sup>4</sup> NBR-IEC 601-1 Equipamentos Eletromédicos - Parte 1: Prescrições gerais para segurança - 1994.

O IEE E SEUS CLIENTES

## A rastreabilidade metrológica dos padrões de medição e o controle de qualidade dos produtos

O controle de qualidade é um dos temas mais importantes no meio produtivo moderno. Associado a outros procedimentos, como a racionalização do processo de produção com consequente redução de desperdício, esse controle se baseia na rastreabilidade metrológica dos padrões de medição utilizados nos ensaios desses produtos. Resulta daí uma produção com elevado grau de garantia, competindo assim com similares fabricados no próprio país ou no exterior, onde, de modo geral, é muito grande a preocupação de se manter a qualidade dos produtos.

A garantia da qualidade, determinada através de ensaios, é assegurada

se os instrumentos e equipamentos de medição utilizados, forem confiáveis, de tal modo que as medições, realizadas segundo as normas técnicas aplicáveis, reflitam uma realidade. E para que tal situação esteja presente, é fundamental uma permanente rastreabilidade metrológica com padrões internacionais existentes em institutos específicos, tais como o PTB - Physikalisch-Technische Bundesanstalt, da Alemanha.

No caso brasileiro, o contato do PTB é com o INMETRO, órgão que tem a responsabilidade de manter as unidades fundamentais de medida no Brasil, rastreando-as a padrões internacionais, além de prover o país de padrões metrológicos e repassá-los às entidades técnico-científicas e às indústrias. O INMETRO tem, ainda, a autoridade para avaliar e credenciar laboratórios, como capacitados a execução de certas tarefas técnicas. Na Argentina, por exemplo, a entidade que mantém o contato com o PTB é o INTI - Instituto Nacional de Tecnologia Industrial, com o qual o IEE/USP também mantém contato.

É portanto de responsabilidade do INMETRO garantir meios para a rastreabilidade metrológica dos instrumentos e equipamentos usados nos laboratórios de ensaio e, para tanto, credencia também laboratórios de terceira parte, que constituem, sob sua coordenação, a Rede Brasileira de Calibração e Ensaios. No caso particular do IEE/USP, o laboratório em questão é o LEM - Laboratório de Equipamentos de Medição, que já há muitos anos realiza ensaios em transformadores para instrumentos e calibração de instrumentos e equipamentos de medição em alta tensão e alta corrente, em C.A e C.C.. Mantém seus padrões rastreados ao INMETRO e, em alguns casos, rastreados diretamente a padrões internacionais, em virtude da capacitação laboratorial do INMETRO. Consultas a esse instituto e ao citado INTI estão ampliando sua capacidade de certificação do IEE/USP na área de



Sistema de calibração de TC's e TP's

derivadores, para uma faixa de 100A a 1500A em corrente contínua.

O LEM, atualmente, é credenciado junto à RBC para os serviços de calibração de Transformadores de Corrente, com correntes primárias entre 500 mA e 5000 A, 60Hz e Transformadores de Potencial com tensões primárias entre 100 V e 35 kV, 60 Hz. O LEM é atualmente o único laboratório credenciado pelo INMETRO para a calibração de TPI's do Brasil. A recente aquisição de novos padrões para o laboratório, permitirá ampliar a faixa de tensão para 200 kV, além de uma sensível redução da incerteza de medição.

Dentro de suas atividades normais o LEM mantém constante contato com as mais significativas indústrias nacionais de fabricação de equipamentos elétricos, tanto no sentido de manter a precisão e a confiabilidade dos instrumentos usados nos ensaios desses equipamentos, quanto na execução de ensaios nos próprios equipamentos produzidos. Destaca-se a prestação de serviços feita para: Siemens Ltda., Asea Brown Boveri Ltda, Arno S.A., Bracel S.A., Indústria Villares S.A., Cooper Power Systems do Brasil Ltda, Furukawa Industrial S.A., Inducon do Brasil Capacitores S.A., Indústria Eletromecânica Balestro Ltda, Jaraguá S.A., Kron Intrumentos Elétricos Ltda, MPE - Montagens e Projetos Especiais S.A., Pirelli Cabos S.A., Telcon Fios e Cabos para Telecomunicações Ltda., 3M do Brasil Ltda., WEG S.A., ISOLET Indústria e Comércio Ltda. e Soltran Transformadores Ltda.

### Aperfeiçoamento técnico de clientes e demais interessados no LEM

A formação técnica mais generalista das escolas brasileiras, de grau médio e superior, impõe aos profissionais, que optem por atuar na área de ensaios, uma especialização através de cursos dirigidos. Nesse sentido, o LEM realiza o Curso Teórico e Prático de Transformadores de Potencial Indutivos, com duração de 24 horas, divididas como se segue:

- Nas aulas teóricas, a análise das características construtivas, o modelamento matemático e as características de desempenho dos Transformadores de Potencial Indutivo - TPI's.

- Nas aulas de laboratório, o treinamento dos alunos na calibração de TPI's, enfocando: inspeção visual, elaboração de planilhas de calibração, escolha dos padrões de trabalho, execução de uma calibração, análise dos resultados obtidos e elaboração de relatórios.

Esse conteúdo está distribuído em 8 módulos, cada um de 3 horas, estando o curso, na sua maior parte, apostilado.

Para mais informações  
Engº Antônio Carlos de Silos  
Tel (011) 818-4725, Fax (011) 210-7750

CONTROLE DA QUALIDADE

## Controle de Qualidade em Departamentos de Radiologia Diagnóstica: Programa Conjunto Universidade-Empresa

Paulo R. Costa<sup>1</sup>, Tânia A. C. Furquim<sup>1</sup>,  
Denise Yanikian<sup>1</sup> e Claudio Rossi<sup>2</sup>

No final de 1994, o Centro de Vigilância Sanitária da SESP publicou a resolução SS-625 que "dispõe sobre o uso, posse e armazenamento de fontes de radiação ionizante, no âmbito do Estado de São Paulo". Dentre os vários tópicos que esta resolução normatiza, está a exigência de que todos os estabelecimentos que utilizam fontes de radiação ionizante, e nestas incluem-se os de radiologia médica e odontológica, radioterapia e medicina

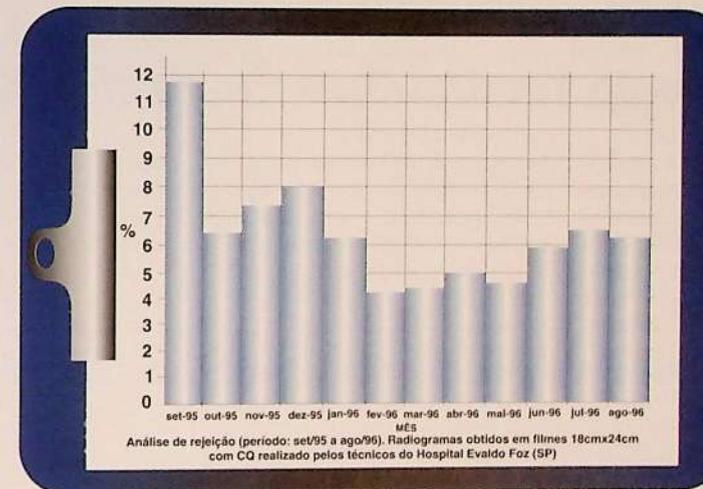
nuclear, apresentem laudos que atestem a implantação de um programa de garantia da qualidade (PGQ). Uma iniciativa pioneira na implantação de um programa desta natureza vem sendo realizada pelo Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP (IEE/USP) juntamente com a Unidade Radiológica Paulista (URP) que, a cerca de dois anos, formalizaram um convênio no qual profissionais do IEE/USP passaram a implementar uma série de procedimentos de avaliação da qualidade dos equipamentos e análise das radiografias rejeitadas nos três postos de atendimento da URP. A análise de problemas decorrentes desta atividade sugeriu uma nova visão de alguns aspectos importantes de um PGQ e percebeu-se que nova metodologia poderia ser adotada para contorná-los. Dentre estes problemas destaca-se o cuidado com o fator humano (pacientes, operadores, radiologistas). Este trabalho vem aprimorando um dos fatores mais atu-

antes em todas as etapas de formação da imagem radiográfica: o técnico.

O Programa compõe-se de seis itens fundamentais: 1) monitoração da exposição à radiação; 2) monitoração da unidade radiográfica (equipamento); 3) sensitometria e monitoração da câmara escura; 4) utilização de cartas técnicas; 5) análise de repetição de exames; e 6) educação continuada. Os quatro primeiros itens são meramente técnicos, não acarretando grandes di-

o equipamento de raios-X, envia os chassis para as câmaras escuras, recebe o radiograma e aceita ou rejeita parte das imagens. Assim, estando garantidos os passos iniciais da formação da imagem, surge a necessidade da conscientização dos técnicos, a partir da importância da aplicação de suas experiências, aliadas aos princípios da qualidade (normas ISO). Desta forma, eles próprios tornam-se capazes de desenvolver um controle da

qualidade de seu próprio trabalho. Assim, iniciou-se o PGQ por um curso introdutório, abordando tudo o que passaria a ocorrer em seu local de trabalho e algumas das novas tarefas de cada um. Mostrou-se qual a importância no resultado final (diagnóstico do paciente) de cada ação deste profissional dentro do departamento e como ele próprio poderia estar atuando de



acordo com sua importância no processo. Após um período de treinamento, deixou-se como responsabilidade deles a anotação, em protocolos específicos, de todos os radiogramas obtidos e todos os rejeitados, registrando-se equipamento, sala, tamanho de filme utilizado e causa de rejeição. No final de um período estabelecido, de acordo com a facilidade de cada departamento, analisam-se estes resultados, apresentando-os na forma de um relatório. O Programa em andamento abrange, ainda, todos os testes em processadoras, equipamentos,

**CONTROLE DA QUALIDADE**

levantamento radiométrico, testes nas câmaras escuras e controle das cartas técnicas. Estes testes são realizados com instrumentação de primeira qualidade e procedimentos desenvolvidos durante anos de trabalho pela equipe do IEE/USP. As informações resultantes destes testes atuam como meios coadjuvantes na avaliação da qualidade final do processo de obtenção das imagens.

O principal resultado deste trabalho é a conscientização da qualidade por parte de todos os envolvidos, que faz com que o PGQ seja auto-sustentado pela vontade de se trabalhar bem, com baixas taxas de dose e rejeição de radiografias. Mostrando-se aos técnicos como seu modo de trabalhar pode influenciar a

saúde de alguém (e a sua própria), foi possível manter um alto nível de consciência de qualidade. Com a implementação deste *PGQ voltado ao fator humano* pôde-se apontar falhas e mostrar a todos os elementos do processo, desde os técnicos até a administração, quais as vantagens em se trabalhar com qualidade. Este processo tem influenciado o comportamento do pessoal envolvido, colaborando para a melhoria da qualidade da imagem, pois passou-se a trabalhar com maior objetividade, sabendo-se que todos têm objetivos comuns: a redução do número de exposições por paciente e do custo do exame radiográfico. O gerenciamento da eficiência do Programa é quantificado pela avaliação da taxa

de rejeição de radiogramas, que vem diminuindo gradativamente, desde o início do convênio IEE/USP-URP. Uma das principais características deste convênio é a ação conjunta em grande parte das atividades desenvolvidas. A análise custo/benefício deste investimento vem demonstrando ser positiva tanto para a empresa (em seu aspecto sócio-econômico), quanto para a Universidade, que encontrou apoio logístico para implementar o programa desenvolvido anos antes.

**Outras informações:**

- <sup>1</sup> Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP (tel. 011- 818-4816)
- <sup>2</sup> Unidade Radiológica Paulista - Posto Evaldo Fóz (tel. 011- 241-3356)

**BIBLIOTECA**

**Produção Técnico-Científica do IEE/USP**

Encontra-se em nossa Biblioteca toda produção técnico-científica gerada pelos docentes e pesquisadores do IEE/USP. Entretanto, todo usuário poderá obter as informações armazenadas

(on line) através do DEDALUS (Banco de Dados Bibliográficos da USP), via Internet, por meio dos comandos: Telnet: server.usp.br  
Login:dedalus

**Outras Informações:**

Bibliotecária: Fátima .A. Mochizuki  
Fone: (011) 818-4719  
Fax: (011) 210-7750  
e-mail fatima @iee.usp.br

**Cadastro de Produção Científica (Continuação)**

**MONOGRAFIA**

FERNANDES, E.S.L.; COELHO, S.T. (org.) **Perspectivas do álcool combustível no Brasil.** São Paulo, Secretaria de Energia do Estado de São Paulo, USP- Instituto de Eletrotécnica e Energia, 1996.

**ARTIGOS PERIÓDICOS**

ANDRADE, C.A.M. **O plano estratégico do IEE.** IEE em Revista, São Paulo, v.2, n.4, p.6, 1996.

BURANI, G.F. **Atividade de pesquisa e ensaio.** IEE em Revista, São Paulo, v.2,n.4, p.7, 1996

COSTA, P. R., FURQUIM, T.A.C.; YANIKIAN, D.; ROSSI, C. **Controle de qualidade em departamentos de radiologia diagnóstica.** Jornal da Imagem, n. 219, nov., cad.2, p.A-2,1996

GARCIA, D. **Impacto da Search Conference sobre o grupo Marketing e Divulgação.** IEE em Revista, São Paulo, v.2,n.4, p.7, 1996

KAMEYAMA, F. **Credenciamento.** IEE em Revista, São Paulo, v.2, n.4, p.7, 1996

KANASHIRO, A. **Interação com meio externo.** IEE em Revista, São Paulo, v.2,n.4, p.7, 1996

LOBOSCO, O.S. **A pesquisa aplicada e o IEE/USP.** IEE em Revista, São Paulo, v.2,n.1, p.5-6, 1996.

LOBOSCO, O.S. **Estrutura empresarial versus estrutura acadêmica.** IEE em Revista, São Paulo, v.2,n.4, p.9, 1996.

POMBANI, I. **Política de desenvolvimento de recursos humanos.** IEE em Revista, São Paulo, v.2, n.4, p.7, 1996

PRAZERES, A.J. **Mudanças na gestão administrativa.** IEE em Revista, São Paulo, v.2,n.4, p.7, 1996

**BIBLIOTECA**

SCHMIDT, W. **Planejamento estratégico: prevalece o entusiasmo.** IEE em Revista, São Paulo, v.2,n.4, p.7, 1996

ZANOTTI, M. **Modernização.** IEE em Revista, São Paulo, v.2,n.4, p.7, 1996

**RELATÓRIOS TÉCNICOS**

BASSI, W.; PIANTINI, A.; JANISZEWSKI, J.M.; KAMEYAMA, F.H.; OLIVEIRA, J.J.S; MATSUO, N.M.; SATO, Y.; NOSAKI, S.; PINHEIRO, W.; CIPOLI, J.A. **Surtos em redes de baixa tensão: alguns estudos realizados.** São Paulo: Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica, 1996. (CED 236/STRA002/NT001/OR)

CAMPHELLO, A.S.; ESTEVES, R.; PIANTINI, A. **Estudos preliminares a respeito do modelamento de transformadores de distribuição para análise de surtos transferidos ao secundário.** São Paulo, IEE-USP, 1996. (96PS02RT01)

CARDOSO, J.R.; ABI, N.M.; PÁSSARO, A. **Análise de sistemas de aterramento pelo método dos elementos finitos: bases teóricas.** São Paulo, Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica, 1996. (CED 240/PROT002/NT012/OR)

CARDOSO, J.R.; PÁSSARO, A.; ABE, N.M. **Manual do usuário do sistema ATERDIST destinado à análise do desempenho de malhas de terra pelo método dos elementos finitos: revisão 1.** São Paulo, Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica, 1996.(CED 158/ PROT 002/ NT 004/ OR)

JANISZEWSKI, J.M.; LEITE, D.M. **Surtos de baixa tensão: alguns estudos realizados.** São Paulo, Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica, 1996 (CED 236/STR002/NT001/OR)

JARDINI, J.A.; FERRARI, E.L.; CASOLARI, R.P. **Metodologia para definição da correlação entre consumo e atributos do consumidor residencial.** São Paulo, Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica, 1996 (CED 241/PLAN010/NT003/OR).

LEITE, D.M. **Proteção de redes de baixa tensão : estudo comparativo entre as normas ANSI e IEE.** São Paulo, Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica, 1996 (CED158/PROT 002/NT004/OR).

LEITE, D.M. **Proteção de redes de baixa tensão: estudo comparativo entre as normas ANSI e IEC.** São Paulo, Centro de Excelência em Distribuição de Energia, 1996. (CED 239/STRA 002/ NT002/ OR)

MAGRINI, L.C.; HAYASHI, R.Y. **Extrator do GRADE.** São Paulo, Centro de Excelência em distribuição de Energia Elétrica, 1996. (CED 212/SUPC A06/RL002/OR)

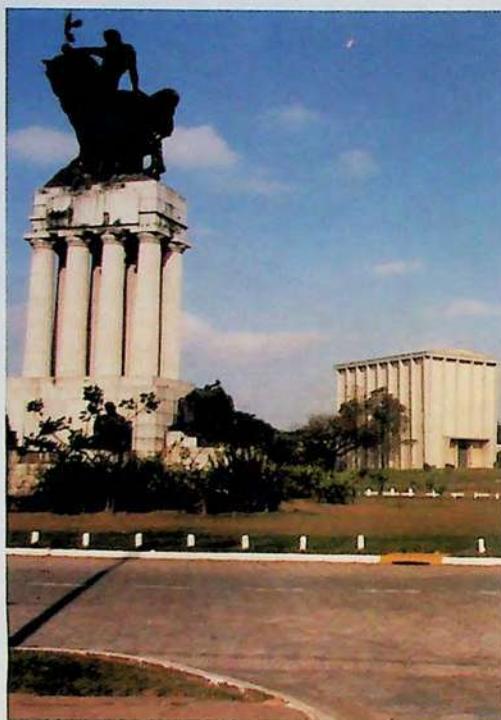
OLIVEIRA, C.C.B.; BURGOS, M.A. **Análise das leis estatísticas a partir de comparação com situações reais.** São Paulo, Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica, 1996. (CED 215/ PLAn004/NT001/OR).

PIANTINI, A.; JANISZEWSKI, J.M. **The influence of the upward leader on lightning induced voltages.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIGHTNING PROTECTION, 23, Firenze, 1996. ICLP. Proceedings. Milano, AEI, 1996. p. v.1/352-7.

RUFGA, J.N.; SILVA, S.S. **Certificação compulsória de produtos eletromédicos: ensaios normalizados.** In: Fórum Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde, 3, Campos do Jordão, 1996. **Anais.** São Carlos, SBEB/ABFM/SBIS/SBPR, 1996 p. v.1/197-8.

TATIZAWA, H.; et al. **Comportamento de semicondutores do cabo pré-reunido de média tensão submetidas a potencial elétrico.** In: Seminário de Materiais no Setor Elétrico 5, Curitiba, 1996. **SEMEL. Anais.** Curitiba, COPEL/UFPR-LAC, 1996. p.v.1/ 128-37.

*Se for seu desejo receber o "IEE em REVISTA", escreva para: IEE em REVISTA, Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Fax: (011) 210-7750 - a/c Comissão de Divulgação, e você receberá seu exemplar inteiramente sem ônus. Divulgue a revista entre seus colegas.*



**Instituto de Eletrotécnica e Energia da  
Universidade de São Paulo**

Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289

05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP

Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750

# IEE em REVISTA

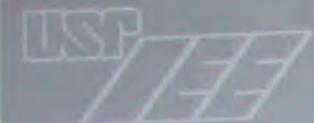
ISSN 1413-229X

Órgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano III - nº 2 - 1997



**Inauguração do edifício-laboratório  
de subestação compacta de 145kV**

**Entrevista Cedric Lewis**



**LABORATÓRIOS DE ENSAIO**

**DIVISÃO DE POTÊNCIA**

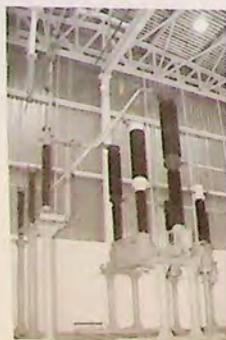
1. **Equipamentos para Atmosferas Explosivas** - Eng<sup>o</sup> Manuel Joaquim Sequeira - tel.: (011) 818-5062
2. **Aparelhos e Materiais Elétricos** - Eng<sup>o</sup> Fumiaki Yokoyama - tel.: (011) 818-4721
3. **Máquinas Elétricas** - Eng<sup>o</sup> Francisco A. Marino Salotti - tel.: (011) 818-4724
4. **Alta Tensão** - Eng<sup>o</sup> Celso Pereira Braz - tel.: (011) 818-4918
5. **Média Tensão** - Eng<sup>o</sup> Celso Pereira Braz - tel.: (011) 818-4918
6. **Altas Correntes** - Eng<sup>o</sup> Hélio Eiji Sueta - tel.: (011) 818-4723
7. **Baixa Tensão** - Eng<sup>o</sup> Hélio Eiji Sueta - tel.: (011) 818-4723

**DIVISÃO DE ELETRÔNICA**

1. **Equipamentos Eletromédicos** - Eng<sup>o</sup> Jorge Rufca - tel.: (011) 818-4816/818-4829
2. **Radiagnósticos** - Físico Paulo Roberto Costa - tel.: (011) 818-4829/8137
3. **Manutenção Radiológica** - Eng<sup>o</sup> Jorge Rufca - tel.: (011) 818-4816/4829
4. **Desenvolvimento de Software de Redes** - Bel. Quím. Luiz Carlos Mantovani - tel.: (011) 818-4837
5. **Eletrônica de Potência** - Eng<sup>o</sup> Gilberto Garlera - tel.: (011) 818-4730
6. **Sistemas Eletrônicos** - Eng<sup>o</sup> José Gil Oliveira - tel.: (011) 818-5063

**DIVISÃO DE ENERGIA**

1. **Fotometria** - Eng<sup>o</sup> Elvo Calixto Burini Junior - tel.: (011) 818-4727
2. **Equipamentos de Medição** - Eng<sup>o</sup> Antonio Carlos de Silos - tel.: (011) 818-4725
3. **Padrões Elétricos** - Eng<sup>o</sup> Osmar Sinzi Shimabukuro - tel.: (011) 818-4725
4. **Aferição e Calibração** - Eng<sup>o</sup> Sérgio Shiguemitsu Sato - tel.: (011) 818-4725



3	Editorial
	A parceria na pesquisa aplicada
4	Entrevista com Cedric Lewis
5	Artigo
	Subestações compactas de 145 kV
7	Artigo
	Subestações urbanas e compactação
8	Artigo
	Construção do edifício-laboratório de subestações compactas
10	Depoimentos
	A colaboração das indústrias no projeto e construção da subestação compacta

**Capa:**  
Equipamentos da subestação compacta de 145 kV - Foto: Francisco Emolo

**EDITORIAL**



**Eduardo José Bernini**  
Presidente da Eletropaulo



**A parceria na pesquisa aplicada**

Fruto da colaboração empresa-universidade, inaugura-se o Laboratório da Subestação Compacta no Campus da USP.

O projeto, originalmente concebido pelo IEE/USP e pela Eletropaulo, ganhou no último ano a adesão da CESP e da CPFL as quais, compreendendo a importância do assunto, passaram a colaborar de forma intensa, integrando as equipes de trabalho. Muito sensível à pesquisa, a indústria elétrica trouxe importantes contribuições ao projeto, participando ativamente das decisões e colocando à disposição dos pesquisadores, sempre que solicitada, os equipamentos necessários.

Este tipo de desenvolvimento conjunto provou ser extremamente vantajoso para todos os envolvidos, pois, além da sinergia necessária à tais realizações, cada participante trouxe para o projeto a sua expectativa e a sua própria experiência.

O objetivo central desta pesquisa é conseguir a redução da área total necessária às subestações da classe 145 kV, através de menores distâncias de isolamento. A redução das distâncias entre barramentos possibilita a diminuição da área ocupada pelo pátio de alta tensão, obtendo-se significativa redução de gastos na aquisição do terreno, ou mesmo tornando viável a construção da subestação em locais densamente povoados. Aliada à revisão do projeto civil, esta redução de gasto pode atingir 20% do custo total.

Uma alternativa para a redução da área ocupada pela subestação é a utilização de instalações blindadas, empregando o gás SF<sub>6</sub> (hexafluoreto de enxofre) como meio isolante. Essa solução esbarra no alto custo dos equipamentos

envolvidos e em delicados problemas de manutenção. O desafio para a equipe técnica brasileira era o de conseguir uma redução de área semelhante, porém utilizando o ar como meio isolante.

Estudos preliminares demonstram ser possível uma diminuição da área do pátio de alta tensão para um quarto do valor convencionalmente utilizado. Protótipos experimentais de partes da subestação foram assim montados nas instalações do Laboratório de Alta Tensão do IEE/USP confirmando, após exaustivos testes, as previsões iniciais.

A partir deste ponto, restava a construção de um modelo real para comprovação final. Animadas com os primeiros resultados, as empresas concessionárias e a Universidade decidiram, com o auxílio dos fabricantes de equipamentos, investir na construção do laboratório que ora se inaugura.

O edifício, com características especiais, e seus equipamentos constituem um verdadeiro laboratório experimental, onde, além da viabilidade deste projeto, poderão ser realizadas outras importantes pesquisas, dentre as quais a questão do aterramento, os problemas de interferência eletromagnética, os efeitos eletromecânicos decorrentes de curto-circuitos, a compactação de subestações a céu aberto e instalações em outros níveis de tensão.

Este projeto de pesquisa conjunta entre as empresas de energia elétrica, universidade e indústrias de material elétrico indica um caminho acertado para o desenvolvimento tecnológico do setor elétrico brasileiro. A Eletropaulo se sente gratificada por participar pioneiramente deste tipo de atividade no Brasil.



IEE em Revista é órgão informativo oficial bimestral do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel.: (011) 818-4839 - Fax: (011) 210-7750 - Reitor da USP: Flávio Fava de Moraes - Diretoria do IEE/USP: Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Potência: Orlando Silveiro Lobosco - Diretor de Energia: Adnei Melges de Andrade - Diretor de Eletrônica: Jean Albert Bodinaud - Comissão de Divulgação: Coordenador: Orlando Silveiro Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Murilo Fagá - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Ramos - Yara Salvia - Roberto Yokoyama - Consultor: Walfredo Schmidt - Jornalista Responsável: Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - Revisão: Ivanir V. de Oliveira - Projeto Gráfico e Diagramação: Liber Comunicação (tel.: 548-7889 / 541-7704)

## A cooperação Indústria-Universidade

*O presidente da ABB, Cedric Lewis, fala sobre a cooperação da empresa com o IEE para adequar tecnologias de outros países ao projeto brasileiro*

IVANIR V. DE OLIVEIRA

Nesta entrevista, o presidente da ABB - Asea Brown Boveri no Brasil, Cedric Lewis, fala do trabalho conjunto que vem sendo realizado com o IEE para desenvolver uma subestação compacta adaptada às condições ambientais no país. Ele comenta ainda as atuais dificuldades na geração e distribuição de energia elétrica no Brasil e revela as propostas da empresa para que se evite uma crise maior e até mesmo o risco de um "black out".

**IEE Em Revista: Qual é a participação da ABB nesse projeto de subestações compactas do IEE?**

**Cedric Lewis:** Já faz algum tempo; nós temos um engenheiro trabalhando junto a esse projeto do IEE. A ABB já tem experiência com as soluções encontradas em outros países para implantar subestações compactas, mas, como no Brasil as condições ambientais são diferentes, estamos procurando desenvolver uma subestação tropicalizada, com ventilação e resistência à corrosão, por causa da umidade. Para isso, colocamos nosso pessoal trabalhando em conjunto com o grupo de pesquisadores do IEE. O objetivo fundamental é buscar a redução de espaço, mantendo o mesmo padrão de qualidade e confiabilidade.

**IEE: A ABB já teve a oportunidade de testar na prática essa pesquisa desenvolvida em conjunto com o IEE?**

**Lewis:** Há vários projetos em andamento. A rua Augusta, por exemplo, tem uma subestação da Eletropaulo que ocupa um terreno de cerca de 7 mil m<sup>2</sup> e nessa região a valorização imobiliária é altíssima. Agora surgiu a possibilidade de instalar no local um empreendimento comercial de grande porte e, portanto, seria muito mais rentável se a subestação fosse compacta, liberando grande parte do terreno. O grupo de pesquisa já está trabalhando nesse sentido. Outra possível aplicação será a criação de uma su-

bestação retificadora para o sistema de trólebus de São Paulo e a compactação da maior subestação da Eletropaulo em São Paulo, que fica ao lado da Ponte Cidade Jardim, na Marginal do Pinheiros. A idéia é fazer ali uma subestação subterrânea, o que é um desafio enorme. E mais uma vez a questão é a valorização imobiliária: o m<sup>2</sup> nessa área é o mais caro de São Paulo e ali poderá ser realizada uma construção para abrigar hotel, escritórios etc. No exterior, a construção da subestação de Guacolda I, no Chile, originalmente prevista para funcionar com isolamento a SF6, foi finalmente executada em ambiente natural, usando-se apenas 20% da área de uma subestação convencional, graças a conclusões de ensaios realizados na pesquisa do IEE/USP.

**IEE: E quais são, para a ABB, as vantagens de um trabalho em conjunto com a Universidade?**

**Lewis:** No mundo todo a ABB tem uma tradição de trabalhar em conjunto com a Universidade. Nós entendemos que uma política de ciência e tecnologia só pode ter sucesso se unir Governo, Universidade e iniciativa privada. No Brasil, por exemplo, a ABB foi pioneira no incentivo e apoio à criação de uma cadeira de engenharia ferroviária, que não existia no país e foi implantada pela Unicamp, em 1989. Temos também cooperações com a Unesp. É uma tradição para nós a normatização de produtos de baixa tensão, por exemplo, juntos com a Universidade. É da cultura da ABB a cooperação em busca do que se chama desenvolvimento sustentado.

**IEE: A ABB é a maior empresa do país e do mundo no setor elétrico. O IEE/USP também é a instituição universitária mais importante nessa área, no Brasil. Essa cooperação é importante para o país?**

**Lewis:** É fantástica desde que não seja para reinventar a roda e aí acho que vale uma crítica construtiva para os dois lados: à Universidade e às em-



presas, no Brasil. Às vezes se gasta muito dinheiro para uma agregação nula de valor. Para nós, o Instituto de Eletrotécnica é uma exceção, porque realiza um trabalho de pesquisa e desenvolvimento voltado para a aplicação prática daquilo que o cidadão brasileiro precisa receber em qualidade de produtos e serviços.

**IEE: Existe um outro trabalho da ABB em conjunto com o IEE, que é o de monitoramento das subestações. Como o senhor avalia essa atividade?**

**Lewis:** Falar em monitoramento é abordar a questão do controle permanente para evitar problemas. Hoje nós temos equipamentos sensíveis o suficiente para detectar com antecedência falhas no sistema. É muito importante para o Brasil elevar a confiabilidade de seus serviços de energia elétrica. Com o aumento das barreiras de estabilidade, é possível também ampliar a capacidade de distribuição, em um país que está tendo dificuldades para gerar a energia que é exigida pela demanda. Nesse sentido, o projeto de monitoramento de subestações é da maior importância.

**IEE: Quais as propostas que a ABB tem para melhorar a capacidade de geração de energia no Brasil?**

**Lewis:** É claro que nós estamos à beira de uma crise energética e ao longo dos últimos anos a ABB não tem feito outra coisa senão alertar os Governos. Há uma década insistimos que a solução para o crescimento da infra-estrutura seria a vinda de capital privado. Felizmente, isso está começando a acontecer. Temos dito também que é possível explorar formas alternativas de energia como usinas térmicas a gás, a carvão, enfim, tecnologias que a ABB tem usado mundialmente. Como o Governo também está demonstrado disposição política de efetivamente atender a demanda, seguramente teremos muito a dizer, tanto pelas tecnologias que dispomos como pelo conhe-

cimento do mercado local de energia e suas necessidades. Nesse processo, a ABB não se coloca apenas como fornecedora de equipamentos, mas propõe uma parceria para que se encontrem soluções para os problemas do país nesse campo. A ABB é otimista e estamos aqui para ajudar o Brasil a vencer esse desafio. Portanto, aposto que a crise acabará não vindo; que acabaremos recuperando o tempo perdido e fornecendo a energia que o cidadão brasileiro precisa.

**IEE: Quais seriam as medidas imediatas para evitar a crise?**

**Lewis:** Atualmente, o crescimento da demanda no Brasil é de mais de seis por cento ao ano, ou 3.600 MW. Isso equivale à necessidade de construção de uma Itaipu a cada 3 anos. Como

isso não é possível, acreditamos que o Governo está tomando a melhor decisão para evitar que haja um black out, comprando energia elétrica da Argentina, Venezuela e da Bolívia, através do gasoduto. Hoje as soluções não têm fronteiras.

**IEE: E quais os planos da ABB para sua atuação no Brasil?**

**Lewis:** O Brasil e o mundo precisarão sempre de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, mas há mais de uma maneira de se fazer isso, e nós estamos buscando novas idéias dentro de nosso negócio. Por isso, estamos entrando com força na área de robótica, de automação de espaços comerciais e também na incorporação da eletrônica digital em todo o processo de geração e distribuição de energia elétrica.

## Subestações compactas de 145 kV

Hélio Eiji Sueta - Eng.º Eletricista  
Walmar Freitas Porto - Mestre em Engenharia  
Gervasio Luiz de Castro Neto - Doutor em Engenharia

### Introdução

A necessidade de Subestações Compactas é uma imposição natural de grandes aglomerações urbanas onde o alto preço do m<sup>2</sup> de área de terreno, os problemas de ordem legal decorrentes de desapropriações de áreas já ocupadas e urbanizadas, aliados aos impactos causados por essas intervenções na comunidade e meio ambiente, têm forçosamente de ser considerado no custo final do empreendimento.

A importância deste trabalho tornou-se tão significativa que, além da ELETROPAULO, inicialmente participante dos trabalhos, foram se somando as concessionárias CESP e CPFL, além de diversas indústrias, tais como, ASEA-BROWN BOVERI, IMG, LORENZETTI, SANTANA, SIEMENS, GEC ALSTHOM, SCHNEIDER, SATTI e ALCOA.

Já foi montado e ensaiado um protótipo composto de um "bay" e barra-

mento principal de subestação compacta de 145kV dentro do edifício do Laboratório de Alta Tensão do Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP.

### Ensaio do protótipo de subestações compactas de 145kV dentro do Laboratório de Alta Tensão do IEE/USP

O desenvolvimento dos estudos e ensaios teve a seguinte cronologia:

- I - Ensaio de tensão de descarga disruptiva a impulso atmosférico V50% de cada um dos equipamentos de um "bay" de 145kV, composto de 1 disjuntor, 3 transformadores de corrente, 3 transformadores de potencial capacitivos, 3 para-raios, 1 seccionador tripolar semi-pantográfico e 1 seccionador tripolar de abertura vertical.
- II - Desenvolvimento de um protótipo para ensaios em laboratório.
- III - Ensaio no protótipo.

IV - Considerações sobre os ensaios do protótipo.

### Determinação da distância de arco mínima dos barramentos de 145kV

A distância de arco mínima entre partes metálicas fase-fase, definidas a partir de estudos e ensaios entre fase-fase de barramentos obtida foi de 1190mm para o NBI de 650kV. Para a distância fa-se-parede, foi adotado o valor definido pela NBR 8186 igual a 1300mm, que foi confirmado posteriormente por ensaios.

### Distância fase-fase dos equipamentos que compõem o protótipo

Após uma análise da maioria dos equipamentos existentes no mercado definiu-se que a distância fase-fase do protótipo seria de 1750mm para o NBI de 650kV.

ARTIGO

**Equipamentos escolhidos para a composição do protótipo**

Os equipamentos escolhidos para a composição do protótipo foram os seguintes:

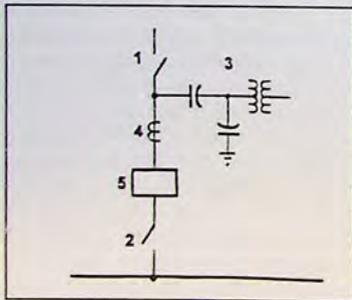
- Disjuntor: tipo 3-AS-1 da Siemens
- TC's: tipo AMT-145 da IMG
- Seccionador de abertura vertical: tipo EV-145-1250 da Lorenzetti
- Seccionador semi-pantográfico: tipo LAV-145da Lorenzetti
- TPC's: tipo CPTA-145/12 da IMG
- Isoladores de suporte: tipo TR 288-ANSI da Isoladores Santana
- Pára-raios: tipo EXLIM Q-120 da ABB

**Ensaio de determinação da tensão crítica de descarga disruptiva a impulso atmosférico V50% dos equipamentos**

Para a determinação da tensão V50% aplicaram-se impulsos de tensão com forma de onda de 1,2/50ms, em cada fase, com as outras duas fases aterradas e as bases idem. Pelo método de "acréscimos e decréscimos", determinou-se a tensão V50% de polaridade positiva de cada fase de cada equipamento, conforme está apresentado na tabela abaixo.

**Definição do diagrama unifilar do protótipo**

O protótipo para ensaio em laboratório foi composto da seguinte forma:



- 1 - Seccionador de abertura vertical
- 2 - Seccionador semi-pantográfico
- 3 - TPC
- 4 - TC
- 5 - Disjuntor

Os pára-raios para os barramentos, evidentemente, não devem ser ensaiados em conjunto com o protótipo, pois seu invólucro apresenta um nível de isolamento de impulso inferior ao NBI da subestação, conforme pode ser visto na tabela maior.

**Ensaio de tensão de descarga disruptiva a impulso atmosférico V50%**

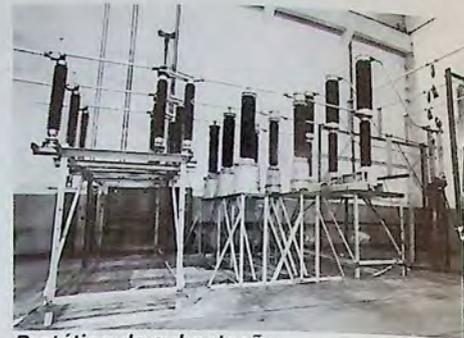
O resultado do ensaio de V50% no protótipo foi a seguinte:

Fase	V50% (kV)	Desvio padrão-%	Observações
A	666,3	1,7	Próximo a parede
B	667,7	1,5	Fase central
C	686,3	2,0	

**Ensaio de aprovação do protótipo**

- Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico conforme NBR-8841 e NBR-6936, com aplicação de impulsos de 650kV e forma de onda 1,2/50ms.
- Ensaio de tensão suportável na frequência industrial de 60Hz por 1 minuto.
- Ensaio de Rádio-interferência (TRI) de acordo com a norma NBR 10478.

Em todos os ensaios o protótipo foi aprovado.



Protótipo de subestação composta com NBI de 650 kV

**Continuidade dos trabalhos de compactação de subestações de 145kV**

Com a construção do novo Laboratório de Subestações Compactas pretende-se ensaiar protótipos dentro de edifício blindado metalicamente para os NBIs de 650, 550 e 450kV, o que permitirá uma redução considerável das distâncias fase-fase. Desta forma a área do pátio de A.T. de subestações de 145kV com 2 circuitos de entrada e até 3 transformadores de 45MVA atingirá aproximadamente 1000m<sup>2</sup>.

Equipamentos	Tensão de descarga disruptiva V50% polaridade positiva (IEC) H = 4,0 metros (altura do barramento)			Distância entre fases (mm)
	Fase A (kV)	Fase B (kV)	Fase C (kV)	
I - Disjuntor673	672	676	1,700	1,750
II - TC's	773	774	786	
III - Seccionador abertura vertical	679	679	690	1,750
IV - Seccionador semi-pantográfico	689	689	681	1,750
V - TPC's	846	825	845	1,750
VI - Pára-raios	604	592	567	1,750
VII - Isoladores de suporte	683	687	690	1,750

**Subestações urbanas e compactação**

Cláudio Jorge Reche e Newton José Guaraldo  
- Departamento de Engenharia de Estações da Eletropaulo -

As concessionárias de energia elétrica que atendem demandas elevadas e crescentes em áreas densamente povoadas de grandes conglomerados urbanos vêm encontrando cada vez mais dificuldades na obtenção de terrenos adequados para a implantação de suas subestações.

Quando implantadas de modo convencional, com equipamentos e instalações ao tempo, elas ocupam grandes áreas, trazendo implicações sócio-econômicas e ambientais. As subestações convencionais energizadas no passado, com esse critério, encontram-se alienadas do processo de crescimento urbano, gerando descaracterização e interferência no seu entorno.

A maior quantidade de subestações necessariamente localizadas dentro das cidades são do tipo (Sub) Estação Transformadora de Distribuição (ETD), operando nas classes de 138kV na alta tensão e 13,8kV na média-tensão.

A compactação, ou redução do espaço ocupado pela subestação em região urbana, visa dois objetivos: primeiro, melhorar a integração subestação-cidade através de uma solução construtiva abrigada em edificação única; e segundo, facilitar a escolha e aquisição de terrenos livres, cada vez mais caros e escassos, evitando-se ao máximo locais com presença de benfeitorias.

Já na década de 70, o chamado Padrão - 76 registrava expressamente o objetivo de ocupar terreno reduzido para as futuras subestações transformadoras de distribuição da Eletropaulo. Os recursos adotados na época foram a eliminação da barra - dupla de alta - tensão, fazendo a entrada direta da linha de transmissão nos dois transformadores, sem interligação no 138kV; transferindo a flexibilidade da

alta - tensão para a média - tensão; e adoção de conjuntos blindados tipo "metal clad" para a média - tensão. Com transferência automática das cargas entre os dois transformadores.

Na década de 80 consagra-se a verticalização - separação e superposição dos módulos componentes - como a mais marcante mudança no conceito de solução construtiva para as ETD's ainda com uso de equipamentos tradicionais, conseguindo-se reduzir em mais de 50% o terreno a ocupar. Nessa segunda fase outros recursos de compactação incluem o

que também será de grande utilidade ao ser aproveitada nos estudos de reisolação de subestações de 88kV para operar em 138kV.

Por outro lado a Empresa concentra-se em estudos de desenvolvimento de pontos específicos a serem otimizados, sob enfoque de recursos adicionais na compactação, como a viabilidade econômica de conjunto blindado em média tensão isolado em SF6; cubículos de comando, controle, proteção e medição com dispositivos digitais e interligação com fibra ótica; trocadores de calor de reduzidas dimensões, separados do corpo de transformadores; e sensores ópticos, em lugar de transformadores de corrente e de potencial.

Vários casos reais de viabilização de subestações compactas fora da Grande São Paulo comprovam que cidades de médio porte - 500 mil habitantes - já podem justificar/requerer subestações compactas perfeitamente integradas com a vizinhança, utilizando área reduzida de ocupação sem implicar custos adicionais expressivos, podendo até resultar mais econômica que uma alternativa convencional equivalente.

As subestações, que prestam um serviço público de extrema importância à comunidade como o fornecimento de energia elétrica, necessariamente fazem parte da cidade, e o espaço público urbano é um patrimônio não renovável. É preciso preservar esse bem comum não fazendo uso indiscriminado dos mesmos.

Dessa forma, busca-se uma solução de equilíbrio a um custo aceitável, através de recursos e alternativas que resultem em solução otimizada das condicionantes técnicas, sócio-ambientais e econômicas.



ETD Ponta Porã - Integração Urbana

uso de gás CO2 ao invés de sistema com água nebulizada contra incêndio; banco de capacitores em arranjo verticalizado e seccionadoras semi-pantográficas.

Em 1989, uma nova padronização de arranjos de subestações da Eletropaulo, contemplando, três transformadores e barramento na alta - tensão, torna o setor de 138kV

bastante significativo em termos de espaço a ocupar, justificando o direcionamento de estudos e pesquisas para minimizar essa ocupação, através da redução das distâncias usuais entre fases, objeto do convênio entre IEE/USP, Eletropaulo, CESP e CPFL. Numa primeira etapa para a condição abrigada e, posteriormente simulando-se condições de instalação ao tempo;

## Construção do edifício de laboratório de subestações compactas

Prof. Dr. Orlando Silvio Lobosco - Diretor IEE/USP  
Dr. Gervásio L. de Castro Neto - Consultor IEE/USP

Atualmente, as subestações de 145kV são projetadas e construídas via de regra com distância de 3 metros entre as fases dos barramentos. Esta distância de projeto é fruto de muitas décadas de experiência mundial das concessionárias de energia elétrica. Num esforço para reduzir a área de instalação, a ELETROPAULO chegou a construir subestações abrigadas, utilizando distâncias entre fases de 2,5 metros. Porém, apesar de extremamente desejáveis, reduções maiores destas distâncias exigem pesquisas meticulosas e comprovações experimentais. Além do mais, para que estes novos critérios sejam homologados pelas concessionárias de energia elétrica, torna-se necessária a construção de protótipos em escala real que possam ser ensaiados e aprovados em laboratório de Alta Tensão.

A união inicial do IEE/USP e da ELETROPAULO possibilitou o primeiro pré-protótipo de uma subestação compacta dentro do Laboratório de Alta Tensão do IEE/USP, com distâncias elétricas substancialmente reduzidas.

Após exaustivos ensaios dessa montagem o projeto demonstrou a sua viabilidade. Apesar do sucesso das primeiras experiências, era necessário a realização de uma nova bateria de testes com protótipos reais, com diferentes configurações e diversos níveis de isolamento. Era também importante conhecer-se o comportamento dos protótipos dentro de um edifício construído com estruturas metálicas. Assim, foi idealizado e construído o Laboratório de Subestações Compactas, que agora está sendo inaugurado no Campus da USP. Este laboratório permitirá também o desenvolvimento de pesquisas em subestações compactas a céu aberto.

A construção deste edifício foi conseguida graças ao convênio estabelecido entre as concessionárias do Estado de São Paulo, CESP/CPFL/ELETROPAULO e o IEE/USP, a partir de janeiro de 1996. Na verdade, este novo laboratório é um importante marco da união destas quatro entidades, mais as indústrias do setor elétrico, para o desenvolvimento de pes-

quisas na área de energia elétrica.

É interessante observar que os custos incorridos neste projeto serão completamente cobertos quando se construir a primeira subestação compacta usando os conceitos desenvolvidos na pesquisa, pois estima-se uma economia de pelo menos 20% em relação ao gasto com a construção de uma subestação convencional.

O desenvolvimento do projeto do Laboratório de Subestações Compactas teve início com o estudo do arranjo físico dos equipamentos de alta tensão do protótipo de subestação de 145kV com NBI de 650kV, que está apresentado nas figuras 1 e 2. A partir desta concepção foi projetada a estrutura e a arquitetura do novo laboratório, conforme pode ser visto nas figuras 3 e 4.

O primeiro projeto básico estrutural do edifício do laboratório foi desenvolvido no Departamento de Estruturas e Fundações da Escola Politécnica da USP; em seguida, a Usiminas contribuiu com o projeto da estrutura, utilizando perfis de aço dobrados e telhas galvanizadas para o fechamento do edifício. No telhado e na face oeste foram utilizadas telhas galvanizadas, entremeadas com poliuretano para obtenção de isolamento térmico.

Fotos do Edifício-Laboratório



No piso do edifício foram distribuídas barras metálicas, chumbadas estruturalmente no contra-piso e estruturas da fundação, com furos rosqueados a cada 500mm. Esta providência, juntamente com a utilização de perfis U a serem fixados por meio de parafusos a estas barras, permite a variação das distâncias entre fases dos barramentos e equipamentos, tornando factível a obtenção da solução de compactação mais adequada a cada caso. Os suportes dos equipamentos foram construídos similarmente aos existentes nas subestações, para garantir maior confiabilidade aos ensaios de suportabilidade do isolamento dos protótipos.

A concepção do laboratório é tal que possibilita a liberdade de desenvolver e ensaiar uma subestação compacta como se o conjunto de equipamentos que a compõem formassem um único equipamento em desenvolvimento, mesmo quando utilizando componentes de diferentes fabricantes.

Durante o projeto básico das subestações compactas abrigadas foi solicitado pelas equipes de manutenção da ELETROPAULO a previsão de ponte rolante para possibilitar a instalação e retirada de partes ou todo um equipamento de alta tensão da subestação, uma vez que estas operações seriam mais difíceis com as distâncias reduzidas entre equipamentos. Esta premissa exigiu implantar no edifício do laboratório uma ponte rolante similar àquela a ser instalada na subestação compacta real de 145kV.

Tendo em conta a redução da área destas subestações compactas, as quais permitem o uso de terrenos bem menores que os atuais, a malha de terra foi construída com cuidados especiais. Assim, o laboratório permite alterações da configuração da malha de terra, possibilitando a obtenção de importantes subsídios técnicos para o projeto das futuras malhas de terra. Este será um estudo fundamental a ser desenvolvido na concepção destas subestações compactas.

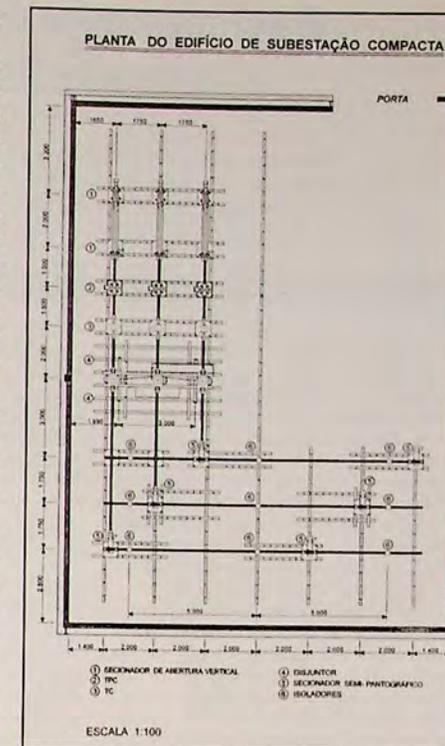


Figura 3

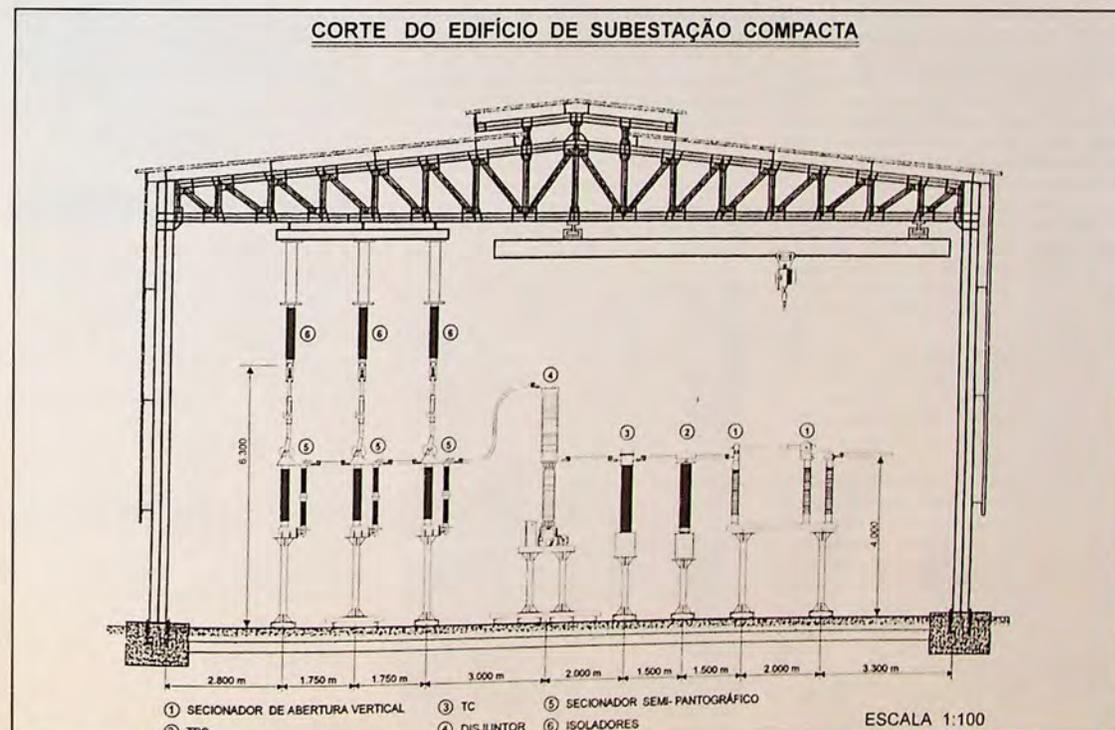


Figura 4

DEPOIMENTOS

# A colaboração das indústrias no projeto e construção da subestação compacta

Foi extremamente significativa a colaboração que o IEE/USP recebeu de diversas empresas fabricantes de equipamentos elétricos e de transporte para a construção da Subestação Compacta de 145kV, hoje instalada no edifício-laboratório, especialmente construído para abrigar esse empreendimento. Transcrevemos, a seguir, os depoimentos das empresas que contribuíram com o projeto.

**ASEA BROWN BOVERI**

O crescente desenvolvimento das cidades de médio e grande porte, como resultado da descentralização de grandes pólos produtivos, vem gradativamente exigindo por parte das indústrias e das próprias concessionárias de energia elétrica soluções cada vez mais elaboradas para atender o crescimento da demanda. Também não podemos esquecer, os fortes distúrbios ambientais tanto visuais quanto de ruído, provocados pela construção de subestações em centros urbanos, e a conseqüente desvalorização de sua vizinhança.

A compactação das subestações com a finalidade de reduzir a área ocupada por suas instalações, pode se constituir numa opção vantajosa dependendo de sua localização, o que pode acarretar uma redução de 20 a 30% do custo, sem o uso do equipamento importados de custo elevado para o nível de tensão atendido nessa subestação composta, que é de 145 kV. Assim, a compactação de subestações é uma ótima solução para a nossa realidade sócio-econômica.

Das empresas fabricantes de equipamentos eletro-eletrônicos que participaram do projeto de compactação, a ABB foi a primeira a realizar um fornecimento desse tipo, aproveitando os resultados das experiências já elaboradas por esse grupo. Tal fornecimento, feito há dois anos, teve como destino a Usina Termelétrica de Guacolda, no norte do Chile, para uma subestação compacta de 230 kV construída em regime "turn key" e projetada pela área de Engenharia de Subestações da ABB Brasil. Essa subestação é totalmente coberta por uma estrutura metálica, obtendo-se uma redução de área de 40% se comparada com uma convencional, solucionando ainda problemas decorrentes da contaminação marítima, fortes ventos, poluição por minério de ferro e ausência de chuvas.

Com a experiência adquirida pela ABB no Brasil, resultaram inúmeras consultas de nossos clientes para o fornecimento de subestações compactas destinadas, por exemplo, a locais onde o grau de poluição é muito alto ou as áreas disponíveis são muito pequenas, como no caso de Shopping Centers. Porém, para caracterizar esses empreendimentos, é fundamental uma homologação ou certificação urgente desse Projeto de Compactação de Subestações dentro das próprias concessionárias de energia elétrica.

Eng.º José Eduardo P. Araya

**LORENZETTI**

A tecnologia utilizada na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica apresentou poucas novidades revolucionárias nos últimos anos, se compararmos com as mudanças que apresentaram outros setores.

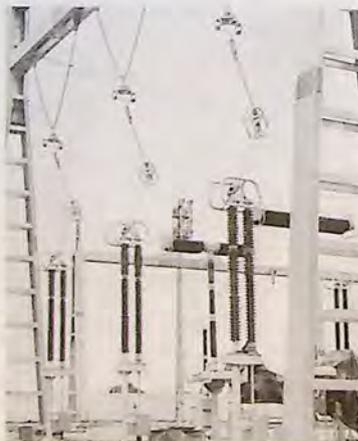
É preciso entender, porém, que o desenvolvimento neste campo é lento e gradativo, envolvendo por vezes grandes obras e dependendo de um planejamento estratégico muito bem elaborado e recursos bem definidos para executá-lo.

Não se pode negar que a energia elétrica é uma solução prática e de custo reduzido para o conforto na vida do homem, principalmente das grandes cidades.

O Brasil, até meados da década de 80, vinha recuperando seu atraso nesta área com grandes investimentos e incentivos ao desenvolvimento de tecnologias próprias. Foram executadas obras consideradas inéditas, levando o país a uma posição de destaque e facilitando seu desenvolvimento.

A paralisação de investimentos neste setor por mais de 15 anos trouxe uma preocupação quase desesperadora com a ameaça de racionamento para os próximos anos, caso não haja um plano de investimentos sério para o setor.

Devemos reconhecer que a pesquisa e o desenvolvimento da "Subestação Compacta", principalmente no momento em que foi iniciada, exigiu de seus mentores um esforço quase sobre-humano. Resgatar a confiança de fabricantes e obter recursos junto aos órgãos públicos não foi uma tarefa das mais fáceis.



Seccionador semi-pantográfico tipo LAV

Porém, é preciso retomar nosso caminho; o caminho da confiança em nosso trabalho e em nosso desenvolvimento.

O projeto da "Subestação Compacta" tem como objetivo solucionar, de forma econômica, problemas de espaço para instalações de subestações em grandes cidades.

A LORENZETTI - Divisão de Alta Tensão, que durante os últimos anos vem participando das grandes obras de transmissão e distribuição de energia elétrica, não poderia deixar de contribuir com este novo desafio.

Foram utilizados nesse projeto basicamente dois tipos de seccionadores: de abertura vertical e tipo semi-pantográfico de fechamento horizontal e vertical.

Os seccionadores de abertura vertical foram utilizados porque permitem o menor espaço entre fases, se comparados aos modelos de abertura central e dupla abertura.

A utilização de seccionadores semi-pantográficos permitiu uma redução considerável nas distâncias e uma versatilidade no desenvolvimento, no arranjo (lay-out) da subestação.

Uma das grandes vantagens do projeto da "Subestação Compacta" foi a decisão de se utilizar produtos normais de linha de fabricação, evitando-se com isto desenvolvimentos especiais.

Eng.º José Osmar Dallabona

**GEC ALSTHOM**

A GEC ALSTHOM T&D aproveita o ensino para parabenizar o Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo pela iniciativa de estudar a compactação de subestações elétricas convencionais para a construção, repotencialização e modernização de subestações.

As grandes áreas ocupadas pelas subestações convencionais têm sido uma preocupação constante das companhias distribuidoras de energia elétrica. O crescimento do consumo exige uma garantia de fornecimento de energia elétrica cada vez maior, gerando a necessidade de implantação de novas subestações elétricas ou o aumento de potência das instalações já existentes em áreas urbanas; porém, a falta de disponibilidade de terrenos em centros urbanos acarreta dificuldades de expansão ou de implementação de subestações.

A GEC ALSTHOM T&D, sempre procurando propor soluções para os problemas dos seus clientes, investiu maciçamente no desenvolvimento das subestações blindadas a gás SF6, sendo que existem atualmente 58



GEC ALSTHOM T&D - São Paulo

instalações desse tipo operando em várias cidades e usinas do país. Contudo, essa solução não atende a todos os anseios, gerando o estudo de novas alternativas por parte dos responsáveis pela distribuição de energia elétrica e fabricantes de equipamentos, como, por exemplo, a compactação de subestações convencionais.

A GEC ALSTHOM T&D já produz, normalmente, equipamentos elétricos de média e alta tensão projetados especialmente para subestações com áreas reduzidas, tais como:

- disjuntores unipolares para tensões de 38 até 800 kV, que dão ao usuário uma maior liberdade de escolher a distância entre fases da sua instalação;
- uma linha completa de seccionadores, adaptados para cada exigência. No modelo construído pelo Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo está sendo utilizada uma seccionadora semi-pantográfica de 145 kV;
- pára-raios com isoladores de EPDM ou de porcelana;
- transformadores de medida ópticos ou convencionais, tais como: transformadores de corrente e potencial, indutivos e capacitivos;
- uma nova geração de cubículos blindados de média tensão, dos tipos VISAX e FLUOKIT, permitindo uma economia de espaço de mais de 50%, se comparada com as soluções tradicionais.

A GEC ALSTHOM T&D (detentora das marcas SPRECHER & SCHUH, SPRECHER ENERGIE, DELLE ALSTHOM, CEME e AEG), presente no mercado há mais de 30 anos, com três fábricas no Brasil, está tomando as providências necessárias para viabilizar, com seus produtos, o projeto de compactação de subestações.

Eng.º Jean C. P. Altwegg

**SCHNEIDER**

A Schneider Eletic Brasil, empresa voltada para a fabricação e fornecimento de equipamentos e sistemas de energia elétrica, preocupada com o constante aperfeiçoamento de seus produtos e assim incorporando novas tecnologias para melhor atender ao mercado de distribuição de energia elétrica, participa juntamente com as Concessionárias de Energia Elétrica do Estado de São Paulo (CESP, CPFL e ELETROPAULO) e o Instituto de Eletrotécnica e Energia/USP, do Grupo de Com-

DEPOIMENTOS

pacitação de SEs de 145kV, cujo objetivo principal é a redução da área ocupada pela SE. Esta redução seria obtida a partir da diminuição das distâncias entre fases, tendo como referência o centro das barras e, conseqüentemente, a distância entre os equipamentos.

A Schneider faz parte deste Grupo através da Engenharia de seu Departamento de Realização de Projetos, onde, em reuniões técnicas, estudam-se os limites de redução possíveis e os equipamentos mais adequados. No momento, estuda-se a aplicabilidade do seu disjuntor a SF6-145kV, mod. SB1, pois o mesmo é adequado a este propósito, em função de suas características construtivas: monopolar, com os pólos independentes entre si, podendo a distância entre os mesmos ser variada até que seja encontrada, através dos testes a serem realizados no protótipo da SE Compacta, a distância elétrica mínima.

Eng.º Renato Corrêa Leillis

**SATTI**

A SATTI - Sistemas Alternativos de Transportes Industriais Ltda. - participa do Projeto de Compactação de Subestações de 145 kV, com uma ponte rolante, para auxiliar na movimentação de cargas nesse empreendimento pioneiro e tecnologicamente importante. Há de se destacar também o significado econômico dessa realização, que se concretiza numa época de crescente racionalização e garantia de qualidade, envolvendo concessionárias, fabricantes de equipamentos e o próprio IEE/USP.

A SATTI, especializada em equipamentos e acessórios destinados ao transporte industrial, tem como seu carro-chefe a fabricação de talhas elétricas em diversas sessões, sendo a única empresa com capital 100% nacional a fabricar esses equipamentos com tecnologia de ponta. Possui também um acordo de cooperação tecnológica com a firma STAHL da Alemanha, o que lhe permite oferecer ao mercado, talhas de 0,30 a 100 toneladas.

Além de talhas, fornece pontes rolantes de uma e duas vigas, apoiadas e suspensas, monovias, guindastes giratórios e construções especiais, graças ao seu corpo de engenheiros que atuam na fabricação e na assistência técnica.

Com sua participação na construção das subestações compactas até 145 kV, montada no Campus do IEE/USP, a SATTI amplia sua faixa de atividades para a área elétrica, completando sua atual atuação nas áreas das montadoras, indústria de papel, refinarias e siderúrgicas.

Ao colaborar com o IEE/USP, a SATTI demonstra que acredita no elevado valor tecnológico desse projeto e no seu sucesso.

Eng.º Marco Galhego

**SANTANA**

A Isoladores Santana S/A possui dois certificados de seu Sistema de Garantia da Qua-

lidade, sendo o primeiro referente ao Projeto NBR 19000, coordenado pela Eletrobrás, e o segundo conferido pela B.V.Q.I. - Bureau Veritas Quality International, ambos conforme os requisitos da ISO 9002. Dando continuidade ao trabalho de melhoria contínua, a Santana adotou a filosofia da Qualidade Total e está implantando várias de suas ferramentas e metodologias.

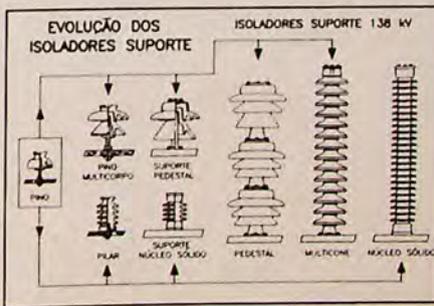
Com o objetivo de satisfazer seus clientes nacionais e do exterior, a Santana investe na valorização e desenvolvimento do ser humano, seu maior patrimônio, e nas pesquisas e desenvolvimento tecnológico, objetivando manter a sua liderança no hemisfério sul, como fabricante de isoladores de porcelana para fins elétricos.

Assim sendo, participa do Grupo de Compactação de Subestações de 145kV por acreditar que, no Brasil, temos condições de encontrar soluções adequadas aos nossos problemas, pois dispomos de pesquisadores muito competentes, de mão-de-obra qualificada e de empresas muito bem equipadas para fornecer os materiais e equipamentos necessários.

A Santana sempre tem participado em projetos pioneiros onde isoladores confiáveis de porcelana têm aplicação fundamental. Para o Grupo de Compactação de Subestações de 145kV, a empresa forneceu todos os isoladores tipo bucha para os equipamentos e todos os isoladores suporte, tipo núcleo sólido, utilizados nos barramentos e nas seccionadoras. Este isolador suporte foi escolhido em função de ter dimensões e peso ideais para sistemas compactos, o que pode ser observado na figura onde mostramos a evolução dos isoladores suportes e, em particular, os três tipos utilizados em 138kV (NBI 650KV): o suporte tipo Pedestal, com dimensões avantajadas; o suporte cilíndrico tipo Multicone, versão mais compacta do isolador pedestal, e o suporte cilíndrico tipo Núcleo Sólido, bem mais compacto que os dois anteriores.

Os resultados deste estudo de Compactação de Subestações já estão sendo aplicados. A ABB - Asea Brown Boveri do Brasil já construiu uma subestação de 230kV no Chile, onde a Santana forneceu, além de buchas para equipamentos, os isoladores suporte tipo Multicone para barramento e seccionadoras (ver IEE em REVISTA: Ano 2 - Nº 1 - Pág. 5).

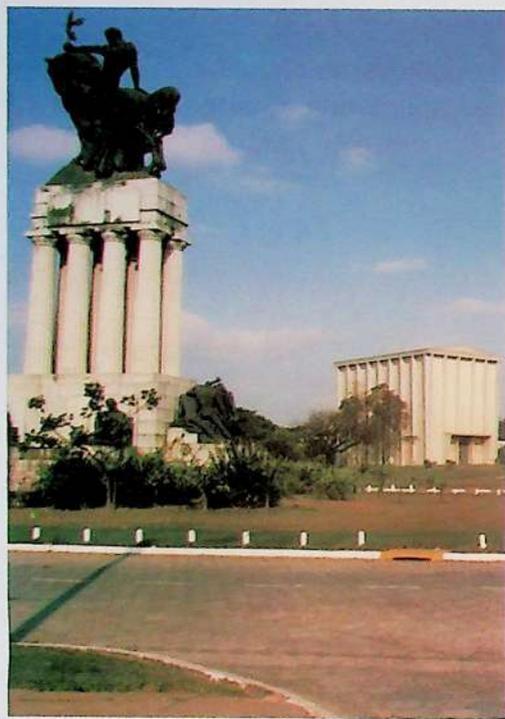
Eng.º Luiz Gonzaga Gardin



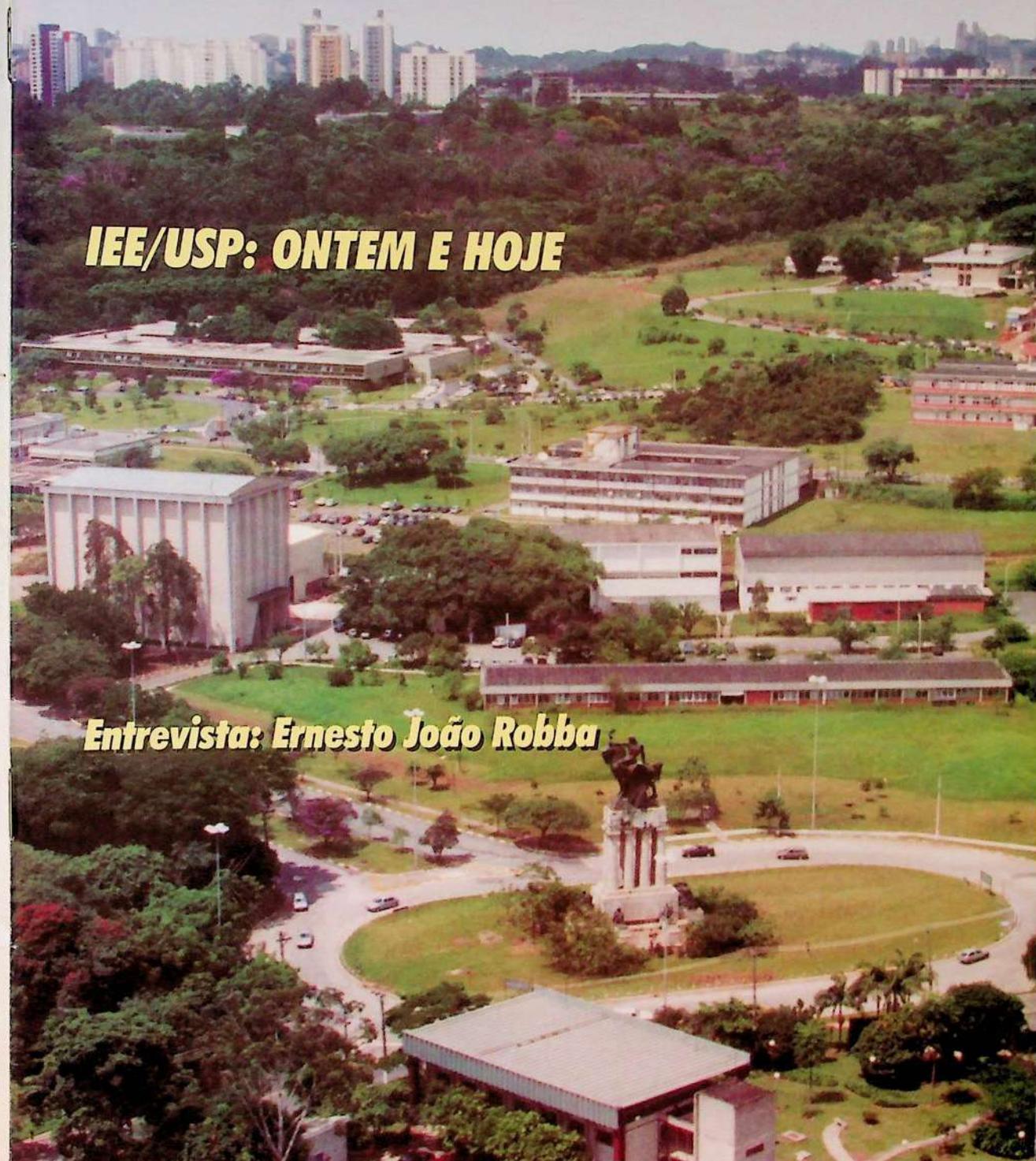
# IEE em REVISTA



Órgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano III - nº 3 - 1997



*Instituto de Eletrotécnica e Energia da  
Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289  
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750*



## IEE/USP: ONTEM E HOJE

## Entrevista: Ernesto João Robba

**LABORATÓRIOS DE ENSAIO**

**DIVISÃO DE POTÊNCIA**

1. **Aparelhos e Materiais Elétricos** - Engº Fumiaki Yokoyama - tel.: (011) 818-4721
2. **Máquinas Elétricas** - Engº Francisco A. Marino Salotti - tel.: (011) 818-4724
3. **Alta Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - tel.: (011) 818-4918
4. **Média Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - tel.: (011) 818-4918
5. **Altas Correntes** - Engº Hélio Eiji Sueta - tel.: (011) 818-4723
6. **Baixa Tensão** - Engº Hélio Eiji Sueta - tel.: (011) 818-4723

**DIVISÃO DE ELETRÔNICA**

1. **Equipamentos Eletromédicos** - Engº Jorge Rufca - tel.: (011) 818-4816/818-4829
2. **Radiagnósticos** - Físico Paulo Roberto Costa - tel.: (011) 818-4829/8137
3. **Manutenção Radiológica** - Engº Jorge Rufca - tel.: (011) 818-4816/4829
4. **Desenvolvimento de Software de Redes** - Bel. Quím. Luiz Carlos Mantovani - tel.: (011) 818-4837
5. **Eletrônica de Potência** - Engº Douglas Garcia - tel.: (011) 818-4730
6. **Equipamentos para Atmosferas Explosivas** - Engº Manuel Joaquim Sequeira - tel.: (011) 818-5062

**DIVISÃO DE ENERGIA**

1. **Fotometria** - Engº Elvo Calixto Burini Junior - tel.: (011) 818-4727
2. **Equipamentos de Medição** - Engº Antonio Carlos de Silos - tel.: (011) 818-4725
3. **Padrões Elétricos** - Engº Osmar Sinzi Shimabukuro - tel.: (011) 818-4725
4. **Aferição e Calibração** - Engº Sérgio Shiguemitsu Sato - tel.: (011) 818-4725

**CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS**

**CERTUSP** - Organismo Credenciado de Certificação de Produtos Equipamentos Eletromédicos e Equipamentos à Prova de Explosão - Engº Gilberto Garlera / Vera Maria Silveira - tel.: (011) 818-4921 - fax: (011) 212-9983



**Capa:**  
Vista aérea parcial das atuais instalações do IEE/USP - Foto: Francisco Emolo

3

**Editorial**

IEE - 10 anos na Cidade Universitária

4

Entrevista com Prof. Ernesto João Robba

5

IEE/USP: Ontem e Hoje

Relato da evolução do IEE/USP, a partir de sua antiga sede na Praça Cel. Fernando Prestes, até os dias atuais.

14

**Novas Atividades**

O Centro de Distribuição de Energia Elétrica - CED  
Centro Nacional de Referência de Biomassa - CENBIO  
Edifício-Laboratório de Subestações Compactas

15

**Destaque**

Serviços Credenciados na RDC e na RBLE do INMETRO

**EDITORIAL**



José Goldemberg

**IEE - 10 anos na Cidade Universitária**

Há 10 anos, o Instituto de Eletrotécnica e Energia enfrentou uma grave crise que ameaçou até mesmo sua sobrevivência. Depois de mais de 80 anos a serviço do desenvolvimento industrial de São Paulo, o Instituto (e seus precursores, o Gabinete de Eletrotécnica e o Laboratório de Eletrotécnica) parecia vítima do seu próprio sucesso: criado para apoiar este desenvolvimento, acabou sendo superado por ele. Na sua fase inicial, ele se especializou em testes de alta tensão e máquinas elétricas, os quais a indústria não tinha capacidade de fazer, mas para a qual se capacitou mais tarde, deixando de utilizar os serviços do Instituto.

No período dinâmico de construção de grandes hidroelétricas pela CESP, o Instituto foi marginalizado. Com a mudança da Escola Politécnica para a Cidade Universitária ficou ainda mais isolado na Praça Fernando Prestes.

No período em que ocupei a Reitoria da USP, surgiu a proposta de extingui-lo. Isto ocorreu justamente na época em que a situação energética do mundo atravessava grandes transformações, com a nova ênfase em planejamento energético, aumento da eficiência energética e no uso de fontes renováveis de energia, que eram áreas nas quais minha atividade como pesquisador se exercia.

Ponderei então aos colegiados próprios da Universidade e à Escola Politécnica que o melhor seria dar nova vida ao IE, transformando-o num Instituto de Eletrotécnica e Energia, ampliando portanto sua área de ação. Além disso, pro-

pus transferi-lo para a Cidade Universitária, onde tornaria a se beneficiar da presença dos professores da Politécnica e outros Institutos.

Minha proposta foi aprovada, o prédio da Praça Fernando Prestes vendido à Prefeitura do Município de São Paulo (e transformando num Museu Cultural) e novas instalações foram construídas para o novo Instituto, que se tornou em poucos anos um dos mais dinâmicos da Universidade.

Nos dias de hoje, vínculos foram estabelecidos com as empresas energéticas do Estado de São Paulo e com o setor privado, permitindo a expansão do Instituto a todas áreas do setor energético, incluindo mais recentemente petróleo e gás.

Nos seus laboratórios, o IEE não só certifica equipamentos e instrumentação eletro-eletrônica, como testa produtos de uso final e de iluminação, e realiza pesquisas de vanguarda em energias renováveis, voltando a ocupar um lugar significativo no processo de desenvolvimento do Estado.

Além disso o Instituto estabeleceu um Curso de Pós-Graduação (em nível de mestrado e doutorado) em Planejamento Energético, que é um dos melhores do País.

A revitalização do Instituto de Eletrotécnica, nos últimos 10 anos, demonstra de maneira clara que o crescimento da Universidade só pode ser feito quando ela se volta efetivamente para os interesses da comunidade.



IEE em Revista é órgão informativo oficial bimestral do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel.: (011) 818-4839 - Fax: (011) 210-7750 - Internet: <http://www.iee.usp.br> - **Reitor da USP:** Flávio Fava de Moraes - **Diretoria do IEE/USP:** Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - **Diretor de Potência:** Orlando Silveiro Lobosco - **Diretor de Energia:** Adnei Melges de Andrade - **Diretor de Eletrônica:** Jean Albert Bodinaud - **Comissão de Divulgação:** Coordenador: Orlando Silveiro Lobosco - **Membros:** Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Edmilson Mourinho dos Santos - Sérgio Antônio de Oliveira - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Ramos - Yara Saivía - Roberto Yokoyama - **Consultor:** Walfredo Schmidt - **Jornalista Responsável:** Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - **Revisão Projeto Gráfico e Diagramação:** Liber Comunicação (tel.: 548-7889 / 541-7704)

## IEE anos 80: Integração à USP e Impulso à Pesquisa

O ex-diretor professor Robba, fala do período em que o IEE mudou para o Campus e passou a se dedicar mais à pesquisa aplicada

IVANIR V. DE OLIVEIRA

O professor Ernesto João Robba foi diretor do IEE no período de 86 a 89. Nomeado pelo reitor da USP na época, o físico José Goldemberg, esteve à frente de algumas importantes mudanças no Instituto. Foi um dos principais articuladores de sua transferência para o Campus Universitário e durante a sua gestão a palavra Energia foi acrescida ao antigo nome, Instituto de Eletrotécnica. Nessa entrevista, ele fala desse período, que traçou as principais linhas do que viria a ser o atual IEE.

**IEE em Revista: Em que contexto os sr. assumiu a direção do IE, em 86?**

**Prof. Robba:** Há cerca de 20 anos havia, por parte das várias diretorias do IE, uma tendência muito grande em sair da USP. A intenção era criar uma fundação semelhante ao IPT, só que essa idéia não vingou. Quando o professor José Goldemberg assumiu a reitoria, em 86, ele quis reverter essa idéia e criar um laço mais forte entre a USP, a Escola Politécnica e o Instituto de Eletrotécnica, que nesse período ganhou o segundo "E", de Energia. Por isso ele me indicou para diretor. E a situação que encontrei é que o IEE não estava contando com muitos investimentos por parte da Universidade, o que é compreensível. Ninguém em sã consciência aplica recursos em algo que pode perder daí a alguns meses.

**IEE: E por que essa vontade de sair da USP?**

**Prof. Robba:** Acredito que as várias gestões anteriores à minha pensavam que saindo da USP e se vinculando à Secretaria de Ciência e Tecnologia haveria mais recursos para o Instituto. O IPT foi pioneiro em se tornar independente da Universidade. Foi num período em que o Governo do Estado liberava poucas verbas para a USP. Não sei se foi bom ou ruim para o IPT, mas ele contava com uma estrutura muito maior, tanto nas instalações como em recursos humanos. O IEE dificilmente teria sobrevivido, porque naquela época vivia apenas de ensaios. Não tinha uma vocação para o desenvolvimento de pesquisa aplicada. De qualquer forma, essa intenção do IEE de



Prof.: Ernesto João Robba

**IEE: E por que o sr. decidiu trazer o IEE para o Campus?**

**Prof. Robba:** Primeiro para promover essa integração com as outras unidades da USP e em segundo porque o prédio da Praça Fernando Prestes, onde é hoje a Fatec, não era adequado para um laboratório por vários motivos. Um deles era a alimentação da rede, que era muito fraca e também não era possível a chegada até lá de caminhões com equipamentos de grande porte. Aqui no Campus tínhamos, naquela época, apenas o prédio conhecido como Tio Patinhas e um outro pequeno. Então, a primeira coisa que fiz foi fazer contatos para que a prefeitura da USP construísse novas instalações. E mudamos de imediato. Primeiro veio a administração e ficamos "empilhados" lá dentro. O que eu ouvi de queixa não está escrito. Mas, no fim, todos se acostumaram. Depois, com

verba do BID, construímos o prédio atual da diretoria, trouxemos mais laboratórios, só permanecendo na cidade o Laboratório de Máquinas, porque são equipamentos pesados e havia aqui no Campus um problema sério de fundação, por causa do terreno ruim.

**IEE: A mudança acabou se mostrando produtiva?**

**Prof. Robba:** Não tenho a menor dúvida. Na época em que entrei, os engenheiros do IEE não tinham condições de cursar uma pós-graduação por causa da distância da cidade e também era difícil para os alunos da Poli terem aulas nos laboratórios do IEE, que são maiores e melhor equipados do que um laboratório didático. Tornou-se possível ainda a contratação de estagiários, o que trouxe uma nova mentalidade. Havia maior troca de informações, de notícias sobre palestras etc. Passou a haver ainda um maior intercâmbio com os professores da Politécnica e isso foi importante porque no IEE tínhamos mais contato com as indústrias, uma experiência que podemos transmitir.

**IEE: Com a mudança, melhoraram os investimentos?**

**Prof. Robba:** O professor Goldemberg nos ajudou muito, mas, na USP, nenhuma unidade pode viver apenas do dinheiro repassado pelo Governo do Estado. Então, começamos a buscar dinheiro fora da Universidade para desenvolver projetos.

**IEE: Nesse período, houve um incremento da pesquisa aplicada?**

**Prof. Robba:** Sim. Trabalhamos três anos para criar o CED - Centro de Excelência de Distribuição, no qual as três estatais de energia aplicam recursos para o desenvolvimento de pesquisa básica, de projetos para resolver problemas. Mas quero deixar claro que sempre considereirei como função primeira do IEE a realização de ensaios, principalmente na área de explosão. Esse é o trabalho que o Instituto oferece à sociedade. Em paralelo com essa atividade, é importante fazer pesquisas, porque é uma forma de aprender muito, de avançar na aquisição de conhecimentos tecnológicos.

## Do Gabinete de Electrotécnica ao Instituto de Eletrotécnica e Energia - 1927 a 1997

Walfredo Schmidt

A data de 25 de abril de 1941 é o marco inicial do Instituto de Eletrotécnica, anexo à Escola Politécnica, como vem noticiado no Diário Oficial do Estado de São Paulo do dia 20 de dezembro de 1940, através do Decreto Nº 11.684, assinado pelo então Intervernor no Estado de São Paulo, Adhemar de Barros.

Em sua primeira sede, situada a Praça Coronel Fernando Prestes, no Bairro do Bom Retiro, em São Paulo, o Instituto desenvolveu suas atividades, avançando a incipiente indústria paulista, que teve no período a partir de 1942 um desenvolvimento significativo, devido às naturais dificuldades oriundas da 2ª Guerra Mundial, em andamento na época. A evolução das atividades da Universidade e do próprio Instituto levou, entretanto, à construção da Cidade Universitária, o que motivou, de modo mais amplo, a transferência do Instituto de Eletrotécnica ao mesmo Campus, na época de 1987, portanto há 10 anos.

Entretanto, a bem da verdade, a idéia desse instituto especializado nasceu bem antes. Já em 1920, o Edifício Ramos de Azevedo, que abrigava os cursos de mecânica e eletricidade, também incorporava um pequeno laboratório de eletricidade, embrião do futuro IEE/USP. Sete anos depois, em 18 de janeiro de 1927, foi concluído o "Ensaio Oficial Nº1", do então "Gabinete de Electrotécnica", relativo à determinação do rendimento de um aquecedor de água.

A partir de 1931, o "Gabinete" passou a se intitular "Laboratório de Electrotécnica". Significativos investimentos foram feitos a partir de 1939, dotando o Laboratório de recursos técnicos considerados de primeira linha na época. Estava assim o laboratório se equipando com os necessários meios para poder en-

frentar os desafios que estavam despondo com a lenta, mas persistente evolução industrial na região de São Paulo.

Eram atendidas na época as áreas de máquinas elétricas e de medidas elétricas.

E foi nesse ambiente de evolução que se chegou a mencionada data de 25 de abril de 1941, quando o Instituto de Eletrotécnica, além de suas finalidades de prestação de serviços à comunidade, incorporou as áreas de pesquisa, aulas,

como a criação do Laboratório da Seção de Eletrônica. Ainda em 1957, a Seção de Fotometria teve ampliadas suas atividades. É também dessa época, mais precisamente de 1955, a criação do Setor de Manutenção de Equipamentos Radiológicos, e o estabelecimento de convênios com o Estado nessa área, que vigoram até hoje.

A partir de 1960, anos difíceis se abateram sobre o Instituto. A transferência da Escola Politécnica para a Cidade Universitária aprofundava as dificuldades. Tal situação se modificou a partir de 1986, quando o então Instituto de Eletrotécnica se transformou em um instituto especializado dentro da USP, conservando, em linhas gerais, suas finalidades expressas no Decreto Nº 11.684 de 1940, e estruturando suas atividades em três diretorias específicas: Potência, Eletrônica e Energia. E aí o Instituto passou a ter a designação "Instituto de Eletrotécnica e Energia - IEE".

Foi a partir de 1987 que o IEE começou, de modo mais intenso, a se transferir para a Cidade Universitária, fato que se concretizou em 1988. Iniciaram-se, portanto, há 10 anos, as atividades no Campus, que é o enfoque da presente edição da revista.

Nota-se hoje, 1997, que diversas das atividades anteriores foram mantidas, outras desdobradas, outras ainda criadas. Com as subdivisões efetuadas, novas capacidades de trabalho foram liberadas, fator básico para que possa haver desenvolvimento. E é de suas atuais atividades que relatam seus responsáveis, dentro de um clima de otimismo, voltado para o futuro próximo, devidamente alicerçado no "Planejamento Estratégico 1996-2010", recentemente elaborado.



Vista geral do antigo Laboratório de Máquinas Elétricas; no detalhe, Prédio do Instituto de Eletrotécnica na Praça Cel. Fernando Prestes

**Seção Técnica de Alta Tensão e Média Tensão**

Celso Pereira Brás

**Laboratório de Alta Tensão**

O Laboratório de Alta Tensão do IEE/USP é um dos mais importantes do País, tendo desde 1952, colaborado de forma decisiva no desenvolvimento da indústria elétrica brasileira, principalmente de equipamentos para as usinas hidrelétricas e linhas de transmissão, como os do sistema de Itaipu, por exemplo.

Localizado na Cidade Universitária, tem uma área útil de 400m<sup>2</sup>, 25m de altura, é totalmente fechado, sem janelas, de modo a manter as condições ambientais constantes durante os ensaios, além de permitir a execução de ensaios em ambiente completamente escuro.

Conhecido pelo alto índice de confiabilidade dos seus serviços, prestados ao longo de 44 anos de operação e com a experiência de mais de dez mil variados ensaios, a implementação do Programa da Qualidade do IEE e o pedido de credenciamento dos principais serviços prestados junto ao INMETRO em 1997, tornarão a qualidade e a confiabilidade do Laboratório de Alta Tensão ainda maiores.

**Laboratório de Média Tensão**

Há duas décadas, quando a indústria elétrica do País precisava desenvolver os pára-raios de distribuição, cuja evolução em todo o mundo era bastante rápida, o IEE foi um dos pioneiros, adaptando parte do seu Laboratório de Alta Tensão e transformando-o em um dos primeiros laboratórios para ensaios de pára-raios no Brasil.

A iniciativa contribuiu com diversas empresas do setor, tais como ABB, A Eletrotécnica, Balestro, Delmar, Inepar, Line Material, Lorenzetti, Proesa, Sprecher, entre outras.

Com a crescente demanda de ensaios para equipamentos com tensão de operação de até 15 kV e de impulsos de tensão até 10 kV em equipamentos eletrônicos, recentemente o Laboratório de Pára-raios ampliou suas atividades e passou a ser chamado Laboratório de Média Tensão.

Para isso o laboratório passou por uma reforma completa, que incluiu desde a aquisição de um gerador de impulsos de tensão (1,2/50  $\mu$ s - 10 kV) e a adaptação do gerador de impulsos de corrente

A partir de 1998, também, o laboratório passará a integrar a Rede Brasileira de Calibração - RBC - ou a Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios - RBLE - para sistemas de medição de altas tensões, o que possibilitará a calibração destes sistemas para laboratórios que pretendam atender as exigências da norma NBR IEC 60-2 - Ensaio Elétricos em Alta Tensão. Para isso, o laboratório está desenvolvendo um divisor de referência e adquirindo digitalizadores de última geração.

Este fato ampliará o elenco de ensaios realizados atualmente, entre os quais destacam-se dois tipos: impulsos de tensão até 2.000 kV e tensão de frequência industrial até 800 kV, em diversos equipamentos, tais como: transformadores, disjuntores, seccionadores, religadores, cabos, conectores, etc..

O laboratório atende, normalmente, as grandes concessionárias de energia e empresas do setor elétrico do Brasil e outros países, tais como CEB, CESP, CHESF, CPFL, Eletropaulo, ABB, AEG, Alcoa, Burndy (Fromatome), IMG, PLP, Lorenzetti, Raychem, Sade-Vigesa,

para tensão e corrente, até a ampliação da cabine de comando e a troca do piso, podendo, agora, receber equipamentos mais pesados.

Hoje, o laboratório conta com uma ampla área, estando apto a realizar a maioria dos ensaios previstos para pára-raios de carbono de silício, alguns ensaios em pára-raios de óxidos metálicos, seccionadores, transformadores, religadores e outros equipamentos com classe de tensão até 15 kV, normalmente utilizados na distribuição de energia elétrica. Além destes, é possível a realização de ensaios de impulso de tensão e corrente em equipamentos eletrônicos, tais como centrais telefônicas, televisores, terminais de vídeos, relés, etc..

Estão nos planos do Laboratório de Média Tensão, a realização de novos ensaios em pára-raios de óxidos metálicos e em equipamentos eletrônicos. Para isso deverão ser desenvolvidos e construídos, pela própria equipe do Laboratório, dois novos equipamentos, um gerador de impulsos de tensão e outro gerador de onda oscilatória, que atendam a norma IEC 255-5.

Neste ano, devem também ser conclu-

**PRINCIPAIS ENSAIOS:**

- Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2/50  $\mu$ s) até 2.000 kV
- Tensão disruptiva de impulso atmosférico a 50 % (1,2/50  $\mu$ s) até 2.000 kV
- Impulso de manobra até 1.300 kV
- Tensão suportável em 60 Hz até 800 kV a seco e sob chuva
- Tensão disruptiva em 60 Hz até 800 kV a seco e sob chuva
- Medição da tensão de radiointerferência
- Medição do fator de potência ou de perdas do isolamento
- Medição da intensidade de descargas parciais
- Medição da corrente de fuga
- Corona visual

Siemens, Toshiba, entre outras.

Além da prestação de serviços, os projetos de pesquisa também encontram espaço na rotina do laboratório, sendo o principal referente a "Compactação de Subestações Abrigadas", desenvolvido em conjunto com CESP, CPFL e Eletropaulo, porém, qualquer empresa pode solicitar um projeto ao Laboratório de Alta Tensão.

idos o Manual da Qualidade do Laboratório e a formalização dos seus procedimentos de ensaios, visando sua entrada definitiva no Programa de Qualidade do IEE.

**PRINCIPAIS ENSAIOS:**

- Em pára-raios:
- Tensão disruptiva em frequência industrial
  - Tensão residual (8/20  $\mu$ s)
  - Tensão disruptiva de impulso atmosférico
  - Corrente elevada
  - Corrente de impulso retangular de longa duração
  - Medição da tensão de radiointerferência
  - Medição da tensão de referência em resistores de ZnO

- Em outros equipamentos:
- Impulso de corrente (8/20  $\mu$ s)
  - Impulso de tensão (1,2/50  $\mu$ s - até 10 kV)
  - Medição da tensão de radiointerferência
  - Medição da corrente de fuga

**Seção Técnica de Eletrônica de Potência**

Gilberto F. Garlera / Douglas A. de Andrade Garcia

A Seção Técnica de Eletrônica de Potência teve origem no projeto para criar uma área com capacitação em ensaios de componentes semicondutores de potência, tais como diodos e tiristores. Este projeto visava a então emergente indústria de semicondutores no Brasil, bem como o uso previsto destes componentes em grandes projetos de transmissão de energia elétrica em corrente contínua. Para atender a esta nova demanda de ensaios, foi criado o Laboratório de Se-

micondutores de Potência, equipado com instrumentos-padrão importados da LEM - Suíça.

Em 1995, o então Laboratório de Semicondutores de Potência foi elevado à categoria de Seção Técnica, passando a prestar serviços de maneira mais abrangente, com a inclusão de ensaios em equipamentos que utilizam componentes semicondutores de potência. Destes equipamentos podemos destacar: estabilizadores de tensão, "No Breaks", fontes CA/CA e CC/CC, inversores e conversores.

Atualmente a Seção Técnica está capacitada a realizar ensaios em equipamentos eletrônicos de acordo com a Norma IEC 146 e 686 e em componentes semicondutores de potência de acordo com a Norma IEC 747-2 e 747-6.

Paralelamente à atividade de ensaios, a Seção Técnica de Eletrônica de Potência também, atua no desenvolvimento de tecnologia ligada a sistemas eletrônicos informatizados. Como exemplo desta atividade destaca-se o desenvolvimento de tecnologia na área de medição de energia elétrica utilizando microprocessadores do tipo DSP.

**PRINCIPAIS ENSAIOS:**

- Harmônicos de corrente e tensão
- Curto-circuito
- Sobrecarga
- Degrau de tensão e corrente
- Tensão aplicada
- Resistência de isolamento
- Eficiência
- Fator de potência
- Sobretensão e sobrecorrente
- Estabilização
- Proteção de sobrecorrente e sobretensão.
- Principais parâmetros de semicondutores:  $dU/dt$ ,  $U_F$ ,  $U_R$ ,  $I_R$ ,  $Q_{rr}$ ,  $t_{rr}$ ,  $U_{GT}$ ,  $I_{GT}$



Ensaio com registrador de curvas de carga

**Seção Técnica de Fotometria**

Elvo Calixto Burini Junior

A transferência do IEE para a Cidade Universitária possibilitou o agrupamento de todas suas unidades operacionais ou Seções Técnicas. Tal fato contribuiu decisivamente para uma maior integração e intercâmbio entre funcionários, professores e consultores.

Particularmente, na Seção Técnica de Fotometria, onde algumas atividades dependem da disponibilidade de área e grandes dimensões lineares, ocorreram dificuldades de natureza operacional com a mudança para o Campus. Algumas dessas dificuldades já puderam ser superadas; outras estão aguardando o término das novas instalações, em fase final.

Na década de 60, os ensaios em faróis de automóveis do tipo "sealed beam" e a medição das iluminâncias no plano horizontal dos campos de futebol do Maracanã e do Pacaembú, ao nível do gramado, mereceram destaque, com vistas à verificação dos respectivos projetos.

Já nos anos 80, mereceram destaque o início do processo de credenciamento junto ao INMETRO e a aquisição de padrões fotométricos, os quais foram reproduzidos e mantidos. A solicitação de credenciamento teve como meta inicial as lâmpadas incandescentes, tendo porém recebido extensão para lâmpadas de descarga em gases e respectivos reatores.

Hoje, com o apoio de recursos provenientes da Eletrobrás - Projeto CALA, a meta é o credenciamento para sistemas de lâmpadas a vapor de sódio a alta pressão. Tal procedimento demonstra a diretriz do setor, no sentido de promover a melhoria contínua da qualidade dos serviços prestados.

Foram realizados também:

- Trabalhos de pesquisa em luminárias para instalação interna;
- Elaboração e implementação de alguns projetos-piloto a partir dos sistemas "reflexivos" desenvolvidos, e
- Participação na elaboração de normas técnicas, nos subcomitês CB-3, CB-8 e CB-16.

**IEE/USP: ONTEM E HOJE**

**Biblioteca Prof. Fonseca Telles: 10 anos**

Fátima A. Mochizuki

A Biblioteca Prof. Fonseca Telles iniciou suas atividades quando da fundação do Instituto de Eletrotécnica, em 1941. Localizada na Praça Coronel Fernando Prestes, antigas instalações do Instituto, permaneceu neste local até 1986. Em 1987, mudou-se para o "Campus" da USP, na Cidade Universitária, fixando-se provisoriamente no prédio onde atualmente é ministrado o Curso de Pós-Graduação em Energia.

Ao longo desses anos, mudanças ocorreram tanto no que tange ao aumento do acervo de material bibliográfico, quanto na busca constante de atualização dos equipamentos ora existentes na Biblioteca. Nesse sentido, é nosso propósito apresentar alguns aspectos relevantes que marcaram significativamente nossa atuação junto à comunidade universitária nesses últimos dez anos, notadamente ao público interno do Instituto.

**Nos dias de hoje**

Face ao avanço tecnológico observado nos dias de hoje, coube à Biblioteca adequar-se a essa nova realidade. Surge, porém, uma dificuldade: Como responder satisfatoriamente a uma necessidade cada vez maior de informações advindas do anseio de pesquisadores, estudantes e todos os que nos solicitam tais informações? Colocado o problema nestes termos, elencamos, de forma sucinta, possíveis maneiras de enfrentá-lo, razão pela qual apresentamos abaixo nossos recursos disponíveis:

- ACERVO: Livros: 8.500  
Folhetos: 2.800  
Periódicos: 4.300  
Normas Técnicas: 28.566
- ESPAÇO FÍSICO: 260 m<sup>2</sup>
- EQUIPAMENTOS:

Tendo em vista mudanças na própria estrutura interna do Instituto, isto é, com implementação do Curso de Pós-Graduação em Energia, acrescentou-se material bibliográfico correlato a essa área. Destaque-se ainda que os materiais bibliográficos relativos à Engenharia Elétrica, Eletrônica e Computação bem como aplicações médico-hospitalares também tiveram aumentada sua quantidade.

No que se refere aos equipamentos, fomos agraciados por parte do SIBI (Sistema Integrado de Bibliotecas) com a cessão do DEDALUS (Banco de Dados da USP), três microcomputadores Pentium, e uma impressora HP-Deskjet 600. Com recursos próprios do Instituto, obtivemos dois micros, sendo um 486 e outro 386, uma impressora a Laser HP e uma servidora de CD-ROM's, conectada à rede

**Breve histórico**

Havia uma predominância em nosso acervo de material bibliográfico relacionados às áreas de Engenharia Elétrica e Eletrônica.

- ACERVO - Até 1986, composto por 6.200 livros, 2345 folhetos, 3407 periódicos e 23.000 normas técnicas.
- ESPAÇO FÍSICO: compreendia um total de 280 m<sup>2</sup>.
- EQUIPAMENTOS: quanto aos equipamentos, seu espaço físico era preenchido por aquilo que hoje podemos considerar quase como "reliquias", ou seja, duas máquinas de escrever elétricas e máquinas datilográficas mecânicas.

do Instituto, através da qual vários usuários podem acessá-la simultaneamente.

Sem dúvida alguma, observou-se uma inovação nestes últimos dez anos, uma vez que agregamos o que há de mais eficaz no que diz respeito aos sistemas de informação.

As Bases de Dados com acesso em CD-ROM são: Doe Energy, Health Devices Alert, Healthcare, EEDisc, Inspec-Electrical Electronics and Computer, Standards Infodisk, Inspec, Physics Abstracts, Worldwide Standards, Enerdata, CIGRE, Almanaque Abril e World Energy.

Ressaltamos que todo mobiliário da Biblioteca é o mesmo desde a sua fundação. Entretanto, com o apoio Institucional da FAPESP (mediante projeto previsto para este fim), esperamos renovar esse mobiliário, além de sermos beneficiados com aquisição de material bibliográfico, dotando-a de melhores equipamentos de informática.

**Nosso Futuro**

Respeitando o passado e o presente de nossa entidade, no ensejo das comemorações de seus 10 anos de instalação na Cidade Universitária, e em conformidade com Plano Estratégico do IEE/USP 1996-2010, esperamos atingir nossos objetivos com a mesma competência e destemor que sempre paularam nossas ações.

Árduo tem sido o trabalho da equipe em dividir o tempo entre a responsabilidade pela sua tradição, e estar presente e atuante no atendimento ao seu público.

**Seção Técnica de Aferição e Calibração**

Sergio S. Sato

A Seção Técnica de Aferição e Calibração teve origem na Seção de Aferição, tendo seus trabalhos coordenados com as duas outras áreas que tiveram a mesma origem: a de Padrões Elétricos e a de Equipamentos de Medição. Particularmente em relação à Seção Técnica de Padrões Elétricos, essa opera em grande parte nas mesmas atividades, porém com incertezas maiores que as exigidas nos padrões.

Sua atividade nos últimos três anos, a partir de 1994, vem se caracterizando por uma modernização nos procedimentos, que objetivam melhorar continuamente o atendimento dado aos clientes. As instalações também serão ampliadas, provavelmente no segundo semestre deste ano.

Em função do credenciamento que esse laboratório tem, por nomeação do INMETRO, desenvolve suas atividades nas seguintes áreas:

Medida de grandezas elétricas:

- de corrente alternada até 20A, 60Hz
- de corrente contínua até 30A
- de tensão alternada até 1kV, 60Hz
- de tensão contínua até 1kV
- de potência
- de frequência industrial (60Hz).

Aferição e Calibração de:

- Multímetros analógicos e digitais
- Décadas resistivas
- Capacitores de baixa-tensão em 1kHz
- Medidores de energia de baixa-tensão
- Padrões de energia para o controle de medidores de energia.

Particularmente, visando o seu uso na área industrial, a seção pretende intensificar seus ensaios em fontes de alta-tensão e efetua a medição da tensão de passo, da tensão de toque, da resistividade elétrica do solo, faz o registro de estabilidade de tensão, de corrente e de potência em subestações e ensaios em frequências diferentes de 60Hz.

**IEE/USP: ONTEM E HOJE**

**O Serviço Técnico de Aplicações Médico-Hospitalares (STAMH)**

Jorge Nicolau Rufca

O IEE/USP presta, tradicionalmente, desde 1955, manutenção dos equipamentos radiológicos dos hospitais e centros de saúde da Secretaria de Estado da Saúde.

Essa atividade teve seu início por determinação expressa do então Governador do Estado, face às dificuldades encontradas pela Secretaria da Saúde em realizar manutenção nos equipamentos de raios-X dos dispensários de tuberculose. Como todos naquela época, os equipamentos eram importados, a mão-de-obra para mantê-los era escassa e o custo muito alto.

Na década de 50 e até os anos 80, utilizava-se no Brasil, para exames pneumológicos, os conhecidos equipamentos de abreugrafia. Por ser um dos maiores avanços tecnológicos em diagnóstico por imagens da época, o uso deste equipamento era bastante divulgado e utilizado no diagnóstico da tuberculose, possuindo a Secretaria da Saúde vários deles em seus dispensários da Capital e do interior e diversos montados em unidades móveis, que se deslocavam para os mais diferentes pontos do Estado.

Na década de 70, o IEE participou ativamente da especificação e do recebimento de um grande lote de equipamentos radiológicos importados da França, executando ensaios de recebimento antes de os equipamentos entrarem em operação. Nesses ensaios detectaram-se problemas nas placas de circuito impresso das máquinas, sendo apresentadas sugestões para a tropicalização dos equipamentos ao fabricante, as quais, adotadas, viabilizaram o uso desses equipamentos.

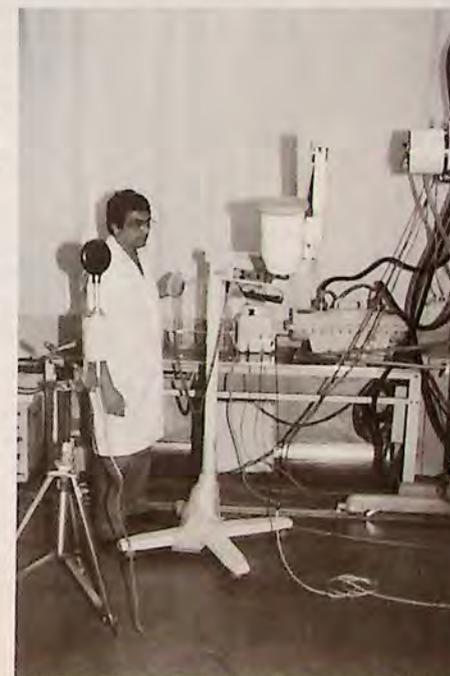
A participação do IEE/USP no processo de importação foi importante, de tal forma que ainda nos dias de hoje temos funcionando quase que a totalidade desses equipamentos. De fato, isso é possível devido ao lote de peças de reposição e pela exigência da documentação técnica adequada à manutenção e operação dos equipamentos.

A partir de então, o IEE foi assumindo cada vez mais a manutenção dos equipamentos de raios-X do Estado e, à medida que se adquiriam novas tecnologias, a equipe de manutenção ia se tornando responsável por uma diversificação cada vez maior de tipos e marcas de equipamentos.

Anteriormente, a equipe de manutenção de equipamentos de raios-X do IEE pertencia a Seção de Alta Tensão, já lo-

cada no Campus da Cidade Universitária. Quando outras seções foram transferidas da Praça Coronel Fernando Prestes para o Campus, com a reestruturação administrativa do Instituto, a antiga equipe de manutenção ganhou status de Divisão, passando a se denominar Divisão de Eletrônica Hospitalar. A nova estrutura organizacional permitiu a reestruturação gerencial do grupo, ampliando o atendimento e melhorando a qualidade dos serviços prestados.

Dessa forma, o IEE, já conhecido na comunidade científica, tornou-se uma espécie de centro de referência em radiologia para diagnóstico médico, sendo convidado, frequentemente, para participar de congressos, seminários,



**Ensaio de medição da radiação de fuga de cúpulas**

enfim vários eventos ligados a engenharia biomédica e manutenção hospitalar.

Em 1990, a chefia do setor foi convidada a participar como assessora do Ministério da Saúde na elaboração de um Programa Nacional de Equipamentos Odonto-Médico-Hospitalares - PROEQUIPO. Nessa mesma época, o

IEE também foi convidado a assessorar o Ministério da Educação na compra de equipamentos eletromédicos para os Hospitais Universitários.

O PROEQUIPO incentivou a criação de vários subprogramas, nos quais o IEE teve ativa participação. Assim, o subprograma Engenharia Clínica incentivava a formação de Recursos Humanos, e dessa forma foi idealizado no IEE um curso de especialização em Engenharia Clínica. Enquanto isso, o subprograma PECES incentivava a certificação de equipamentos eletromédicos, o que levou o IEE a implementar o Laboratório de Ensaios de Equipamentos Eletromédicos, para atender às necessidades do Ministério da Saúde.

Ao mesmo tempo, reestruturava-se no IEE o organograma, e a Divisão de Eletrônica Hospitalar passava a ser denominada Serviço Técnico de Aplicações Médico-Hospitalares, sendo composta por quatro seções técnicas:

- **Seção de Manutenção Radiológica**, dedicada a manutenção dos equipamentos de raios-X da Secretaria de Estado da Saúde;
- **Seção de Ensaios de Equipamentos Eletromédicos**, cuja atividade fim são os ensaios normalizados em equipamentos eletromédicos de alto risco;
- **Seção de Radiodiagnóstico**, responsável pela pesquisa e implementação de Programas de Qualidade Radiológica, contemplando aspectos de Controle da Qualidade e desenvolvimento dos equipamentos radiológicos; e
- **Seção de Engenharia Hospitalar**, responsável pela rastreabilidade metrológica dos instrumentos e sistemas de medição das outras três seções, bem como pelo desenvolvimento de gigas de testes para utilização em ensaios de certificação de equipamentos eletromédicos e no controle da qualidade radiológica.

O IEE/USP possui hoje o primeiro laboratório de equipamentos eletromédicos credenciado pelo INMETRO, além de programas de qualidade radiológica que são aplicados em hospitais e clínicas, e está investindo cada vez mais em treinamento para os especialistas e na ampliação dos serviços.

**Seção Técnica de Aparelhos e Materiais Elétricos**

Geraldo F. Burani / Fumiaki Yokoyama

Com a transferência da Seção Técnica de Aparelhos e Materiais Elétricos para o Campus da Cidade Universitária, em 1987, tivemos um período de grandes dificuldades devido à falta de instalações adequadas. Somente a partir de 1994, com a construção do prédio próprio, a Seção passou a apresentar melhores condições de trabalho. Após este período de transição, a Seção teve a sua capacidade de realização de ensaios aumentada com a implantação dos laboratórios de ensaios de trilhamento elétrico e de compatibilidade elétrica (intemperismo sob tensão elétrica). Com estes laboratórios, a Seção passou a atender às necessidades dos fabricantes e usuários de cabo cobertos, acessórios de linhas de distribuição (isoladores poliméricos, amarrações, espaçadores, conectores, pré-formados) e matérias-primas de isolações elétricas. A seção também tem executado ensaios especiais, em conformidade com as necessidades de interessados.

As características técnicas das matérias-primas são a primeira referência

para avaliar o comportamento elétrico, mecânico, térmico e químico de um componente ou aparelho elétrico.

É do seu profundo conhecimento que depende um projeto racional, o que definirá a durabilidade e as demais características que o produto venha a apresentar. Os procedimentos técnicos na sua determinação obedecem às normas técnicas de ensaio, destacando-se as da ABNT, IEC, VDE, NEMA, ASTM e outras, ou mesmo procedimentos de ensaios específicos solicitados pelos fabricantes, estando o Laboratório de Aparelhos e Materiais Elétricos normalmente capacitado a executá-los.

Os aparelhos e componentes, por seu lado, são ensaiados para se estabelecer as características operacionais, tais como condições de funcionamento perante correntes e tensões normais e anormais, curvas de atuação de dispositivos de proteção, comportamento elétrico e mecânico perante correntes de curto-circuito e outras.

Dentro dessa ampla gama, destacam-se os ensaios feitos nos seguintes materiais, componentes e aparelhos:

1. De matérias-primas:
  - Caracterização de isolantes sólidos e líquidos, e
  - Características de materiais condutores.
2. De componentes elétricos:
  - Fios e cabos de média e baixa tensão,
  - Cordoalhas,
  - Pisos e placas condutivas para fins hospitalares e industriais
  - Barramentos blindados e não-blindados, e
  - Conectores eletromecânicos de baixa e média tensão.
3. De aparelhos elétricos:
  - Tomadas e soquetes de baixa tensão,
  - Dispositivos de manobra, tais como disjuntores, seccionadores e contadores,
  - Dispositivos de proteção, tais como relés de sobrecarga, relés de curto-circuito e fusíveis, particularmente na determinação de suas curvas tempo de atuação x corrente,
  - Religadores, e
  - Painéis de manobra e cubículos de baixa e média tensão.

**Seção Técnica de Equipamentos de Medição**

Antonio Carlos de Silos

O Laboratório de Equipamentos de Medição, que iniciou suas atividades em 1975, desenvolve sua atuação, tradicionalmente, no atendimento de indústrias e concessionárias de energia elétrica, executando os ensaios de rotina e de tipo em transformadores para instrumentos, de acordo com as normas da ABNT, da ANSI e da IEC, bem como na calibração de instrumentos e equipamentos de medição em alta tensão e altas correntes.

Sendo o único laboratório credenciado pelo INMETRO na sua atividade, concentra seus serviços atualmente na calibração de derivadores em CC até 1500A, de amperímetros de corrente contínua tipo alicate até 1500A e de corrente alternada até 5000A em 60Hz; de fontes de alta-tensão e aparelhos para ensaio de rigidez dielétrica, em corrente alternada até 120kV, 60Hz e em corrente contínua até 30kV; de quilovoltímetros em corrente contínua



Vista do Laboratório de Equipamentos de Medição

e alternada; de pontas de prova para alta-tensão; transformadores de potencial indutivos (TPI's); de transformadores de corrente na faixa de 0,5 a 5000A; de cargas-padrão; de capacitores-padrão para TPI's; de medidores da relação de transformação até 350:1; e dos ensaios previstos pela NBR 6821/92 para transformadores de corrente (TC's). É feita também a verificação de funcionamento de Pontes Shering, na medição de capacitância e fator de dissipação em alta tensão em 60Hz.

Suas atividades estão ainda se ampliando na área de calibração de transformadores padrão para instrumentos com grau de incerteza de 50ppm até 5kA e 200kV em 50 ou 60Hz, segundo as normas ABNT, ANSI e IEC.

Atua também na área de cursos, em conjunto com os demais setores de metrologia do IEE/USP, notadamente no de Medidas Elétricas e no de Transformadores de Potencial Indutivos (TPI's).

**Laboratório de Equipamentos Elétricos para Atmosferas Explosivas**

Manuel Joaquim Sequeira

O Laboratório de Equipamentos Elétricos para Atmosfera Explosivas (LEX) foi criado pelo Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP em 1958, com a colaboração da Petrobrás, FAPESP e as indústrias do setor. Os tipos de ensaios executados pelo LEX têm como objetivo verificar o grau de segurança que os equipamentos elétricos possuem quando são instalados em locais onde existem, ou podem existir, misturas explosivas, uma vez que esses instrumentos podem produzir centelhas elétricas ou ter sua superfície aquecida.

Durante mais de 25 anos, esse foi o único laboratório do gênero existente no Brasil e, em 1986, tornou-se o primeiro laboratório (OCC) credenciado para a certificação de equipamentos elétricos à prova de explosão pelo Instituto Nacional de Metrologia - (INMETRO), em invólucros à prova de explosão, segundo as normas da ABNT e IEC.

Com a recente atualização das normas feitas pelas comissões técnicas do COBEI (Comitê Brasileiro de Eletricidade), em relação aos equipamentos elé-

tricos para atmosferas explosivas e a regulamentação da utilização dos mesmos para as áreas classificadas através das portarias 164, de 16/7/91; 39, de 5/3/94; e, 238, de 29/12/94, do INMETRO, tornou-se necessária a revalidação desse equipamentos, revalidados pelos Organismos de Certificação Credenciados (OCC).

O IEE/USP faz a caracterização da proteção de invólucros à prova de explosão através das fases:

- 1- Análise do equipamento
- 2- Ensaios para determinação da pressão de referência
- 3- Ensaio de sobrepressão
- 4- Ensaio de propagação

Para a realização desses ensaios, o Instituto dispõe dos seguintes equipamentos e instalações: cromatógrafo a gás, sistema de medição da pressão de referência através de sensor piezoelétrico e osciloscópio com memória, sistema com bomba de alta pressão de óleo, sala condicionada, além de outros dispositivos para os demais testes.

**Seção Técnica de Padrões Elétricos**

Osmar S. Shimabukuro

A Seção Técnica de Padrões Elétricos resultou do desdobramento da antiga Seção de Aferição, a partir de 1994. Suas atividades anteriores se concentravam na medição de resistores-padrão e de pilhas-padrão. Atualmente, além das citadas, o setor ampliou sua gama de capacitação técnica, ao mesmo tempo em que elevou a confiabilidade e a rapidez de atendimento dos seus clientes. O processo ainda está em andamento, sobretudo em função do término de suas futuras instalações, previsto para o segundo semestre de 1997, condições básicas para poder enfrentar a altura a concorrência de outras entidades com finalidades semelhantes.

Destacam-se em suas atividades atuais de controle e medição, os ensaios aplicados a aparelhos e equipamentos, bem como medição de grandezas, efetuando em muitos casos a rastreabilidade junto às indústrias, nos seguintes aspectos:

- padrões de medição internos aos laboratórios do IEE/USP e de padrões externos, em função do seu credenciamento junto ao INMETRO e ao Observatório Nacional.
- resistores-padrão e pilhas-padrão.
- transferência AC/DC.

Medição de corrente com rastreabilidade:

- alternada até 20A, 60Hz, incerteza de 200ppm
- contínua até 30A, incerteza de 50 ppm para fontes e 0,02% para medidores

Medição de tensão com rastreabilidade:

- alternada até 1kV, 60Hz, incerteza de 100ppm
- contínua até 1kV, incerteza de 10ppm

Medição de resistência até 10MΩ, incerteza de 100ppm, com rastreabilidade.

Multímetros digitais, tensão e corrente contínuas e alternadas e resistência. Décadas resistivas de alta classe de exatidão. Calibradores de corrente e tensão, contínua e alternada.

Além de sua atividade em ensaios e medição, o setor atua na apresentação de cursos de sua especialidade, bem como participa nos Programas de Comparação Interlaboratorial para o monitoramento dos diversos laboratórios credenciados, dentro da ação de rastreabilidade da Rede Brasileira de Calibração - RBC.

**Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia**

Murilo Fagá

Em meados da década de 70 surgiram, a nível internacional, os primeiros esforços acadêmicos na criação de cursos relacionados com as questões da energia e do meio ambiente, contribuindo para que o uso racional e eficiente dos recursos energéticos e a busca de menores consequências sobre o meio ambiente respondessem a uma das necessidades prioritárias da sociedade.

A importância estratégica de desenvolver novas áreas, em especial a área de energia, levou o Conselho Universitário da Universidade de São Paulo a conceder ao então Instituto de Eletrotécnica -IE a condição de Instituto Especializado da USP, que passou a ter a designação de Instituto de Eletrotécnica e Energia - IEE/USP. Tal transformação foi regulamentada pela publicação da Resolução número 3.198, de 1º de julho de 1986, do Magnífico Reitor Professor José Goldemberg, publicada no D.O.E. em 1º de julho de 1987, que em seu artigo 3º define, entre outros, o objetivo de realizar pesquisas científicas e tecnológicas no âmbito da energia elétrica e energia em geral.

A partir desse momento, o desafio para a criação de um curso de pós-graduação em energia tinha adquirido sua sede própria, o recém-criado IEE, que na época estabelecia-se no Campus da Cidade Universitária.

No estudo relativo às questões energéticas é fundamental, como ferramenta de análise, a utilização de conceitos oriundos de diferentes áreas de conhecimento. Assim por exemplo, na definição de estratégias de planejamento, na análise técnica e econômica de projetos, na avaliação econômica e institucional de sistemas energéticos, no desenvolvimento de novas tecnologias e nos impactos ambientais inerentes à produção e uso da energia (e, portanto, na estruturação de um programa de pós-graduação em energia), outras unidades da Universidade deveriam obrigatoriamente participar.

Uma equipe de professores e pesquisadores do Instituto de Eletrotécnica e Energia, da Escola Politécnica, do Instituto de Física e da Faculdade de Economia Administração e Contabilidade, se reuniram, a partir de 1987, para a estruturação do estratégico programa de pós-graduação, que sediado no IEE, iniciou suas atividades no primeiro semestre de 1989, representando um dos primeiros e bem-sucedidos programas interunidades da Universidade.

**IEE/USP: ONTEM E HOJE**

**Seção Técnica de Máquinas Elétricas**

Francisco Antonio M. Salotti

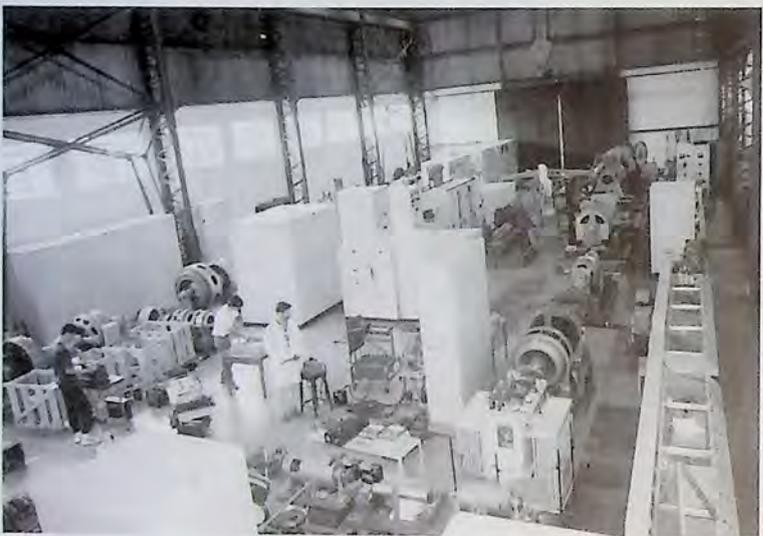
O Laboratório de Máquinas Elétricas do então Gabinete de Electrotécnica, mais tarde Laboratório e Instituto de Electrotécnica, hoje Instituto de Electrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, (de 1920 até 1988), esteve instalado no Edifício Ramos de Azevedo, no Bairro do Bom Retiro. Nestes 68 anos foi aos poucos sendo remodelado para atender às necessidades da comunidade, dentro dos seus objetivos com o traço de união entre a Universidade e a indústria eletro-eletrônica, seja fazendo papel de prestador de serviços ou colaborador no desenvolvimento tecnológico ou ainda na formação de recursos humanos.

Em 1986, a definição do Instituto de Electrotécnica como "Instituto Especializado da Universidade de São Paulo", e não mais como uma "Autarquia Associada à USP" veio modificar fundamentalmente a posição do órgão junto à comunidade científica e empresarial, pois ficou consolidado um longo trabalho de reaproximação entre o Instituto e a Escola Politécnica.

Já antes de 1986, embora entre seus clientes usuais já se encontrassem muitas das mais importantes organizações do País, sempre existiu, como ainda existe, grande preocupação em assegurar todo apoio à Pequena e Média Empresa, o que exigia esforço e vigilância constantes no sentido de não onerar excessivamente os custos dos trabalhos executados. Conseqüência desta política era procurar soluções modestas e econômicas desde que tecnicamente adequadas. Assim, a ampliação da capacidade de atendimento e dos recursos disponíveis era feita com investimentos pequenos.

Com a mudança do IEE da sua sede original do bairro do Bom Retiro para o

Campus da Cidade Universitária, o Laboratório de Máquinas Elétricas foi o primeiro Laboratório a modernizar-se, o que exigiu imenso esforço da sua diretoria para obter recursos e terminar toda sua reinstalação em agosto de 1992. Durante a fase de reinstalação, todas as máquinas (transformadores, grupos rotativos geradores CA e CC, painéis de comando) foram reformadas em detalhes como: troca de isoladores quebrados, filtragem de óleo, repintura dos transformadores e máquinas girantes, troca de componentes



Vista geral do Laboratório de Máquinas Elétricas

eletromecânicos, contadores e relês, revisão de painéis de comando e outros. O Laboratório ficou mais seguro operacionalmente, pois foi dado um grau maior de automação aos sistemas de controle, os painéis de comando foram postos em cubículos, os barramentos das máquinas estão, agora, abrigados.

O novo Laboratório teve sua capacidade de movimentação de carga aumentada de 5 para 10 toneladas, contando, atualmente, com uma área de 600m<sup>2</sup>, tendo 80m<sup>2</sup> de área livre para estocagem de corpos de prova.

Como vantagem operacional importante, o novo Laboratório conta com o fornecimento de energia elétrica de demanda contratada e uso irrestrito, o que antes, nas instalações do bairro do

Bom Retiro, era limitado a horários, devido às condições locais de distribuição de energia elétrica. Hoje é possível atender mais rapidamente ao cliente e trabalhar com qualquer carga sem onerar os custos com despesas de mão-de-obra do fora horário comercial. Desta forma o atendimento ao cliente passou a ser mais rápido. Outro exemplo de melhora no atendimento é o caso dos fabricantes de transformadores que não precisam mais se deslocar entre o centro de São Paulo e a Cidade Universitária, levando o transformador. Geralmente, estes fabricantes contratam testes de alta tensão, suportabilidade a curto-circuito, rotina e aquecimento, sendo que os primeiros sempre foram realizados na

Cidade Universitária, e os outros no Laboratório de Máquinas Elétricas que estavam no bairro do Bom Retiro.

Outra vantagem operacional que reflete a melhora e a rapidez no atendimento ao cliente, foi a centralização dos testes de transformadores na Cidade Universitária, que anteriormente alguns deles eram ali realizados, enquanto os demais eram feitos no Bom Retiro.

Com o novo Laboratório foi mais fácil adaptarmos nossas instalações para atender aos "Requisitos de Credenciamento de Laboratórios de Ensaios" junto ao INMETRO, para onde enviamos, no final do ano passado, o pedido de credenciamento para os serviços de ensaios em motores de indução e transformadores.

**IEE/USP: ONTEM E HOJE**

**Serviço Técnico de Informática**

Luiz Carlos Mantovani

O Serviço de Informática do Instituto de Electrotécnica e Energia da USP foi criado em 1992 para atender uma demanda crescente de serviços de desenvolvimento de sistemas, editoração eletrônica e manutenção do parque de microcomputadores. Um dos primeiros trabalhos foi a implementação da Rede Interna do IEE em cabo coaxial e desenvolvimento de sistemas gerenciais para a administração.

O Serviço hoje é constituído por uma diretoria, uma chefia de seção, vários engenheiros, analistas e técnicos que atendem um conjunto superior a duzentos computadores interligados em rede, através de quatro servidores conectados entre si por fibra óptica.

O ambiente de trabalho adotado a princípio foi a Netware Novell, com pequenas redes locais em Windows Workgroups e agora sendo gradativamente implantado o sistema Windows NT por meio do pacote Back Office, complementado por um meio físico em par trançado com uma taxa de transmissão de 100 megabits por segundo. Cada servidor está ligado a um Hub inteligente para controle de tráfego local, melhorando sensivelmente a eficiência de acesso dos usuários.

A Biblioteca foi um dos primeiros setores a serem modernizados com a instalação de leitores múltiplos de CD-ROM atendidos por um servidor Opti-Net, permitindo que qualquer micro do IEE possa consultar a biblioteca de CD-ROM remotamente. Hoje temos dois leitores múltiplos de 18 discos, um leitor de 6 discos, e quatro leitores rápidos de um disco, mas em poucos meses esta capacidade será duplicada com a chegada dos novos leitores de 25 discos e sistemas individuais SCSI.

Na área de desenvolvimento de sistemas, destacamos o banco de dados do balanço energético desenvolvido para o Ministério de Minas e Energia, o banco de dados Infoener, para as Concessionárias de Energia Elétrica, a hemeroteca já implantada para o Sistema "Análise e Energia" da Agência Dinheiro Vivo, entre outros.

Com vistas ao futuro, a Seção de Editoração Eletrônica, um apêndice da Informática, iniciou um trabalho de desenvolvimento em multimídia, com a criação do CD-ROM do IEE, colocando a disposição do Instituto, uma moderna ferramenta para a divulgação dos seus trabalhos científicos e apoio ao material didático.

**Laboratório de Altas Correntes e Baixa Tensão**

Hélio Eiji Sueta

O Laboratório de Altas Correntes desde a sua criação, sempre esteve localizado no Campus da Cidade Universitária. Ele nasceu no início da década de 80 com a compra (com verba própria) do transformador trifásico de 3 MVA, próprio para ensaios de curto-circuito.

No início este laboratório pertencia à Seção de Materiais Elétricos cujos laboratórios estavam, na sua maioria, localizados na Pça. Cel. Fernando Prestes. Na Cidade Universitária existia somente o prédio do "Tio Patinhas", ou seja, o Laboratório de Alta Tensão e o "Prédio II" que, na época, abrigava a Seção de raio-X, o Laboratório de Altas Correntes (que era chamado de Média Potência) e a "Eletropaulo", ou seja, o Laboratório de Alta Tensão da Eletropaulo que, em convênio com o IE (na época era somente Instituto de Electrotécnica) utilizava nosso prédio e o IE utilizava o equipamento da Concessionária.

O Laboratório de Média Potência logo passou a ser chamado de Laboratório de Altas Correntes e desde o início de sua criação, a grande maioria de seus dispositivos e cargas foram desenvolvidos no IE. Como instrumento próprio do laboratório possuía somente um Registrador de Papel com 18 canais para oscilografar sinais elétricos e alguns transformadores de corrente de relação máxima 10.000:5 A. Os primeiros ensaios realizados pelo laboratório foram os de capacidade de interrupção em contadores e de corrente suportável de curta-duração em barramentos e equipamentos de manobras. Os primeiros ensaios de curto-circuito em transformadores de potência para sistemas de distribuição, foram desenvolvidos no Laboratório de Altas Correntes. Especialista do exterior (Japão) esteve presente para acompanhar estes ensaios, que na época era realizado com o tanque do transformador sem óleo para evitar uma explosão mais violenta.

A mudança de Instituto de Electrotécnica para Instituto de Electrotécnica e Energia deu uma nova vida ao laboratório. Grandes investimentos foram feitos tais como a compra do Registrador Analisador, equipamento digital com 8 canais independentes utilizado em todos os ensaios do laboratório. Este instrumento faz a aquisição dos sinais de corrente e de tensão, calcula os valores de crista e eficaz, mede tempos, po-

dendo até fazer cálculos tais como integrais e derivadas.

Foram adquiridos também, três transformadores de corrente de relação 30.000:5, classe 0.3C25. Com estes transformadores é possível medir todos os valores de corrente até os limites do laboratório.

O grande investimento realizado pelo laboratório foi a aquisição das Chaves Síncronas compradas de uma empresa francesa. Com este investimento, da ordem de US\$ 140.000,00, o Laboratório de Altas Correntes pode controlar o instante de estabelecimento do curto-circuito, ajustando assim, a corrente de crista e a duração das aplicações. São duas chaves síncronas, comandadas por um programador de tempo, que controla as aplicações essenciais para praticamente todos os ensaios do laboratório.

Em 1993, todo o prédio do Laboratório de Altas Correntes foi reformado, com a troca total da instalação elétrica, do piso, além da pintura e remodelação total do layout do Laboratório. Foi adquirida uma nova mesa de comando e toda a instalação de acionamentos e medição foi modificada. A Sala de Comando do laboratório foi ampliada e trocada de local, a Sala de Ensaio foi aumentada e foi criada uma sala para as Chaves Síncronas. Os barramentos de saída do transformador foram modificados e um sistema automatizado de medidas começou a ser desenvolvido via GPIB.

Em 1994 foi criado o Laboratório de Dispositivos de Baixa-Tensão, anexo ao de Altas Correntes que além de completá-lo, desenvolve outros ensaios em dispositivos de instalação elétricas de baixa-tensão, tais como, interruptores, plugues, tomadas, fusíveis, contadores, chaves e disjuntores.

Enfim, nestes últimos dez anos, muitos ensaios foram acrescidos na lista de atendimentos da Seção, muitos novos clientes realizaram ensaios e desenvolvimentos no LAC (Laboratório de Altas Correntes) e muitas pesquisas foram desenvolvidas pelo pessoal do laboratório. Entre elas, podemos destacar: "Estudo de arcos sustentados de baixa-tensão"; "Estudo de chaves de transferência para sistemas subterrâneos"; "Estudo de compactação de subestações de 145kV", entre outros.

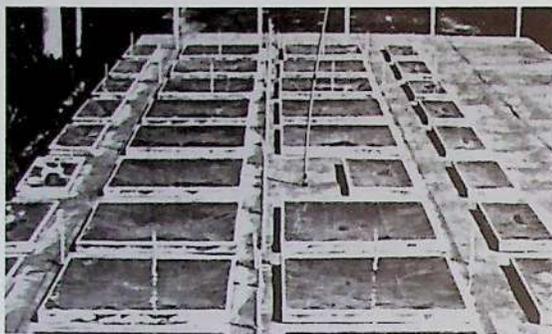
**NOVAS ATIVIDADES**

**O Centro de Distribuição de Energia Elétrica - CED**

Alexandre Piantini / Choiti Furusawa

Os estudos de ponta desenvolvidos em diversos centros de competência, notadamente no exterior, têm criado junto às concessionárias de energia a necessidade de seu aprimoramento constante, de modo a fazer frente às tecnologias que, a cada dia, tornam-se mais avançadas. Para tanto, a contribuição de pesquisadores advindos das universidades e dos institutos é relevante, pois permite a formação de especialistas nas empresas, criando condições adequadas para utilização dos recursos existentes e das instalações laboratoriais. Para atendimento a esses objetivos, o Instituto de Eletrotécnica e Energia - IEE/USP, a EPUSP e as concessionárias do Estado de São Paulo, CESP, ELETROPAULO e CPFL estabeleceram em 12 de outubro de 1990 um convênio para gerar competência técnico-científica na área de distribuição e conservação de energia, dando origem ao CED - Centro de Excelência em Distribuição de Energia Elétrica.

O CED é o representante oficial no Brasil do CIRED - Congrès International des Réseaux Electriques de Distribution, órgão de projeção mundial que trata de assuntos pertinentes à Distribuição de Energia Elétrica, de um modo geral. O CED tem se destacado também na área de treinamento, com participação no curso de pós-graduação em Distribuição de Energia Elétrica da EPUSP-PEA, organização de cursos tais como "Tecnologia Digital Aplicada a Sistemas de Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica", "Proteção de Redes



**Modelo reduzido para estudo das tensões induzidas em linha de distribuição por descargas atmosféricas - Projeto STRA 002**

Primárias", bem como realização de diversos "workshops" relativos aos projetos em desenvolvimento.

Como parte do programa de desenvolvimento tecnológico e de integração com os diversos órgãos de estudos e pesquisas, vêm sendo promovidos pelo CED contatos com diversas empresas no exterior, por intermédio de representantes da CESP, ELETROPAULO, CPFL, IEE/USP e EPUSP. Os resultados desse trabalho podem ser medidos pela quantidade de projetos desenvolvidos, pelos benefícios prestados às empresas e aos seus clientes, pelo número de técnicos que vêm passando pelo seu programa de treinamento e especialização, pelo número de artigos técnicos apresentados em congressos científicos nacionais e internacionais, pela formação a nível de mestrado e doutorado e pela atualização constante que se está proporcionando à tecnologia nacional.

**Centro Nacional de Referência de Biomassa - CENBIO**

Como resultado de um convênio assinado entre o Ministério da Ciência e Tecnologia, o Governo do Estado de São Paulo, por intermédio da Secretaria de Energia; a Biomass Users Network do Brasil e a Universidade de São Paulo, através do IEE, foi implantado em 31.12.96, o Centro Nacional de Referência de Biomassa - CENBIO. Com sede localizada no IEE/USP, o CENBIO tem como atividades, entre outras:

- Catalogar informações e documentos

- ligados aos trabalhos na área de uso da biomassa como insumo energético;
- Acompanhar o desenvolvimento científico e tecnológico do uso da biomassa, bem como estudos, programas e projetos em andamento na área;
- Atuar como Centro de Divulgação e intercâmbio, e produzir periódicos com a finalidade de informar os interessados;
- Promover a formação de recursos humanos nas áreas afins.

**Edifício - Laboratório de Subestações Compactas**

Questões legais relacionadas com as demandas judiciais resultantes de desapropriações de grandes áreas - acima de 2.000m<sup>2</sup>, destinadas à instalação de subestações sobretudo em centros urbanos, onde o metro quadrado de terreno é de alto custo, e a otimização dos cronogramas de implantação, levaram as concessionárias de energia a estudos que visam a compactação de suas subestações.

No caso particular da ELETROPAULO, essa iniciou estudos a respeito há algum tempo, envolvendo inicialmente no assunto o IEE/USP, o que, na evolução do assunto, levou a um convênio entre as três concessionárias de energia de São Paulo - CESP, CPFL e ELETROPAULO, e o IEE/USP, onde a primeira fase culminou com a montagem de um protótipo no Laboratório de Alta-Tensão deste último. A partir de 1996, passou-se ao projeto e construção de um edifício - laboratório metálico que contém uma subestação compacta para redes de 145kV, NBI 650kV, inaugurado no final de abril de 1997. Tal laboratório está capacitado, dentro de condições reais, à numerosos estudos e ensaios visando também a compactação de subestações em outros níveis de tensão.

Colaboraram intensamente também nos estudos e na implantação dessa instalação diversas empresas, constituindo-se o fato ainda num caso raro até aqui, de um trabalho em equipe reunindo concessionárias, indústrias e um laboratório especializado.

**DESTAQUE**

**Serviços Credenciados na RBC e na RBLE do INMETRO**

**Serviço Técnico de Metrologia Elétrica** (Certificado de Credenciamento na RBC Nº 014)

- Determinação de f.e.m. de pilhas-padrão.
- Determinação de resistência de resistores-padrão.
- Calibração de: amperímetros, voltímetros, wattímetros, multimetros analógicos e digitais, volt-ohm-amperímetros alicate, medidores de resistência, calibradores de C.A. e de C.C., décadas resistivas, décadas capacitivas, pontes de Kelvin e de Wheatstone, medidores de kWh, medidores-padrão de energia etc..
- Medidas de relação de transformação e de ângulo de fase de transformadores para instrumentos (TP's e TC's).

**Seção Técnica de Equipamentos para Atmosferas Explosivas** (Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL -011/86)

- Certificação de Conformidade de equipamentos elétricos à prova de explosão. Normas: NBR 9518, NBR 5363, IEC 79-0, IEC 79-1.

**Seção Técnica de Fotometria** (Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL-039/91)

- Ensaios de Lâmpadas com Filamento de Tungstênio para Iluminação Geral (Normas: NBR

- 5387, NBR 5362, NBR 6816).
- Ensaios de Reatores para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares (Normas: NBR 5114, NBR 5172, ANSI C82.2).
- Ensaios de Reatores para Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5125, NBR 5170).
- Ensaios de Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão. (Normas: NBR 5120, NBR 5167, BS 3677).

**Seção Técnica de Ensaios de Equipamentos Eletro-Médicos** (Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL 062)

- Ensaios em eletrocardiógrafos (Norma IEC 601.2.25.93, Projeto 03:062.04-011:91).

- Ensaios em equipamentos de raios X (Normas IEC 1331-1:94, IEC 658:79, IEC 806:94, IEC 336:93 e IEC 627:78).
- Ensaios em equipamentos eletromédicos (Normas NBR IEC 601.1:94, IEC 601.1:88 e BS 5724.1:89).
- Calibração de medidores não-invasivos de tensão de aceleração (Proc. Nº 95LS61PR00X).
- Calibração de medidores de tempo de exposição (Proc. Nº 95LS64PR00X).
- Calibração de medidores invasivos de corrente anódica (Proc. Nº 95LS65PR00X).
- Ensaio de medidores invasivos da linearidade do produto corrente x tempo (Proc. Nº 95LS66PR00X).

**Fundação Carlos Alberto Vanzolini completa 30 anos**

Contando com a presença dos Ministros do Planejamento e Orçamento, da Ciência e Tecnologia e da Educação e do Desporto, bem como de secretários de Estado, do reitor da USP, professor Fava de Moraes, e de numerosas outras personalidades, a Fundação Vanzolini festejou 30 anos de sua existência em 31/3/97.

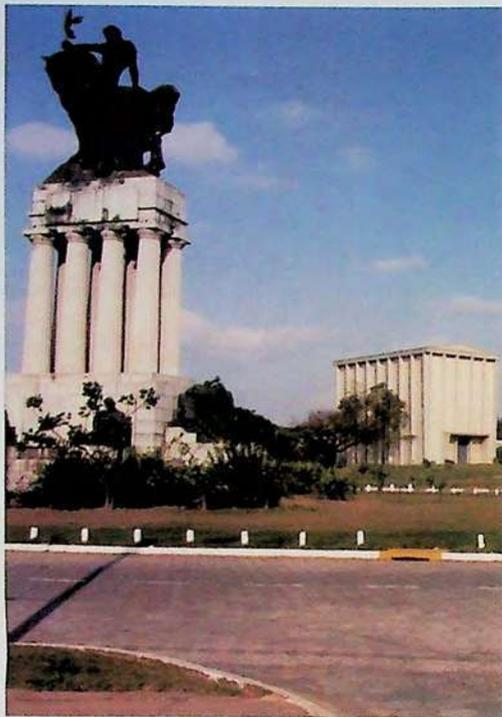
Nessa festividade, a Fundação apresentou suas realizações e projetos nos campos da Engenharia de Produção, Qualidade e Produtividade,

Qualidade de Software, Certificação de Sistemas de Qualidade, Educação Continuada a Distância, Ergonomia e Organização do Trabalho. Foi também oficialmente lançada a Rede Interativa de Educação Tecnológica para a competitividade, que envolve parceria com a USP, a Universidade Federal Santa Catarina e conta com o apoio da FINEP, bem como foi assinado convênio de cooperação técnica com a SUCESU-SP, na área de educação continuada à distância.

**Se for seu desejo receber o "IEE em REVISTA", escreva para: IEE em REVISTA, Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Fax: (011) 210-7750 - a/c Comissão de Divulgação, e você receberá seu exemplar inteiramente sem ônus. Divulgue a revista entre seus colegas.**

# em IEE REVISTA

Orgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano III - nº 4 - 1º/97



Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289  
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750  
Internet: <http://www.iee.usp.br>



Museu Paulista



Museu de Arte Contemporânea



Escola Politécnica



Faculdade de Medicina



Faculdade de Filosofia



Sistema Integrado de Bibliotecas



Instituto de Física



Escola de Engenharia de São Carlos



Hospital Universitário



Escola de Comunicação e Arte



Faculdade de Saúde Pública



ENTREVISTA: Jean A. Bodinaud

MATÉRIA DE CAPA: A integração do IEE com as demais unidades da USP.





**LABORATÓRIOS DE ENSAIO**

**DIVISÃO DE POTÊNCIA**

1. **Aparelhos e Materiais Elétricos** - Engº Fumiaki Yokoyama - tel.: (011) 818-4721
2. **Máquinas Elétricas** - Engº Francisco A. Marino Salotti - tel.: (011) 818-4724
3. **Alta Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - tel.: (011) 818-4918
4. **Média Tensão** - Engº Celso Pereira Braz - tel.: (011) 818-4918
5. **Altas Correntes** - Engº Hélio Eiji Sueta - tel.: (011) 818-4723
6. **Baixa Tensão** - Engº Hélio Eiji Sueta - tel.: (011) 818-4723

**DIVISÃO DE ELETRÔNICA**

1. **Equipamentos Eletromédicos** - Engº Jorge Rufca - tel.: (011) 818-4816/818-4829
2. **Radiagnósticos** - Físico Paulo Roberto Costa - tel.: (011) 818-4829/8137
3. **Manutenção Radiológica** - Engº Jorge Rufca - tel.: (011) 818-4816/4829
4. **Desenvolvimento de Software de Redes** - Bel. Quím. Luiz Carlos Mantovani - tel.: (011) 818-4837
5. **Eletrônica de Potência** - Engº Douglas Garcia - tel.: (011) 818-4730
6. **Equipamentos para Atmosferas Explosivas** - Engº Manuel Joaquim Sequeira - tel.: (011) 818-5062

**DIVISÃO DE ENERGIA**

1. **Fotometria** - Engº Elvo Calixto Burini Junior - tel.: (011) 818-4727
2. **Equipamentos de Medição** - Engº Antonio Carlos de Silos - tel.: (011) 818-4725
3. **Padrões Elétricos** - Engº Osmar Sinzi Shimabukuro - tel.: (011) 818-4725
4. **Aferição e Calibração** - Engº Sérgio Shiguemitsu Sato - tel.: (011) 818-4725

**CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS**

**CERTUSP** - Organismo Credenciado de Certificação de Produtos, Equipamentos Eletromédicos e Equipamentos à Prova de Explosão - Engº Gilberto Garlera / Vera Maria Silveira - tel.: (011) 818-4921 - fax: (011) 212-9983



**Capa:**  
**Leque das colaborações do IEE/USP com as demais unidades**  
**Desenho: Algeo B. Cairalli**

3

**Editorial**

A pluridisciplinaridade como prova da integração

4

Entrevista com Dra. Diana Pozzi

5

O IEE e a extensão de serviços às comunidades da USP

6

**Integração**  
 IEE/USP Escola Politécnica  
 Aterramento da Faculdade de Medicina  
 Centro de Energia Nuclear da Agricultura  
 Pára-raios do IAG  
 Aplicações Médico-Hospitalares  
 Aparelho Capta-Insetos  
 Medição de Potência na Cidade Universitária  
 Fotometria no Campus da USP  
 Rede Elétrica do Campus

15

**Destaque**

Serviços Credenciados na RBC e na RBLE do INMETRO



**Jean Albert Bodinaud**  
 Diretor da Divisão de Eletrônica do IEE/USP

**EDITORIAL**

**A pluridisciplinaridade como prova de integração**

A pluridisciplinaridade é um tema muito querido na comunidade universitária. Ela pode se expressar de várias formas como mostra sua prática no IEE/USP. Entende o IEE/USP que a pluridisciplinaridade é condição primeira de uma boa integração do Instituto com a comunidade da Universidade. Criado em 1941 para separar as atividades de extensão de serviços à comunidade do ensino de graduação da Escola Politécnica (EP-USP), o Instituto de Eletrotécnica rapidamente traçou seu próprio caminho na área da Eletricidade e se tornou nitidamente pluridisciplinar com a reforma de 1986, data a partir da qual se redirecionaram suas atividades para a área mais ampla da Energia. Hoje, o IEE/USP mantém intensa atividade com diversas unidades, nas áreas de Ensino, Pesquisa e Extensão de Serviços à Comunidade.

O Curso de Pós-Graduação em Energia, Mestrado e Doutorado, é um bom exemplo. Sob a responsabilidade administrativa, financeira e da gestão acadêmica do IEE/USP, este curso tem uma Comissão de Pós-Graduação da qual participam representantes da Escola Politécnica (EP), Faculdade de Economia e Administração (FEA), e Instituto de Física (IF). O Curso de Especialização em Energia tem uma participação ainda mais ampla, pois reúne professores de outras Universidades como UNICAMP e Escola Federal de Engenharia de Itajubá (EFEI). Um outro exemplo de integração do Instituto na comunidade da USP é o Curso de Engenharia Clínica, oferecido com a participação do Hospital Universitário (HU), Hospital das Clínicas (HC), EP e IF.

Em P&D, a atividade pluridisciplinar do IEE/USP também se torna visível. Três convênios de grande porte, permitem desenvolver pesquisas para as concessionárias de energia elétrica do Estado de São Paulo, junto com professores oriundos da Escola Politécnica, do Instituto de Física de São Carlos e da EFEI. O tema energia é tratado de modo amplo e novas linhas de pesquisa estão se consolidando. Entre outras, destaca-se a preocupação com o meio ambiente ou a definição de bancos de dados pertinentes.

A prestação de serviços voltada para nossa comunidade universitária, antes de tudo, é uma obrigação moral. Às vezes a fronteira entre P&D e Prestação de Serviços não

tem contornos bem definidos, como por exemplo, no caso da modernização da rede elétrica da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira.

Após vários anos de pesquisa em materiais, chegou-se à conclusão que tecnologias modernas usando cabos enterrados de alta tensão, levam a uma distribuição de energia elétrica de melhor qualidade e aproveitamento e, conseqüentemente, mais barata. A implementação do projeto foi iniciada com a alocação de recursos da FAPESP. O IEE e a EP se associaram a outros setores dentro da USP para a realização deste projeto, já descrito pelo "IEE em Revista". Além disso, o IEE atende às solicitações das várias unidades da USP nas áreas de alta tensão, onde a aplicação mais visível é a proteção por meio de pára-raios, e a de altas correntes, que viabilizou a análise e diagnóstico de cabines primárias de alimentação elétrica de hospitais como o Hospital Universitário e o Hospital das Clínicas.

Na área de prestação de serviços, como acontece na área didática, o IEE/USP mantém atividades em cooperação com outras unidades ou instituições ligadas à USP. No mais recente exemplo, o IEE e a Fundação Carlos Alberto Vanzolini estão associados para atuar na Certificação de Conformidade de Produtos Eletromédicos e de Equipamentos para Atmosferas Explosivas.

Este número do *IEE em Revista*, dedicado à integração do Instituto na Universidade, não pode deixar ainda de mencionar a participação do IEE no Núcleo de Apoio à Cultura e Extensão - Artes, Tecnologia e Comunicação (NACE-AR), constituído por um grupo de professores da Escola de Comunicação e Artes (ECA), Museu de Arte Contemporânea (MAC), Faculdade de Economia e Administração (FEA), Instituto de Geociências (IGc), Instituto de Psicologia (IP) e do IEE. O NACE desenvolveu atividades interdisciplinares e escolheu um professor do IEE para coordenar sua atuação nas áreas mais tecnológicas.

O IEE foi oficialmente reconhecido como um Instituto Especializado da USP, há dez anos atrás, quando se transferiu para o Campus. A análise destes anos de convivência mostra que hoje o IEE está totalmente integrado à USP e trabalha para que esta integração seja ainda mais intensa.



IEE em Revista é órgão informativo oficial bimestral do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel. (011) 818-4839 - Fax (011) 210-7750 - Internet: <http://www.iee.usp.br> - Reitor da USP: Flávio Fava de Moraes - Diretoria do IEE/USP: Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Potência: Orlando Silvio Lobosco - Diretor de Energia: Adnei Melges de Andrade - Diretor de Eletrônica: Jean Albert Bodinaud - Comissão de Divulgação: Coordenador: Orlando Silvio Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Edmilson Moutinho dos Santos - Sérgio Antônio da Oliveira - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Ramos - Yara Salvia - Roberto Yokoyama - Consultor e Coordenador Editorial: Walfredo Schmidt - Jornalista Responsável: Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - Revisão Projeto Gráfico e Diagramação: Liber Comunicação (tel.: 5507-2594 / 495-7180)

**ENTREVISTA**

**IEE colabora em pesquisa que relaciona câncer e estresse**

*O IEE montou os equipamentos necessários para uma pesquisa que está sendo desenvolvida na Faculdade de Medicina da USP*

IVANIR V. DE OLIVEIRA

A Dr<sup>a</sup> Diana Helena de Benedetto Pozzi, Professora Associada e Chefe do Laboratório de Linfoproliferações Experimentais da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, está orientando uma pesquisa a respeito de como o estresse provocado por ruídos afeta a imunidade do organismo, levando ao aparecimento de tumores. Para montar os equipamentos necessários à pesquisa ela contou com o suporte técnico da equipe do Laboratório de Eletrônica de Potência do Instituto de Eletrotécnica e Energia, também da USP. Nessa entrevista, ela fala de seu trabalho e da experiência de atuação conjunta com os pesquisadores Gilberto Garlera e Douglas Garcia, do IEE.

**IEE em Revista: Como é essa pesquisa que está sendo realizada sob sua orientação?**

**Dr<sup>a</sup> Diana Pozzi:** Essa pesquisa é uma continuação da nossa linha de trabalho, que consiste em estudar como aparecem os tumores. No aprendizado que vimos obtendo junto aos pacientes, verificamos que a situação de estresse, particularmente aquele considerado inescapável, afeta a imunidade, levando ao aparecimento de tumores. Como ainda não há muita literatura sobre esse assunto, motivamos uma de nossas pós-graduadas, Luciana Kaufmann, a se interessar pela área e montamos um projeto em que pudéssemos comprovar essa observação. Como não queríamos induzir nas cobaias um estresse através de choque elétrico ou estresse, que provocam alterações no organismo, optamos por um elemento que pode desencadear um estresse habitual: o som, que nos agride diariamente.

**IEE em Revista: E qual é a participação do IEE no projeto?**

**Dr<sup>a</sup> Diana:** Nós não tínhamos idéia de como montar a estrutura para reali-

zação da pesquisa. Procuramos então o pessoal do IEE e eles entenderam o que estávamos querendo, planejando a aparelhagem que poderíamos usar para chegar ao resultado. Foi então montado um equipamento, que consiste basicamente de um amplificador e de um gerador de sinal. Essa apare-



**Dra. Diana Pozzi**

lhagem produz um som repetitivo, ao qual serão expostos os animais utilizados na pesquisa. Mas essa é apenas a primeira fase do projeto. Como este tipo de ruído não é muito próximo do real, posteriormente pretendemos estudar diferentes tipos de sons e harmonias para verificar o efeito que esses podem ter sobre a capacidade imunológica. Queremos observar, por exemplo, o que acontece quando a pessoa está em uma discoteca, ouvindo Bach, ou no trânsito, com uma buzina soando continuamente. A idéia é chegar o mais próximo possível do real, usando animais de experimentação.

**IEE em Revista: O que há de inédito nessa pesquisa?**

**Dr<sup>a</sup> Diana:** Podemos dizer tranquilamente que é a primeira pesquisa no gênero, no Brasil, e que há poucos tra-

balhos desse tipo realizados no exterior. Tenho conhecimento de três projetos em todo o mundo, utilizando frequências sonoras diferentes. Inclusive nós vamos começar com sons agudos, para comparar com alguma coisa que já existe, e observar se tudo está se desenvolvendo corretamente. Em relação à fase seguinte da pesquisa, relativa ao som, à harmonia, o que existe são estudos esparsos, voltados basicamente para a procriação, e divulgados em revistas leigas. São aqueles casos de que galinhas põem mais ovos ou as samambaias crescem mais se expostas à música de Bach. Devem estar saindo na Revista Nature, mas ainda não chegaram aqui, os resultados de pesquisas a respeito da influência dos sons em fetos. Fala-se que os bebês, ainda dentro do ventre materno, teriam um ritmo cardíaco melhor ao ouvir sons harmônicos. Porém, sobre a imunidade propriamente dita, desconheço uma pesquisa detalhada.

**IEE em Revista: Qual a importância social dessa pesquisa?**

**Dr<sup>a</sup> Diana:** É muito importante porque está acontecendo um aumento de mortalidade por causa de tumores, apesar da melhora dos meios de tratamento. Em função disso, mesmo o National Cancer Research está preocupado com a falta de amplitude das linhas de pesquisa que existem atualmente e que esquecem os fatores epidemiológicos ligados ao ambiente, e deixam de buscar junto ao paciente tudo o que aconteceu na sua vida e o que poderia ter levado ao aparecimento do linfoma. É justamente com esses aspectos que estamos preocupados e entre os fatores de risco que implicam no surgimento dos tumores, um deles seguramente é o estresse inescapável. É uma coisa que na prática clínica não temos como ignorar.

**IEE em Revista: E as situações de estresse estão também cada vez ▶**

(Continuação)

mais presentes na vida das pessoas, não é?

**Dr<sup>a</sup> Diana:** Claro, por isso é importante divulgar as comprovações científicas sobre o assunto. O próprio paciente tem que colaborar na superação das agressões que sofre. Ao mesmo tempo, há a necessidade dele sentir que o seu problema tem possibilidade de ser resolvido, o que produzirá uma atitude positiva e uma melhora em seu quadro imunológico. Neste aspecto, é muito importante a relação médico-paciente, a confiança que o paciente tem em seu médico e na terapêutica que está sendo empregada. Se houver essa atitude positiva, suas chances serão maiores. O paciente precisa ter consciência de que uma série de fatores interfere na sua saúde.

**IEE em Revista: A participação do IEE foi importante para o desenvolvimento do projeto?**

**Dr<sup>a</sup> Diana:** Sim, porque a cabeça acadêmica é diferente do modo de pensar e de agir das empresas. Para a iniciativa privada importa mais o resultado imediato e para o pesquisador a prioridade é a busca. Nesse caso, quando eu me junto a um colega e formulo uma pergunta, ele vai se interessar por ela e ir mais além. Vai me dar sugestões de como aprimorar o meu trabalho. Eu poderia procurar uma empresa do setor elétrico ou ir na Rua Santa Efigênia comprar o equipamento e poderia chegar a uma conclusão, mas levaria muito mais tempo para definir o que seria necessário. Eu estaria enfrentando as dificuldades sozinha. Eventualmente poderia até não dar certo e eu desistiria. Unindo-se a uma equipe especializada como a do IEE, há uma troca e sugestões técnicas adequadas para obter os resultados que estamos procurando. É, enfim, um casamento mais produtivo.

**IEE em Revista: E quando serão conhecidos os resultados dessa pesquisa?**

**Dr<sup>a</sup> Diana:** Até o final do ano já teremos conclusões sobre a primeira fase da pesquisa e a partir dessas respostas iniciais iremos em frente e temos certeza de que continuaremos contando com a colaboração da equipe do IEE.

**INTEGRAÇÃO**

**O IEE e a extensão de serviços às comunidades da USP**

Walfredo Schmidt

Pela própria natureza abrangente de suas atividades, o IEE/USP tem sido freqüentemente solicitado a dar pareceres técnicos, ou mesmo a solucionar problemas de natureza elétrica para diversas unidades do Campus da Cidade Universitária e até de outros Campi.

Muitos desses problemas estão diretamente relacionados com a segurança da instalação de seus usuários, como é o caso da verificação das condições de operação de instalações e equipamentos eletromédicos e de sistemas convencionais de aterramento.

Outros, mais específicos, dizem respeito ao desenvolvimento e até à construção de dispositivos e aparelhos para trabalhos de pesquisa, como ocorreu em relação à Faculdade de Medicina e ao IPEN, entre outros.

Os comentários elaborados pelas diversas Seções Técnicas de nosso

Instituto, bem retratam e comprovam a grande diversificação desses trabalhos, fatos que poderão servir de exemplos às demais unidades que tenham que resolver problemas semelhantes.

O que, por outro lado, fica patente, é o grande entrosamento que o IEE/USP e suas atividades têm dentro deste e de outros Campi, consequência de seu natural desenvolvimento na área de suas atividades. Atividades essas em franca expansão, tanto no atendimento interno a USP, quanto na prestação de serviços técnicos externos e na área de cursos.

É meta constante de seu corpo diretivo aperfeiçoar e ampliar esse atendimento, comprovado pelas providências já tomadas para atender ao que estabelece a ISO para centros de pesquisa, ensino e prestação de serviços, como é o caso IEE/USP.



**A Praça do Relógio, símbolo do Campus da USP/ São Paulo**

## INTEGRAÇÃO

## IEE/Escola Politécnica

Professor Orlando S. Lobosco

Excetuando-se as duas décadas que se seguiram à mudança da Escola Politécnica para o campus da USP, o IEE sempre esteve intimamente ligado a Poli. O IEE nasceu em 1941, como um anexo da Politécnica, substituindo o "Laboratório de Eletrotécnica", fundado em 1931, que por sua vez teve origem no "Gabinete de Eletrotécnica da Escola Politécnica", fundadas em 1927. Data desta época a emissão do primeiro certificado oficial, relativo à medida da eficiência de um aquecedor elétrico.

Nos anos subsequentes, o Curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica foi essencialmente desenvolvido nas instalações do Instituto, utilizando tanto o seu pessoal como sua infra-estrutura.

Este relacionamento estreito somente diminuiu no período de 1965 a 1986, principalmente em virtude do afastamento físico entre as duas instituições. Entretanto, a partir de 1986, os professores da Politécnica assumiram a direção do IEE, retomando-se a parceria de sucesso no passado.

Hoje, o relacionamento é novamente tão intenso que se pode considerar o IEE como uma extensão da Poli, onde, além de aulas práticas de laboratório, os professores da Politécnica desenvolvem trabalhos de pesquisa aplicada e projetos de interesse da comunidade.

Através de seus laboratórios especializados e do seu abrangente contato com o mundo empresarial, o IEE transformou-se na ponte de ligação entre excelência acadêmica da Politécnica com a realidade prática da comunidade.

## Estudo do Sistema de Aterramento da Faculdade de Medicina

O Laboratório de Altas Correntes efetuou, em 1993, o cálculo da resistência de aterramento do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, incluindo os valores medidos de resistividade elétrica do solo e sua estratificação. Finalidade é a avaliação da proteção contra descargas e particularmente as de origem atmosférica.

Toda a área, é bom que se destaque, opera em condições elétricas especiais; tanto assim é que a própria instalação elétrica segue normas específicas. Isto porque, se os pacientes já debilitados ainda ficarem sob os efeitos de tensões elétricas acidentais, tanto as provenientes de falta quanto de descargas atmosféricas, acidentes fatais facilmente poderão ocorrer. São, portanto, instalações onde detectores de corrente de fuga (os disjuntores DR) e sistemas de aterramento de baixa resistência elétrica do solo encontram aplicação, e onde os serviços de manutenção precisam atuar permanentemente.

Para a constatação, em particular, das condições de aterramento desta Faculdade, o IEE elaborou um Docu-



Av. Luciano Gualberto (à esquerda) onde se encontra o IEE

mento Técnico detalhado e procedeu a medições usando um MEGGER, aplicando o método dos 4 pontos, tendo sido efetuados três conjuntos de medição.

Na determinação da resistividade elétrica do solo, foi levada em consideração a estratificação deste.

Os resultados obtidos demonstraram na ocasião que os valores de resistividade elétrica do solo estavam substancialmente abaixo dos valores

máximos admissíveis na época do ano (na seca), operando assim o sistema de aterramento com plena segurança.

É de se observar que, devido à constante variação das condições de resistividade elétrica do solo, conseqüente de alterações do lençol freático, entre outros, tais medições devem ser feitas periodicamente, para maior segurança dos pacientes.

## INTEGRAÇÃO

## Estudo das Condições das Instalações Elétricas e dos Sistemas de Proteção do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) em 1995

No Campus "Luiz de Queiroz" da USP de Piracicaba/SP está sediado o CENA, cujas instalações elétricas foram analisadas em 1995 pela seção Técnica de Altas Correntes do IEE/USP.

Os enfoques desta análise foram:

Proteção do edifício contra descargas atmosféricas, proteção dos equipamentos sensíveis contra surtos atmosféricos e problemas na instalação elétrica.

Quanto ao Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, diversos prédios do CENA devem preferencialmente ser protegidos por gaiolas de Faraday, enquanto na caixa de água se recomenda uma haste de Faraday.

À proteção dos equipamentos elé-

tricos sensíveis contra surtos transitórios, é particularmente analisada através da constatação da eventual existência de surtos de tensão que colocam em risco equipamentos eletro-eletrônicos. No CENA, especial atenção deve ser dada à rede de informática e aos espectrômetros de massa e de plasma, que são sensíveis a surtos transitórios.

Essa rede se compõe parcialmente de cabos de fibra óptica (imune a campos eletromagnéticos) instalados entre os prédios, e de uma rede interna com cabos coaxiais. Essa última está ligada a Internet via telefone.

As conclusões do estudo realizado pelo IEE/USP apontam para a necessidade de se fazer um projeto de proteção interna contra surtos, utili-

zando centelhadores a gás e a ar, varistores, pára-raios de linha, de diodos especiais e filtros.

Na instalação elétrica, que foi outra fase dos trabalhos realizados pelo IEE, o objetivo era principalmente a análise das condições de carga e a eventual existência de sobrecargas. Foi feita a avaliação das condições do sistema, análise dos componentes e, em particular, dos disjuntores.

Para a alimentação dos espectrômetros de plasma, recomendou-se proteção especial, preferencialmente através de um no-break individual ou de um condicionador de energia, para limitar surtos de tensão e evitar sub e sobretensão de curta e longa duração.

## Verificação das condições dos pára-raios do IAG

Em 1996, o IEE foi solicitado a fazer a verificação dos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, internos e externos, das instalações do Instituto Astronômico e Geofísico da USP. O trabalho de "vista" se desenvolveu sob dois aspectos principais: proteção dos edifícios contra descargas atmosféricas e proteção dos equipamentos elétricos sensíveis a surtos atmosféricos.

A proteção das edificações contra descargas atmosféricas, conhecida por SPDA, consiste de 3 sistemas: o de captadores, o de descidas e o de aterramento.

O Sistema de Captadores tem a função de receber os raios, reduzindo ao mínimo a possibilidade de ser atingido o edifício. São basicamente 2 os tipos de captadores: haste verticais (Método Franklin) e malhas

horizontais (Método Faraday). No caso da IAG, como os prédios possuem rufos no perímetro, esses podem ser usados como parte dos anéis da Gaiola de Faraday, tendo sido proposta essa proteção para os prédios. Para a Caixa de Água e para o Observatório, foi proposto o Método Franklin.

O Sistema de Descida tem a função de conduzir o raio que incidiu sobre o local, até o seu aterramento. No seu projeto, são levados em consideração a probabilidade de descargas laterais, os campos eletromagnéticos internos, a capacidade de suportar os esforços térmicos e mecânicos (ou dinâmicos) e a corrosão. Devem ser evitados "laços", que geram sobretensões induzidas. Como "descida" podem ser usados os elementos estruturais do IAG, de acor-

do com as normas técnicas vigentes.

Quanto ao Sistema de Aterramento, que tem a função de dispersar as correntes da descarga, foram analisados os sistemas existentes e dada a orientação para a sua interligação. Outro aspecto, parte dessa verificação, é a proteção dos equipamentos elétricos sensíveis a surtos transitórios. Isso devido ao "tráfego" desses surtos nos condutores, próximos ao ponto de queda do raio. Esses surtos poderão ser de intensidade tal a danificar equipamentos eletro-eletrônicos.

A solução para o problema é a instalação, nos cabos transmissores de sinais, bem como nos de alimentação de energia elétrica do IAG, de protetores, que são basicamente centelhadores, varistores, diodos, filtros etc.

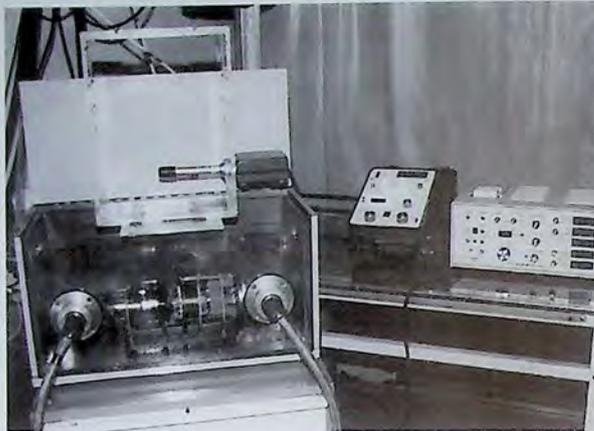
**INTEGRAÇÃO**

## Serviços Técnicos de Aplicações Médico-Hospitalares STAMH

A atividade do STAMH dentro do Campus da Cidade Universitária e em outros campi, foi e tem continuado a ser bastante intensa, concentrado na área dos aparelhos de raio-X, mas também em outras áreas específicas.

Assim, nessa atividade há mais de 10 anos, o Serviço tem se defrontado com aparelhos de diversas tecnologias, o que permitiu reunir conhecimentos em uma vasta gama de aplicações, que passaremos a mencionar a seguir:

- Para os hospitais veterinários de São Paulo e de Pirassununga, a execução da manutenção dos seus equipamentos de raio-X.
- Para a Faculdade de Saúde Pública do Estado de São Paulo, também é realizada rotineiramente a manutenção dos aparelhos de raio-X.
- Para o Hospital Universitário-HU, situado no Campus em São Paulo, os serviços prestados são mais diversificados e frequentes, envolvendo:
  - Manutenção dos aparelhos de raio-X
  - Assessoria técnica e execução de serviços visando resolver problemas com os equipamentos no-break, que são de fundamental importância para garantir a segurança de funcionamento dos equipamentos, no caso de falta de energia da rede externa. Nos equipamentos no-break desse hospital, foram constatados defeitos nas placas eletrônicas.
  - Nos anos de 1993 e 1994, o HU implantou o Programa de Garantia de Qualidade Radiológica nos seus aparelhos de raio-X, contando para tanto com a colaboração do STAMH, para o estabelecimento de critérios técnicos a serem atendidos.
  - Para o Instituto Oceanográfico da USP, e para suas pesquisas, o STAMH construiu um aparelho de raio-X.



Ensaio com tubo de raio-X

- No Hospital Veterinário, além da manutenção de aparelhos de raio-X, como já mencionados, foi feito o projeto das instalações elétricas das salas radiológicas, atendendo as normas específicas exigidas para as mesmas.
- No Instituto de Física, a área da Física das Radiações e o IEE elaboraram trabalhos conjuntos.
- Também com o IPEN, a colaboração se concentrou no fornecimento de um aparelho para pesquisa e de prestação de serviço de natureza radioterapêutica.
- No Campus da USP em São Carlos/SP, o STAMH realizou a reforma e a adequação de um

aparelho de raio-X, do Departamento de Engenharia Elétrica.

Estão ainda em andamento propostas e projetos nas áreas de:

- Para o Instituto de Filosofia, Ciências e Letras da USP em Ribeirão Preto, na área da mamografia.
- Para o Departamento de Engenharia Elétrica da USP em São Carlos, e com a colaboração de professores do mesmo, trabalhos para a medição de pontos focais por métodos digitais, e
- Para o Hospital das Clínicas, em São Paulo, na área de Controle de Qualidade em Rádio-Diagnóstico.

## Aparelho Capta-Insetos

O Laboratório de Máquinas do IEE, em 1992, colaborou com a Faculdade de Saúde Pública do Estado, no levantamento e comparação das características de um aparelho capta-insetos importado (Hausherr Work Machines) com um nacional. Ambos os aparelhos pertenciam à Faculdade de Saúde Pública, em particular ao seu Departamento Epidemiológico.

O equipamento constava de um

motor acionando uma hélice e de um conjunto de lâmpadas coloridas, destinadas a atrair os insetos. A hélice ou ventilador visavam formar vento, para evitar a fuga dos insetos.

Era um aparelho portátil, alimentado por 4 pilhas de 1,5V combinadas de modo a alimentar o circuito com 3V e 4,5V em circuito série-paralelo.

As características levantadas foram o consumo, o conjugado e a velocidade dos aparelhos em questão.

**INTEGRAÇÃO**

## Colaborações da Seção Técnica de Sistemas Eletrônicos ao Campus da Cidade Universitária em São Paulo

A Seção Técnica de Sistemas Eletrônicos destaca, a seguir, as principais ocasiões em que, recentemente, tem colaborado com outras unidades deste Campus:

### Medição de Potência Ativa na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (1993)

Firmado convênio institucional para avaliação da potência ativa na rede de distribuição de energia elétrica das instalações da F.M.U.S.P., com a finalidade de dimensionamento de geradores de energia elétrica. Para tanto, foi utilizado equipamento desenvolvido pelo IEE/USP, através de Projeto FINEP (RCC-Registrador de Curvas de Carga).

### Medição de Potência Ativa no Hospital Universitário (H.U.) da Universidade de São Paulo (1993)

Firmado convênio institucional para avaliação da potência ativa na rede de distribuição de energia elétrica das instalações do H.U., com a finalidade de dimensionamento de transformadores de energia elétrica.

Havia suspeita de que a ocorrência de falhas na alimentação do setor de radiologia do hospital seria decorrente de subdimensionamento dos transformadores daquele setor. Foi utilizado equipamento desenvolvido pelo IEE/USP, através de Projeto FINEP (RCC-Registrador de Curvas de Carga).

### Medição de Potência Ativa no CRUSP-Campus da USP (1996)

Realizada a medição de potência ativa no conjunto residencial universitário da Universidade de São Paulo, com a finalidade de levantamento das curvas de carga da instalação. A medição foi feita a pedido do P.I.P.G.E. do IEE/USP para viabilizar um trabalho dos alunos da disciplina "Usos Finais e Demanda", do Prof. Dr. Ildo Sauer.

## A Seção Técnica de Fotometria e o Campus da USP

Não tem sido grande a demanda para ensaios desta seção, no âmbito da USP. A última prestação de serviço para outra unidade da USP ocorreu em 1995. O Museu de Arqueologia e Etnologia precisava de um projeto de iluminação para suas novas instalações. O Instituto foi contatado e, por meio da Seção Técnica de Fotometria, houve uma colaboração no projeto luminotécnico do referido museu. Havia uma pessoa do museu encarregada em nos orientar à respeito das restrições envolvidas com os objetos a serem iluminados (radiações etc.).

O trabalho durou pouco mais de 1 mês. Todo pessoal técnico da seção, inclusive estagiários, foram envolvidos. Inicialmente foram realizados levantamentos dimensionais da instalação elétrica e de iluminação natural disponíveis no local. A partir daí, e com base nas restrições informadas por representante do Museu, foi proposto um projeto na forma de planta, onde constavam observações sobre os materiais a serem utilizados e sugestões. O serviço de instalação foi feito por uma empresa e nos foi solicitada uma inspeção ao término do serviço.

Posteriormente o MAC nos solicitou um projeto na mesma linha, porém este não pôde ser levado adiante, em função de compromissos já assumidos.

## Estudo das Instalações Elétricas da Faculdade de Medicina da USP

Em 1993, a Seção Técnica de Altas Correntes e Baixa Tensão do IEE recebeu a incumbência de fazer um estudo, envolvendo a análise técnica da proposta de implantação de uma subestação de 3,8/13,8kV e 220/127V subterrânea, que foi realizada no jardim interior da FMSP.

As plantas e esquemas de ligação apresentados na época não previam a implantação da geração e distribuição de emergência. Essa modificação implicava na instalação de novos painéis elétricos nas subestações existentes e na nova distribuição elétrica dos circuitos definidos como críticos e semicríticos.

As ampliações das 4 subestações existentes, para assim atender as novas condições de operação, apresentavam os seguintes problemas:

- Necessidade de espaço para ampliação,
- Transformadores inadequados para instalação interna (eram do tipo imerso em óleo mineral);
- A baixa tensão das subestações, que deverá ser dividida de forma a atender as cargas normais, as críticas, as semicríticas e ao no-break.

Dentro da atuação do IEE, nesse caso, foi feito um levantamento das exigências de engenharia civil e arquitetura, particularmente no que diz respeito a implantação de subestações subterrâneas, sobretudo no que se refere à drenagem, nivelamento topográfico entre o piso do jardim e a rua, ventilação e estruturas. Seguiram-se as exigências eletromecânicas, em especial quanto a montagem dos transformadores em cela corta-fogo, sistema de ventilação dos transformadores, piso com dreno para o recolhimento do óleo de um eventual vazamento e meios de transporte e remoção dos transformadores.

Com a instalação do sistema de alimentação de emergência, foram detalhadas as condições a serem atendidas pela Sala do Gerador de Emergência, com previsão para ampliação futura.

O estudo foi completado com o detalhamento dos itens do projeto básico, do projeto executivo e de um esquema unifilar da situação existente.

## INTEGRAÇÃO

## Modernização e reconstrução da rede elétrica de distribuição do Campus da USP

Prof. Dr. Carlos Américo Morato de Andrade

Um dos exemplos mais marcantes e amplos de integração das atividades do IEE com as demais unidades da USP no Campus em São Paulo, é a reconstrução em moldes modernos, da rede elétrica do Campus Armando de Salles Oliveira.

Nos últimos 30 anos a atual rede, que foi sendo expandida de acordo com a transferência das diversas unidades a esse campus, se desenvolveu de acordo com as necessidades, mas sem o devido planejamento. Conseqüentemente, tanto numerosos dispositivos e componentes utilizados estão recomendando a sua substituição, quanto é amplamente reconhecida a necessidade de serem usados recursos tecnológicos modernos já disponíveis, como por exemplo, a automação do sistema e o uso de materiais recentemente desenvolvidos. Nesse último aspecto é de se destacar o uso de novos cabos, desenvolvidos durante os últimos anos no IEE/USP com participação das Concessionárias Paulistas.

A execução dessa reconstrução vai se constituir, portanto, na criação de um verdadeiro laboratório vivo de teste na área de redes de distribuição, permitindo tanto aos professores e estudantes a simulação das condições de operação da rede elétrica de uma cidade, quanto a observação "in loco" dos seus componentes em situação real. Isso será sem dúvida de grande interesse dos fabricantes, além de, através de recursos tecnológicos apropriados, permitir uma análise profunda dos problemas que ocorrem.

Os investimentos estão orçados em cerca de R\$ 6 milhões. Parcela importante desse total perfazendo R\$ 2,6 milhões, foi obtida junto à FAPESP com recursos provenientes de sua linha de financiamento para programas de infra-estrutura. Tal investimento se torna necessário para dar uma utilização mais adequada ao elevado investimento que os cofres públicos fazem para garantir o funcionamento da USP,



Detalhe da rede compacta com cabo coberto

cerca de R\$ 2 milhões por dia, reduzindo drasticamente perdas em pesquisas, ensaios, etc., por falhas da rede elétrica.

Em grande parte, essas perdas são conseqüentes da precariedade da rede, particularmente de alguns circuitos primários, que tem registrado uma frequência média de desligamentos de mais de 6 vezes por mês. A falta de uma rede moderna, com flexibilidade suficiente para recarregamento no sistema, aliado a soluções pouco recomendadas em áreas arborizadas, ou até intensamente arborizadas como aquelas encontradas no Campus, orientou tanto o projeto de reconstrução da rede, quanto o uso de técnicas e materiais mais adequados e que certamente servirão de referência futura aos profissionais atuantes na área.

Assim, as características básicas da rede proposta são:

- Rede protegida compacta, aérea, com cabos cobertos, para áreas pouco arborizadas ou sem árvores;
- Rede isolada com cabos pré-reunidos, auto sustentados, para áreas normalmente arborizadas;
- Rede subterrânea, em regiões densamente arborizadas e/ou trechos do sistema com características de elevada carga, geralmente próximos as subestações. Haverá portanto um misto de rede

aérea e subterrânea, de acordo com as condições de carga, de arborização e de estabilidade de demanda. Com essa sistemática, visa-se assegurar alta confiabilidade ao sistema.

O seu uso racional, por sua vez, será baseado nas seguintes condições:

- Flexibilidade para atender novas cargas, crescimento das atuais ou rapidez na transferência de cargas de um sistema a outro, em caso de defeito;
- Garantia de fornecimento de energia pelo uso de técnicas corretivas da rede e de seus componentes, compatíveis com a localização e a carga do trecho de rede considerado, e
- Previsão para uma futura automação do sistema de distribuição.

O projeto aqui descrito, tem o início dos seus trabalhos previsto para o mês de agosto de 1997, e o término, na parte da rede aérea, para o final do corrente ano. Já a rede subterrânea deverá ficar pronta no final de 1998. Vão se beneficiar dessa obra, todas as faculdades que operam no Campus da USP na Cidade Universitária de São Paulo. O reconhecimento desse fato levou a um documento, datado de 24 de outubro de 1995, em que os diretores de 24 unidades, institutos e museus confirmavam a importância da implementação do presente projeto.

## CREDENCIADOS



## Serviços Credenciados na RBC e na RBLE do INMETRO

**Serviço Técnico de Metrologia Elétrica** (Certificado de Credenciamento na RBC Nº 014)

- Determinação de f.e.m. de pilhas-padrão.
- Determinação da resistência de resistores-padrão.
- Calibração de: amperímetros, voltímetros, wattímetros, multímetros analógicos e digitais, volt-ohm-amperímetros alicate, medidores de resistência, calibradores de C.A. e de C.C., décadas resistivas, décadas capacitivas, pontes de Kelvin e de Wheatstone, medidores de kWh, medidores-padrão de energia etc..
- Medidas de relação de transformação e de ângulo de fase de transformadores para instrumentos (TP's e TC's).

**Seção Técnica de Equipamentos para Atmosferas Explosivas** (Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL -011/86)

- Certificação de Conformidade de equipamentos elétricos à prova de explosão. Normas: NBR 9518, NBR 5363, IEC 79-0, IEC 79-1.

**Seção Técnica de Fotometria** (Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL-039/91)

- Ensaios de Lâmpadas com Filamento de Tungstênio para Iluminação Geral (Normas: NBR 5387, NBR 5362, NBR 6816).
- Ensaios de Reatores para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares (Normas: NBR 5114, NBR 5172, ANSI C82.2).
- Ensaios de Reatores para Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5125, NBR 5170).
- Ensaios de Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão. (Normas: NBR 5120, NBR 5167, BS 3677).

**Seção Técnica de Ensaios de Equipamentos Eletro-Médicos** (Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL 062)

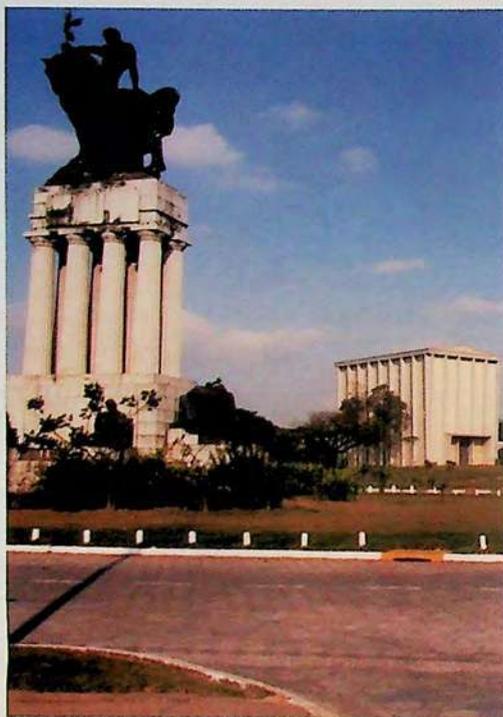
- Ensaios em eletrocardiógrafos (Norma IEC 601.2.25.93, Projeto 03:062.04-011:91).
- Ensaios em equipamentos de raios X (Normas IEC 1331-1:94, IEC 658:79, IEC 806:94, IEC 336:93 e IEC 627:78).
- Ensaios em equipamentos eletro-médicos (Normas NBR IEC 601.1:94, IEC 601.1:88 e BS 5724.1:89).
- Calibração de medidores não-invasivos de tensão de aceleração (Proc. Nº 95LS61PR00X).
- Calibração de medidores de tempo de exposição (Proc. Nº 95LS64PR00X).
- Calibração de medidores invasivos de corrente anódica (Proc. Nº 95LS65PR00X).
- Ensaio de medidores invasivos da linearidade do produto corrente x tempo (Proc. Nº 95LS66PR00X).

**Se for seu desejo receber o "IEE em REVISTA", escreva para: IEE em REVISTA, Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Fax: (011) 210-7750 - a/c Comissão de Divulgação, e você receberá seu exemplar inteiramente sem ônus. Divulgue a revista entre seus colegas.**

# IEE em REVISTA



Órgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano III - nº 5 - 1997



Instituto de Eletrotécnica e Energia da  
Universidade de São Paulo  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289  
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750  
Internet: <http://www.iee.usp.br>



**Prédio de Energia amplia  
capacidade laboratorial do IEE/USP**

**Entrevista: Prof. Dr. Giorgio Moscati**

**LABORATÓRIOS DE ENSAIO**

**DIVISÃO DE POTÊNCIA**

1. **Aparelhos e Materiais Elétricos** - Eng<sup>o</sup> Fumiaki Yokoyama - tel.: (011) 818-4721
2. **Máquinas Elétricas** - Eng<sup>o</sup> Francisco A. Marino Salotti - tel.: (011) 818-4724
3. **Alta Tensão** - Eng<sup>o</sup> Celso Pereira Braz - tel.: (011) 818-4918
4. **Média Tensão** - Eng<sup>o</sup> Celso Pereira Braz - tel.: (011) 818-4918
5. **Altas Correntes** - Eng<sup>o</sup> Hélio Eiji Sueta - tel.: (011) 818-4723
6. **Baixa Tensão** - Eng<sup>o</sup> Hélio Eiji Sueta - tel.: (011) 818-4723

**DIVISÃO DE ELETRÔNICA**

1. **Equipamentos Eletromédicos** - Eng<sup>o</sup> Jorge Rufca - tel.: (011) 818-4816/818-4829
2. **Radiagnósticos** - Físico Paulo Roberto Costa - tel.: (011) 818-4829/8137
3. **Manutenção Radiológica** - Eng<sup>o</sup> Jorge Rufca - tel.: (011) 818-4816/4829
4. **Desenvolvimento de Software de Redes** - Bel. Quím. Luiz Carlos Mantovani - tel.: (011) 818-4837
5. **Eletrônica de Potência** - Eng<sup>o</sup> Douglas Garcia - tel.: (011) 818-4730
6. **Equipamentos para Atmosferas Explosivas** - Eng<sup>o</sup> Manuel Joaquim Sequeira - tel.: (011) 818-5062

**DIVISÃO DE ENERGIA**

1. **Fotometria** - Eng<sup>o</sup> Elvo Calixto Burini Junior - tel.: (011) 818-4727
2. **Equipamentos de Medição** - Eng<sup>o</sup> Antonio Carlos de Silos - tel.: (011) 818-4725
3. **Padrões Elétricos** - Eng<sup>o</sup> Osmar Sinzi Shimabukuro - tel.: (011) 818-4725
4. **Aferição e Calibração** - Eng<sup>o</sup> Sérgio Shiguemitsu Sato - tel.: (011) 818-4725

**CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS**

CERTUSP - Organismo Credenciado de Certificação de Produtos, Equipamentos Eletromédicos e Equipamentos à Prova de Explosão - Eng<sup>o</sup> Gilberto Garlera / Vera Maria Silveira - tel.: (011) 818-4921 - fax: (011) 212-9983



Capa: Vista externa do novo prédio de Energia

3  
Editorial  
Novas Instalações no IEE

4  
Entrevista com Prof. Dr Giorgio Moscati

6  
Artigo  
A Metrologia Elétrica no IEE  
Fotometria: Cronologia de uma Área Pioneira do IEE  
A Metrologia na Internet

10  
Biomassa  
O Centro Nacional de Biomassa - CENBIO

11  
Destaque  
Serviços Credenciados na RBC  
e na RBLE do INMETRO

**EDITORIAL**



Prof. Dr. José Roberto Moreira

**Novas instalações no IEE**

No mês de julho do corrente, foram concluídas as obras de mais um prédio para abrigar as atividades do Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP.

O prédio abrigará escritórios e laboratórios da Divisão de Energia, além de um salão destinado a cursos, seminários e outros eventos. Com uma área total de 2.033 m<sup>2</sup>, representa um significativo acréscimo às instalações anteriormente existentes, e uma demonstração de que as atividades do Instituto estão tendo uma demanda crescente.

A Diretoria da Divisão de Energia, através do Serviço Técnico de Planejamento Energético, tem desempenhado um papel importante na avaliação de opções energéticas para a sociedade. A principal vantagem do assunto "energia" ser tratado dentro de um ambiente acadêmico é a possibilidade da análise ser neutra e isenta de interesses econômicos polarizados. Energia, pelo seu alto preço à sociedade, tem que ser avaliada e planejada, para ter seu custo minimizado do ponto de vista de todos os consumidores. Essa é a linha do nosso trabalho, que tem tido sucesso a ponto de justificar o investimento econômico para novas e mais espaçosas instalações.

Também fazem parte dessa Diretoria o Serviço Técnico de Metrologia Elétrica, credenciado na Rede Brasileira de Calibração do INMETRO, e a Seção Técnica de Compatibilidade Eletromagnética. Terão áreas adequadas e novas instalações todas as Seções Técnicas do Serviço Técnico de Metrologia Elétrica, a saber:

- **Seção Técnica de Padrões Elétricos**, que mantém e conserva os padrões secundários do volt e do ohm, rastreáveis ao INMETRO, e que contará com novos equipamentos de última geração, permitindo a melhoria das incertezas das suas medidas;

- **Seção Técnica de Aferição e Calibração**, que terá ampliada a relação dos serviços de calibração credenciados na RBC, devido a aquisição de novos instrumentos de referência, bem como disporá de maior espaço, incluindo-se um laboratório para Manutenção de Instrumentos Elétricos de Medição do IEE;

- **Seção Técnica de Equipamentos de Medição**, atualmente o único laboratório no Brasil credenciado pelo INMETRO para a calibração de transformadores para instrumentos, que se prepara para estender os seus serviços para a calibração de instrumentos e equipamentos de medição em alta tensão e alta corrente, C.A. (60Hz) e C.C.;

- **Seção Técnica de Fotometria**, que além de sua capacidade técnica e legal, por ser credenciada junto ao INMETRO, presta serviços às empresas e órgãos envolvidos com assuntos de iluminação. Como é na área de iluminação onde se podem iniciar mais facilmente as práticas de conservação de eletricidade, o laboratório se presta como um instrumento de grande auxílio ao consumidor final, ainda que de maneira indireta.

A Seção Técnica de Compatibilidade Eletromagnética, também da área da Divisão de Energia, além da realização de ensaios de interferência eletromagnética, tem atuado em projetos de Qualidade de Energia, nos quais tem sido pesquisados aspectos relativos à geração de distorções nas medidas de energia elétrica por cargas poluidoras, bem como os efeitos dessas distorções sobre cargas sensíveis. As novas instalações são necessárias para o credenciamento de alguns serviços do laboratório, pois, haverá espaço destinado a uma câmara blindada, item essencial na execução de diversos ensaios de compatibilidade eletromagnética.

É, pois, com satisfação que nos mudamos e nos instalamos nesse novo prédio, cientes das grandes oportunidades que o regulamento do Instituto nos fornece. Podemos trabalhar para empresas públicas e privadas prestando nossos serviços e também educando e conscientizando jovens estudantes e funcionários das empresas de energia do Brasil e do mundo, pois, temos uma estrutura de ensino montada e suportada pela Universidade.

A prestação de serviços deve ser feita da maneira mais avançada tecnologicamente, menos burocrática do ponto de vista administrativo, e menos custosa para a sociedade.

Através do ensino, esperamos passar a informação e a formação necessárias para que tenhamos profissionais não apenas competentes, mas, também, com ampla visão social e ambiental, capazes de sempre se lembrar que a energia é, única e tão somente, um meio para a melhoria da qualidade de vida do ser humano. Porém, a melhoria exige sempre mais e melhores serviços de energia, não necessariamente através do aumento da capacidade de geração.

Terminada a obra em si, estamos todos cientes de que obra maior ainda se avizinha. Ela consiste em utilizar todos os espaços físicos disponíveis com profissionais capazes e conscientes, imprescindíveis num momento em que a demanda aumenta, o espaço físico o permite e profissionais qualificados estão disponíveis no mercado de trabalho.

## Novos tempos para a Metrologia Científica

Um dos maiores especialistas do país no assunto avalia os avanços do IEE e do Brasil nesse campo

IVANIR V. DE OLIVEIRA

Engenheiro mecânico-eletricista formado pela POLI, o Prof. Doutor Giorgio Moscati fala nessa entrevista do significado que tem para a USP e para a comunidade a compra de equipamentos avançados pelo IEE/USP na área de Metrologia e a construção de um novo prédio para sua instalação. Para o também ex-diretor de Metrologia Científica e Industrial do INMETRO, esse avanço do IEE/USP vem ao encontro da necessidade crescente que o Brasil tem de se adequar às novas exigências de qualidade e produtividade. O prof. Moscati, que atualmente atua no Instituto de Física da USP, comenta também a importância da formação de recursos humanos para lidar com essa nova realidade, com exigências internacionais cada vez maiores de precisão e confiabilidade.

**IEE em Revista: Qual a importância da Metrologia Científica para o desenvolvimento tecnológico de um país?**

**Prof. Giorgio Moscati:** A Metrologia Científica é a parte da Metrologia que se dedica à realização, manutenção, rastreabilidade e disseminação dos padrões metrológicos de mais alta precisão de um país. Um país tecnologicamente desenvolvido precisa dispor de um Sistema Metrológico capaz de atender às demandas do sistema produtivo. Num cenário de produtos de alto conteúdo tecnológico e em que as exigências de qualidade, produtividade e competitividade são um fator essencial, é imprescindível contar com a realização de medições precisas e rastreadas a padrões internacionais. Sem esse requisito não se consegue atender às exigências das normas de qualidade da série ISO 9000 e nem competir nos mercados nacional e internacional.

**IEE: Que características deve ter a Metrologia Científica de um país tecnologicamente desenvolvido?**

**Prof. Moscati:** Deve ser capaz de dispor de padrões de alta precisão para as grandezas utilizadas no país, frequentemente comparadas com as de outros países, para garantir a confiabilidade e o reconhecimento pela comunidade internacional. Para operar esse sistema, é necessário dispor de recursos humanos altamente qualificados, capazes de realizar padrões primários para algumas das grandezas. O estabelecimento de padrões primá-



Prof. Dr. Giorgio Moscati

rios, isto é, que não precisam ser calibrados em relação a outros, é um processo bastante complexo e envolve um projeto de pesquisa do mais alto nível, que frequentemente se estende por vários anos, em geral mais de uma década.

**IEE: É possível realizar padrões de qualquer grandeza sem necessidade de compará-los a um padrão internacional?**

**Prof. Moscati:** O Sistema Internacional de Unidades (SI), adotado oficialmente no Brasil e por quase todos os países, permite a realização de qualquer grandeza a partir das sete designadas "unidades de base", que são: metro, quilograma, segundo, ampère, kelvin, candela e mol. Dessas unidades, a única que não pode ser realiza-

da em qualquer laboratório bem equipado é o quilograma, que depende de uma comparação com o "Padrão Internacional de Massa". Trata-se de um artefato único, conhecido como "Quilograma Padrão", e que é preservado no "Bureau International des Poids et Mesures" (BIPM), em Sèvres, próximo a Paris, desde sua instituição em 1889. Dispondo de um padrão de massa rastreado ao "Quilograma Padrão", pode-se realizar qualquer outra grandeza a partir de sua definição.

**IEE: Qual o papel do INMETRO, no Brasil, na área elétrica da Metrologia Científica?**

**Prof. Moscati:** Na área elétrica (e na área afim de iluminação), o INMETRO, como parte do Laboratório Nacional de Metrologia - LNM, deve estar capacitado para calibrar os padrões e instrumentos de medição dos Laboratórios da Rede Brasileira de Calibração - RBC, nas principais grandezas da área elétrica, que são: ampère (unidade de base), volt, ohm, coulomb, farad, henry, tesla, weber, candela, lúmen, lux, watt (elétrico), watt hora (elétrico), e dos dispositivos transformadores e divisores resistivos e capacitivos, nas faixas mais usadas. Através do Serviço da Hora do Observatório Nacional (CNPq), deve estar capacitado para efetuar calibrações na área de tempo (segundo) e frequência (hertz). Ao INMETRO cabe ainda promover capacitação para calibrações na área de compatibilidade eletromagnética, medidas em microondas e rádio frequência. Há várias outras atribuições, como manter seus padrões rastreados aos padrões do BIPM e de outros Laboratórios Nacionais de países desenvolvidos, participando de comparações internacionais e regionais; promover comparações nacionais, circulando padrões pelos laboratórios da RBC e outros laboratórios de nível comparável; efetuar calibrações de clientes que não façam parte da RBC, quando não possam ter suas

necessidades atendidas por aquela rede; gerenciar atividades da RBC, credenciando seus serviços e fazendo auditorias periódicas; promover a acreditação do Sistema Metrológico Brasileiro no âmbito internacional; promover encontros, discussões e grupos de trabalho para discutir problemas referentes à qualidade laboratorial, procedimentos e normas, nomenclatura e tratamento de incertezas; contribuir para treinamento e formação de metrologistas. Finalmente, a médio e longo prazos, deveria desenvolver capacitação em pesquisa no campo da metrologia fundamental, desenvolvendo padrões primários como para o volt pelo efeito Josephson - em fase de desenvolvimento -, para o ohm pelo efeito Hall Quantizado (efeito Klitzing) e para a realização do ohm pelo capacitor calculável (Thompson-Lampard). Estas últimas atividades deveriam ser desenvolvidas em estreita colaboração com universidades.

**IEE: O que representa para a USP a construção do novo prédio da Divisão de Energia do IEE/USP, que acomodará o Serviço Técnico de Metrologia Elétrica (STME), com novas instalações para os seus quatro laboratórios de calibração de instrumentos/equipamentos elétricos?**

**Prof. Moscati:** O novo prédio permitirá uma melhor instalação para os modernos equipamentos adquiridos recentemente pelo STME e que não teriam nenhuma condição de operar de forma adequada no local provisório onde estavam. Para a metrologia, a instalação adequada dos equipamentos, com controle de temperatura, circulação correta do ar, blindagem eletromagnética, aterramento e isolamento de vibrações, são elementos que podem oferecer ganhos muito significativos para a redução das incertezas e confiabilidade dos resultados. O IEE é para a USP uma porta importante para a comunidade, na medida em que presta serviços de alta relevância para empresas e concessionárias do setor elétrico, traz para a Universidade as demandas dos setores produtivos e de serviços. Essa interação contribui para que a USP forme recursos humanos mais adequados ao mercado de trabalho, uma

vez que esses mesmos setores são os futuros empregadores do pessoal formado na área de Engenharia Elétrica e nas demais. Para que esse intercâmbio seja produtivo, o IEE/USP deve ter equipamentos atualizados e operar de forma compatível com o sistema produtivo. O novo prédio certamente contribuirá para que o IEE/USP seja um parceiro à altura de uma indústria que, pelas pressões da globalização da economia, está atingindo rapidamente - pelo menos em alguns setores - características operacionais e competência tecnológica que nada devem ao primeiro mundo.

**IEE: O STME - credenciado pela RBC/INMETRO -, acaba de receber, pelo Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), instrumentos/equipamentos de última geração, permitindo a extensão desse credenciamento para novos serviços de calibração. O que isto representa para a comunidade?**

**Prof. Moscati:** O moderno relacionamento entre empresas, concessionárias, exportadores e importadores está transferindo cada vez mais o encargo e a responsabilidade de verificar a adequação/qualidade/desempenho dos produtos transacionados para organismos especializados, que constituem uma verdadeira terceira parte. A credibilidade desses organismos não pode ser apenas afiançada pela tradição, mas deve lastrear-se em procedimentos estruturados de acreditação. Nesse sentido, a demanda por calibrações efetuadas por organismos devidamente credenciados está crescendo e deverá se transformar no procedimento preferencial com a difusão da "Cultura da Qualidade". Assim, a bus-

ca sistemática do credenciamento de seus Laboratórios de Ensaios e de Calibração representa uma política acertada do IEE/USP, que não só deverá atrair mais usuários de seus serviços, mas tornará esses serviços mais profissionais, vindo a constituir um exemplo concreto do modelo gerencial das empresas modernas, com reflexos positivos evidentes para missão da USP como formadora de recursos humanos para uma sociedade moderna.

**IEE: A infra-estrutura do novo prédio e as novas instalações laboratoriais permitem pensar em um curso de pós-graduação em metrologia elétrica na USP?**

**Prof. Moscati:** A aquisição de novos equipamentos, o prédio novo, a globalização da economia e a modernização do parque industrial para enfrentar os novos tempos de livre competição estão certamente criando uma nova visibilidade para a Metrologia no país e na USP. Por outro lado, a carência de recursos humanos devidamente preparados é muito preocupante, tendo em vista os desafios que a pequena comunidade metrológica está sendo chamada a enfrentar. Por isso, acredito que a hora é propícia para se reabrir uma discussão iniciada há cerca de 10 anos, no âmbito do Conselho Diretor do IEE. Considerando a unidade de Metrologia e a existência na USP de competência nos diversos campos da metrologia, seja no IEE, IPT, Escola Politécnica, Instituto de Física e outros, dever-se-ia pensar em organizar um curso de Mestrado em Metrologia. O IEE/USP teria uma contribuição importante a oferecer na área de Metrologia Elétrica e Óptica. As agências de fomento estão certamente receptivas para oferecer o seu apoio.

## I Fórum Internacional de Tecnologia em Saúde

Tema:

Avaliação tecnológica de equipamentos médico-hospitalares, com ênfase em UTI.

Realização:

Centro de Educação em Saúde - SENAC /SP

Informações:

Secretaria Executiva "GMC Bureau de Eventos"  
Fone/fax 011 - 257-8248, das 9 às 17 horas.

## A Metrologia Elétrica no IEE: tradição, competência, credibilidade

Engº Luiz Carlos Lopes  
Diretor do Serviço Técnico de Metrologia Elétrica

Na década de 40, o Instituto de Eletrotécnica, então anexo à Escola Politécnica, iniciou as suas atividades já contando com a "Seção de Aferições e Medidas de Precisão". Como integrante do esforço de guerra e no imediato pós-guerra, o Instituto desenvolveu muitos trabalhos relacionados com projetos, construção, regulação e ensaios de equipamentos elétricos, como também recuperação e aferição de centenas de instrumentos de medição dos tipos mais variados. Para tanto, foi necessário montar uma Oficina Eletromecânica bastante completa, além de outra de mecânica fina, apta a realizar serviços especializados requeridos na construção e manutenção de instrumentos elétricos de controle e medição. Essa atividade industrial, reconhecidamente avançada para a época, era executada sem prejuízo do objetivo principal: realização de grande número de ensaios e trabalhos de orientação a fabricantes pioneiros, inclusive de instrumentos elétricos de medição. Desde então, o Instituto sempre contou com um técnico especializado em relojoaria de instrumentos, executando serviços de recuperação de mancais e espirais, trocas de fitas de suspensão e saíras, trocas de eixos de instrumentos elétricos analógicos.

Em 1947, a Escola Politécnica liberou várias salas do Edifício Ramos de Azevedo, no Bom Retiro, onde foram instalados os equipamentos importados recém-adquiridos, permitindo-se separar os laboratórios de ensaios e os laboratórios didáticos. Na década de 50, o laboratório de Medidas Elétricas já realizava aferições em corrente contínua e alternada na classe de precisão de 0,1%, dispondo de, entre outros equipamentos, comparador de pilhas-padrão sensível a décimo de microvolt e equipamento para ensaio de transformadores de corrente até 1000A e de tensão até 15kV, também na classe de 0,1%.

Nos anos 60 e início dos 70, o laboratório executou grande número de aferições de padrões rotativos a pedido



▲ Vista parcial do laboratório da seção técnica de aferição e calibração

Calibração de multímetro digital no laboratório de padrões elétricos



das empresas produtoras de energia elétrica de todo o Estado de São Paulo e grande parte do Brasil; nesses padrões, utilizados no controle dos medidores de energia instalados nos pontos de fornecimento entre empresas, em sistemas interligados, se baseava o faturamento de grandes pacotes de energia. Nessa época, também, a Seção de Aferições recebeu um dos primeiros modelos de calibradores eletrônicos, de tecnologia avançada, para aferições em corrente alternada, bem como resistores-padrão e pilhas-padrão, o que permitiu a melhoria da classe de exatidão dos seus trabalhos.

Na década de 80, utilizando-se do subsolo do Edifício Ramos de Azevedo, recém-reformado, instalou-se o Laboratório de Padrões, com excelente controle de temperatura e umidade, e que viria a ser credenciado pelo INMETRO em 1989.

Com a mudança do Instituto para a Cidade Universitária, ocorrida em

1987, agora como Instituto de Eletrotécnica e Energia, com um novo organograma, ficaram definidas as Seções Técnicas relacionadas com serviços metrológicos, abrangidas pelo Serviço Técnico de Metrologia Elétrica - S.T.M.E., credenciado pela RBC/INMETRO, sob o Nº 014: Padrões Elétricos, Aferição e Calibração, Equipamentos de Medição, e Fotometria.

Atualmente, com o recebimento de equipamentos de última geração, o S.T.M.E. terá aumentada a sua lista de serviços de calibração, inclusive na área de tempo e frequência, bem como terá melhorada as incertezas de suas medições, ficando, certamente, com uma das mais extensas listas de serviços credenciados na RBC.

Isto só vem aumentar ainda mais a credibilidade adquirida, ao longo de todos esses anos, daqueles que já conhecem as nossas atividades de prestação de serviços nessa área.

## Fotometria: cronologia de uma área pioneira do IEE

Engº Luiz Carlos Lopes  
Diretor do Serviço Técnico de Metrologia Elétrica

As atividades relacionadas com a área fotométrica datam da época da criação do próprio Instituto de Eletrotécnica na década de 40, embora exercidas juntamente com outras atividades de outras áreas de atuação.

São dos anos 50 os primeiros relatórios anuais das atividades da Seção de Fotometria, quando, também, os alunos da 5ª série do curso de engenheiros eletricitistas da Escola Politécnica passaram a ter aulas e demonstrações práticas no seu laboratório.

Em 1957, a Seção já dispunha de equipamentos de medição específicos, tais como Esfera de Ulbricht, Banco Fotométrico, Goniômetro e diversos tipos de fotômetros. Nesse ano, já efetuava, semanalmente, medidas de *iluminamento* (hoje *iluminância*) em via pública, de acordo com contrato firmado entre o Instituto e a Prefeitura do Município de São Paulo. Também nesse ano, foram executados os primeiros ensaios em reatores para lâmpadas fluorescentes.

Em 1958, foi projetado e construído no próprio Instituto um novo Goniômetro para ensaios de aparelhos de iluminação, o qual possibilitava a execução do levantamento das curvas de distribuição em 18 planos meridianos, permitindo já naquela época a obtenção de: traçado de curvas *isovelas* (hoje *isocandelas*) em projeção de Benford e em projeção plana; traçado de curvas *isoluminosas*; determinação dos lumens totais emitidos e dos rendimentos. Ainda nesse ano, a Seção recebeu solicitação para desenvolver um método de ensaio de catadiótricos ("olho de gato"), de acordo com a especificação da SAE, sendo que o problema foi resolvido com a elaboração de um método de ensaio próprio e construção do respectivo equipamento, tendo sido publicado um

trabalho a respeito. Foi efetuado e rotinizado, também, o primeiro ensaio de lâmpadas de filamento incandescente. Paralelamente a essas atividades, a Seção de Fotometria já presta colaboração técnica à A.B.N.T., por intermédio da sua chefia que secretariava, naquele ano, a Comissão de Aparelhos de Iluminação e a Comissão de Níveis de Iluminamento. Foi em 58, também, que a Seção recebeu um Espectrofotômetro GE Registrador Automático, doado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, com apoio da ABNT, que procurava equacionar o problema de definição de cores no país.

recreativos ("boites" e similares), atendendo a solicitação do delegado responsável pelas "Diversões Públicas" da época. As primeiras calibrações de fotômetros foram efetuadas nesse ano.

No início dos anos 60, entre os trabalhos de pesquisas, foi conseguido um método prático e objetivo para o traçado de curvas isocandelas de faróis de automóveis, aplicável a projetores de fecho estreito, onde foram reduzidas sensivelmente as distâncias de medição fotométrica, graças a um dispositivo integrador projetado e construído no Instituto.

Em 1961, foi efetuada a primeira peritagem no sentido de estabelecer as causas do elevado custo de manutenção das instalações de iluminação do "Palácio da Fazenda". Foi nesse ano que o responsável pela Seção desenvolveu um método de ensaio próprio, publicado com o título "Determinação das Características dos Aparelhos de Iluminação", que até hoje serve de referência para os iniciantes no assunto.

Em 1969, foram efetuados os primeiros ensaios em relés fotoelétricos, como também as primeiras determinações de cores de sinais luminosos de trânsito.

A década de 1970 foi caracterizada por intensa atividade relacionada com trabalhos de medição de níveis de iluminâncias em iluminação exterior. Na época, a Seção dispunha de uma equipe treinada para efetuar levantamento fotométrico de luminárias para iluminação pública "in campus", em período noturno, como o levantamento fotométrico do campo de futebol do Estádio Municipal Paulo Machado de Carvalho, o Pacaembu, em 1970, e do Estádio Cicero Pompeu de Toledo, o Morumbi, em 1972.



Vista geral do antigo laboratório de fotometria - Banco Fotométrico L&N, 3m

Esse equipamento, único na América do Sul, possibilitou o atendimento a muitas solicitações de medidas de refletância direcional e se prestou para pesquisas relacionadas com a definição e a reprodução de cores, nos anos que se seguiram.

Em 1959, entre os serviços de levantamento de iluminação exterior, destacou-se o executado na "nova iluminação fluorescente" da Avenida Tiradentes, na cidade de São Paulo. Entre os serviços de levantamento de iluminação interior, a título de curiosidade, foram efetuadas medidas de "baixos iluminamentos" em interiores

**ARTIGO**

Em 1973, foi feito o levantamento fotométrico do Maracanã, Estádio Jornalista Mário Filho, onde o objetivo principal foi comprovar o projeto de iluminação requerido para atender as exigências de televisionamento à cores, sendo desenvolvido um dispositivo especial para a medição da iluminância vertical.

No mesmo ano, também foi desenvolvido um método para a determinação de transmitância nas faixas ultravioleta, visível e do infravermelho em filtros ópticos e lentes.

Na década de 1980, a Seção recebeu novos equipamentos, padrões de intensidade luminosa e padrões de fluxo luminoso, com certificados de calibração rastreáveis ao PTB.

Em 1987, foi desenvolvido um método de ensaio de aparelhos de luz de

navegação e sinalização para embarcações de comprimento igual ou superior a 50m, constando de determinações de intensidades luminosas e de coordenadas tricromáticas, conforme o "Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar", da Diretoria de Portos e Costas do Ministério da Marinha - DPC, sendo ensaiados uma quantidade significativa de aparelhos.

Para fechar este resumo histórico, escolhemos o ano de 1991, quando se obteve o credenciamento da Seção Técnica de Fotometria na Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios, do INMETRO, para ensaios de lâmpadas incandescentes, de lâmpadas a vapor de mercúrio, de reatores para lâmpadas fluorescentes e de reatores para lâmpadas a vapor de mercúrio.



Vista geral do atual laboratório de fotometria - Esfera de Ulbricht, Ø2m

leira de Laboratórios de Ensaios, do INMETRO, para ensaios de lâmpadas incandescentes, de lâmpadas a vapor de mercúrio, de reatores para lâmpadas fluorescentes e de reatores para lâmpadas a vapor de mercúrio.

**ARTIGO**

## A Metrologia na Internet

Paulo Roberto Ramos  
Webmaster do IEE/USP

### Organizações de normalização

As principais organizações de normalização também estão presentes na Internet. Embora as normas técnicas ainda não estejam publicadas na rede, é possível acessar uma vasta quantidade de informações.

Organização	Endereço WWW	Correio Eletrônico
The International Organization for Standardization (ISO)	<a href="http://www.iso.ch/">http://www.iso.ch/</a>	
International Electrotechnical Commission (IEC)	<a href="http://www.iec.ch/">http://www.iec.ch/</a>	
The American National Standards Institute (ANSI)	<a href="http://www.ansi.org/">http://www.ansi.org/</a>	
European Telecommunications Standards Institute (ETSI)	<a href="http://www.etsi.fr/">http://www.etsi.fr/</a>	
European Organization for Testing and Certification (EOTC)	<a href="http://www.eotc.be/">http://www.eotc.be/</a>	
Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards (IEEE)	<a href="http://stdsbsbbs.ieee.org/">http://stdsbsbbs.ieee.org/</a>	stds-info@ieee.org
International Measurement Confederation (IMEKO)	<a href="http://www.ee.tut.fi/mit/imeko/Welcome.html">http://www.ee.tut.fi/mit/imeko/Welcome.html</a>	

Da mesma forma que acontece em outras áreas da ciência e tecnologia, a metrologia tem uma presença considerável na Internet. Qualquer um pode acessar através de seu navegador vários sítios, que estão agrupados sob várias categorias: laboratórios nacionais, organizações de padronização e fabricantes de equipamentos de medição. Este artigo mostrará alguns endereços de sítios de metrologia, mas existem algumas ferramentas de busca na rede onde o usuário pode encontrar mais informações como por exemplo:

- Altavista**  
(<http://www.altavista.digital.com/>),
- Yahoo**  
(<http://www.yahoo.com/>),
- Infoseek**  
(<http://www.infoseek.com/>),
- Excite**  
(<http://www.excite.com/>) e
- Lycos**  
(<http://www.lycos.com/>).

**ARTIGO**

### Fabricantes de equipamentos de medição

Diversos fabricantes de equipamentos, como, por exemplo, de medidores e calibradores de alta precisão, também estão presentes na Internet. A tabela ao lado mostra alguns deles.

Empresa	Endereço WWW	Correio eletrônico
Fluke Corporation	<a href="http://www.fluke.com/">http://www.fluke.com/</a>	iecdrea@tbccmail.snads.philips.nl
Yokogawa Electric Corporation	<a href="http://www.yokogawa.co.jp/">http://www.yokogawa.co.jp/</a>	
Hewlett Packard	<a href="http://www.tmo.hp.com/tmo/">http://www.tmo.hp.com/tmo/</a>	
Tektronix, Inc	<a href="http://www.tek.com/">http://www.tek.com/</a>	webmaster@tek.com
Rohde & Schwarz	<a href="http://www.rsd.de/">http://www.rsd.de/</a>	webmaster%rsd@rsd.de

### Sítios de laboratórios nacionais de metrologia

Os laboratórios nacionais de metrologia apresentam em suas páginas vários serviços como eventos promovidos, documentação técnica etc. A lista abaixo apresenta os endereços na World Wide Web (WWW) dessas instituições os endereços de correio eletrônico (e-mail) que estão disponíveis.

País	Laboratório	Endereço WWW	Correio Eletrônico
África do Sul	National Metrology Laboratory CSIR	<a href="http://nml.csir.co.za/">http://nml.csir.co.za/</a>	BDFoulis@csir.co.za
Alemanha	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)	<a href="http://www.ptb.de/welcome.html">http://www.ptb.de/welcome.html</a>	
Argentina	Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)	<a href="http://www.inti.edu.ar/">http://www.inti.edu.ar/</a>	inti@inticc.edu.ar
Austrália	The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)	<a href="http://www.csiro.au/csiro/structure/meas.htm">http://www.csiro.au/csiro/structure/meas.htm</a>	inglis@dap.csiro.au
Áustria	Federal Office of Metrology and Surveying (BEV)	<a href="http://www.Austria.EU.net/bev/">http://www.Austria.EU.net/bev/</a>	rkilga@bev.gv.at
Brasil	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO)	<a href="http://inmetro.gov.br/">http://inmetro.gov.br/</a>	webmaster@inmetro.gov.br
Canadá	National Research Council	<a href="http://www.cisti.nrc.ca/inms/">http://www.cisti.nrc.ca/inms/</a>	gary.hysert@nrc.ca
Dinamarca	Danish Institute of Fundamental Metrology (DFM)	<a href="http://www.dfm.dtu.dk/welcome.htm">http://www.dfm.dtu.dk/welcome.htm</a>	kc@dfm.dtu.dk
Holanda	Nederlands Meetinstituut	<a href="http://www.nmi.nl/">http://www.nmi.nl/</a>	nmi@nmi.nl
Inglaterra	National Physical Laboratory (NPL)	<a href="http://www.npl.co.uk/npl/about/index.html">http://www.npl.co.uk/npl/about/index.html</a>	enquiry@npl.co.uk
Itália	Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris (IEN)	<a href="http://www.ien.it/">http://www.ien.it/</a>	sit@me.ien.it
Japão	National Research Laboratory of Metrology	<a href="http://www.aist.go.jp/NRLM/">http://www.aist.go.jp/NRLM/</a>	webmaster@nrlm.go.jp
Malásia	Standards and Industrial Research Institute of Malaysia (SIRIM)	<a href="http://www.sirim.my/cool1/htm">http://www.sirim.my/cool1/htm</a>	skwoo@sirimi.sirim.my
México	Centro Nacional de Metrología (CENAM)	<a href="http://200.23.51.110/HomePage.html">http://200.23.51.110/HomePage.html</a>	servtec@cenam.mx
Noruega	Justervesenet (National Measurement Service)	<a href="http://odin.dep.no/noe/underet/juster.html">http://odin.dep.no/noe/underet/juster.html</a>	postmottak@justervesenet.dep.telemax.no
Uruguai	Laboratorio Tecnológico del Uruguay	<a href="http://www.latu.org.uy/">http://www.latu.org.uy/</a>	jrodrig@latu.org.uy

**BIOMASSA**

**O Centro Nacional de Referência de Biomassa - CENBIO**

Adnei Melges de Andrade - Diretor da Divisão de Energia do IEE/USP  
José Roberto de Moreira - Diretor do Biomass Users Network do Brasil

Em 31 de dezembro de 1996 foi assinado Convênio entre o Ministério da Ciência e Tecnologia, o Governo do Estado de São Paulo, através da Secretaria de Energia, a Biomass Users Network do Brasil e a Universidade de São Paulo, através do Instituto de Eletrotécnica e Energia, para a implantação do CENBIO - Centro Nacional de Referência de Biomassa.

O Centro, que será localizado no IEE/USP, terá como atividades principais:

- I - catalogar informações e documentos ligados aos trabalhos na área de uso da biomassa como insumo energético;
- II - acompanhar o desenvolvimento científico e tecnológico do uso da biomassa e promover o intercâmbio de informações no Brasil e exterior;
- III - acompanhar o desenvolvimento de estudos, programas e projetos em andamento nessa área de atividade;
- IV - atuar como centro de divulgação e intercâmbio de informações técnicas dos resultados econômicos e sócio-ambientais, relativos às aplicações das tecnologias da biomassa para fins energéticos;
- V - produzir periódicos com o propósito de informar os interessados sobre as perspectivas de desenvolvimento da aplicação da biomassa;



*Bagaço de cana, a espera de utilização*

- VI - desenvolver e operar meios eletrônicos para a difusão de informações sobre as aplicações de biomassa para fins energéticos, integrando-se às grandes redes nacionais e internacionais;
- VII - identificar fontes e mecanismos de financiamento para projetos de aplicação de biomassa para fins energéticos;
- VIII - promover a formação de recursos humanos nas áreas afins.

Considerando que a biomassa é responsável por dezessete por cento de energia primária do Brasil, essencialmente na forma de cana-de-açúcar e madeira para carvão vegetal, valor su-

perior à contribuição do petróleo nacional, é natural que haja interesse no seu uso de forma eficiente e sustentável. No mundo e no Brasil, há grande expectativa de que a biomassa energética, utilizada tradicionalmente como lenha para cocção ou na forma de carvão vegetal para usos domésticos e em indústrias pouco desenvolvidas, passe a ter papel crescente em usos modernos. Esses usos compreendem desde a produção de carvão vegetal industrial, porém com eficiência de conversão próxima do limite teórico e com o uso de vários subprodutos do processo, passando pela produção de combustíveis líquidos, até a gaseificação da

Espera-se, assim, que o Centro seja um ponto de encontro e de confluência de idéias das atividades governamentais, empresariais e acadêmicas, que já estão ocorrendo. O futuro do Centro depende essencialmente da grandeza e do crescimento dos órgãos e instituições que estão plenamente ativas na área. Contamos em muito com a cooperação dos mesmos para que o Centro possa florescer e trazer contribuição aos abnegados atores que hoje lutam pelo assunto, e àqueles novos que deverão se incorporar no futuro.

**Plano de trabalho para o biênio 1997/1998:**

- 1. Levantamento de projetos em andamento no Brasil e no mundo; identificação das melhores oportunidades de uso.
- 2. Identificação de pessoas físicas e jurídicas interessadas nessa área, bem como das oportunidades de financiamento para projetos, no âmbito nacional e internacional.
- 3. Preparação e divulgação de informações através da Internet e através de um boletim trimestral.
- 4. Promoções de reuniões anuais de pessoas físicas e jurídicas interes-

- sadas em biomassa, com o objetivo de consolidar idéias e projetos.
  - 5. Elaboração de propostas de projeto a serem submetidas a potenciais doadores ou agências de financiamento.
  - 6. Difusão das idéias sobre novos usos da biomassa energética a nível de governo e das empresas.
- Além das atividades acima descritas, o Centro atuará como um local de ampliação do conhecimento e como um foro com força de "lobby" nessa área de atividade.

(Continuação)

biomassa, abrindo perspectivas para a geração de eletricidade com turbinas a gás/turbinas a vapor de alta eficiência. Até mesmo o combustível hidrogênio, tão ambicionado como vetor energético pela sua não agressão ao meio ambiente, será possivelmente usado através de metanol ou etanol. Muito desse interesse pela biomassa, na forma de florestas plantadas e na forma da culturas agrícolas (como a cana-de-açúcar), está ligado ao problema da poluição ambiental do planeta, causada pela emissão de CO<sub>2</sub> (efeito estufa).

Além do mérito ambiental, a biomassa traz vantagens sociais, pois quando produzida em grande escala cria novas oportunidades de emprego, a custo suficientemente baixo, podendo ser uma importante solução ao desemprego nos países em desenvolvimento, evitando o êxodo rural. Em países desenvolvidos, seu mérito social seria a redução de despesas com o subsídio dos alimentos, pois abriria oportunidades para os fazendeiros usarem seus excessos de terra em culturas energéticas.

Mesmo considerando-se pequenas comunidades, que no Brasil abrigam 20 milhões de pessoas, sem acesso a eletricidade, usos modernos de biomassa explorada em pequena escala podem resolver este problema e criar atividade econômica e produtiva no local. Por exemplo, há programas que ambicionam gerar eletricidade para vilas com menos de 1.000 habitantes, através do uso de óleo vegetal produzido localmente, alimentando grupos moto-geradores.

Assim sendo, quer pelos grandes programas de produção de energia, como é o caso do etanol, da possível geração de 6.000 MW de eletricidade a partir do bagaço e do resíduo de cana-de-açúcar, quer pelos pequenos projetos convenientes para pequenas comunidades, o Centro de Biomassa deverá estar atento ao desenvolvimento de oportunidades para a biomassa energética.

Para o atendimento dos objetivos, a existência do CENBIO em muito concorrerá para a geração e difusão dos conhecimentos necessários. Somente com a utilização de tecnologias novas, eficientes, poder-se-á desenvolver o uso sustentável da biomassa, atingindo o sucesso econômico e ao mesmo tempo cuidando dos aspectos ambientais e sociais de seu uso.

**CRENCIADOS**



**Serviços Credenciados na RBC e na RBLE do INMETRO**

**Serviço Técnico de Metrologia Elétrica** (Certificado de Credenciamento na RBC Nº 014)

- Determinação de f.e.m. de pilhas-padrão.
- Determinação da resistência de resistores-padrão.
- Calibração de: amperímetros, voltímetros, wattímetros, multímetros analógicos e digitais, volt-ohm-amperímetros alicate, medidores de resistência, calibradores de C.A. e de C.C., décadas resistivas, décadas capacitivas, pontes de Kelvin e de Wheatstone, medidores de kWh, medidores-padrão de energia etc..
- Medidas de relação de transformação e de ângulo de fase de transformadores para instrumentos (TP's e TC's).

**Seção Técnica de Equipamentos para Atmosferas Explosivas** (Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL -011/86)

- Certificação de Conformidade de equipamentos elétricos à prova de explosão. Normas: NBR 9518, NBR 5363, IEC 79-0, IEC 79-1.

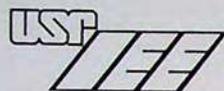
**Seção Técnica de Fotometria** (Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL-039/91)

- Ensaios de Lâmpadas com Filamento de Tungstênio para Iluminação Geral (Normas: NBR 5387, NBR 5362, NBR 6816).

- Ensaios de Reatores para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares (Normas: NBR 5114, NBR 5172, ANSI C82.2).
- Ensaios de Reatores para Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5125, NBR 5170).
- Ensaios de Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão. (Normas: NBR 5120, NBR 5167, BS 3677).

**Seção Técnica de Ensaios de Equipamentos Eletro-Médicos** (Certificado de Credenciamento na RBLE Nº CRL 062)

- Ensaios em eletrocardiógrafos (Norma IEC 601.2.25.93, Projeto 03:062.04-011:91).
- Ensaios em equipamentos de raios X (Normas IEC 1331-1:94, IEC 658:79, IEC 806:94, IEC 336:93 e IEC 627:78).
- Ensaios em equipamentos eletro-médicos (Normas NBR IEC 601.1:94, IEC 601.1:88 e BS 5724.1:89).
- Calibração de medidores não-invasivos de tensão de aceleração (Proc. Nº 95LS61PR00X).
- Calibração de medidores de tempo de exposição (Proc. Nº 95LS64PR00X).
- Calibração de medidores invasivos de corrente anódica (Proc. Nº 95LS65PR00X).
- Ensaio de medidores invasivos da linearidade do produto corrente x tempo (Proc. Nº 95LS66PR00X).



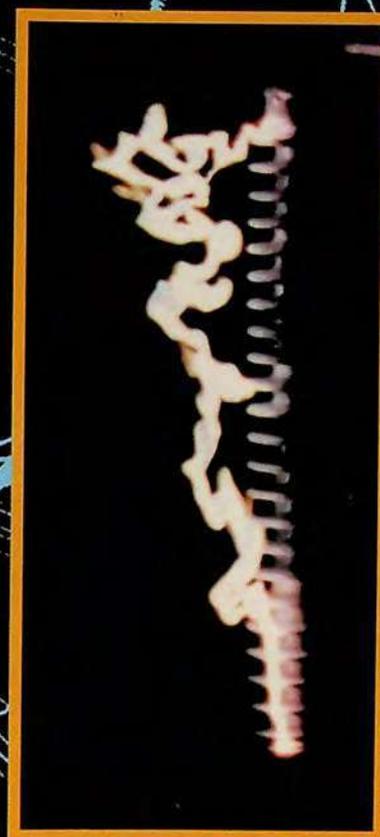
**Instituto de Eletrotécnica e Energia da  
Universidade de São Paulo**  
Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289  
05508-900 - Cidade Universitária - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 818-4717 - Fax: (011) 210-7750  
Internet: <http://www.iee.usp.br>

ISSN 1413 - 229X



# IEE em REVISTA

Orgão Oficial do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Ano III - nº 6 - 1997



**ENTREVISTA:  
Peter Greiner**

**A reestruturação do setor elétrico  
e a Universidade.**

3

EDITORIAL

**A REESTRUTURAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO E A UNIVERSIDADE**

4

ENTREVISTA

**PRIVATIZAÇÃO: UM PROCESSO IRREVERSÍVEL**

6

A REESTRUTURAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO E A UNIVERSIDADE

**O PROCESSO DE REESTRUTURAÇÃO EM SÃO PAULO**

**A CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA**

**A PESQUISA APLICADA**

**A CONTRIBUIÇÃO DA INDÚSTRIA**

10

**SERVIÇOS CREDENCIADOS NA RBC/RBLE**

11

NORMALIZAÇÃO

**A PARTICIPAÇÃO DO IEE/USP NOS TRABALHOS DE NORMALIZAÇÃO**

**LABORATÓRIOS DE ENSAIO**

**DIVISÃO DE POTÊNCIA**

1. **Aparelhos e Materiais Elétricos**  
Eng<sup>o</sup> Fumiaki Yokoyama  
Tel.: (011) 818-4721
2. **Máquinas Elétricas**  
Eng<sup>o</sup> Francisco A. Marino Salotti  
Tel.: (011) 818-4724
3. **Alta Tensão** - Eng<sup>o</sup> Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
4. **Média Tensão** - Eng<sup>o</sup> Celso Pereira Braz - Tel.: (011) 818-4918
5. **Altas Correntes** - Eng<sup>o</sup> Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723
6. **Baixa Tensão** - Eng<sup>o</sup> Hélio Eiji Sueta - Tel.: (011) 818-4723

**DIVISÃO DE ELETRÔNICA**

1. **Equipamentos Eletromédicos**  
Eng<sup>o</sup> Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
2. **Radiagnósticos**  
Físico Paulo Roberto Costa  
Tel.: (011) 818-4829/8137
3. **Manutenção Radiológica**  
Eng<sup>o</sup> Jorge Rufca  
Tel.: (011) 818-4816/4829
4. **Desenvolvimento de Software de Redes** - Bel. Quim. Luiz Carlos Mantovani - tel.: (011) 818-4837
5. **Eletrônica de Potência**  
Eng<sup>o</sup> Douglas Garcia  
Tel.: (011) 818-4730
6. **Equipamentos para Atmosferas Explosivas** - Eng<sup>o</sup> Manuel Joaquim Sequeira - Tel.: (011) 818-5062

**DIVISÃO DE ENERGIA**

1. **Fotometria** - Eng<sup>o</sup> Elvo Calixto Burini Junior - Tel.: (011) 818-4727
2. **Equipamentos de Medição**  
Eng<sup>o</sup> Antonio Carlos de Silos  
Tel.: (011) 818-4725
3. **Padrões Elétricos**  
Eng<sup>o</sup> Osmar Sinzi Shimabukuro  
Tel.: (011) 818-4725
4. **Aferição e Calibração**  
Eng<sup>o</sup> Sérgio Shiguemitsu Sato  
Tel.: (011) 818-4725

**CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS**

CERTUSP - Organismo Credenciado de Certificação de Produtos, Equipamentos Eletromédicos e Equipamentos à Prova de Explosão - Eng<sup>o</sup> Gilberto Garlera/Vera Maria Silveira - tel.: (011) 818-4921 - fax: (011) 212-9983



Capa: Algeio B. Cairolli

**Atuação conjunta das concessionárias com a pesquisa aplicada.**

**EDITORIAL**



**Orlando Silvio Lobosco**  
Diretor da Divisão de Potência do IEE/USP

**A reestruturação do setor elétrico e a Universidade**

Assiste-se hoje a uma espetacular onda de reestruturação de ordem econômica, social e política, cujas conseqüências não são ainda totalmente previsíveis. O Brasil, alinhado com a ordem mundial, também ingressa num período de grandes transformações, onde o processo de desestatização assume um caráter particularmente importante. Atendendo a objetivos econômicos, atividades até então consideradas tipicamente públicas, como telecomunicações e energia elétrica, estão sendo privatizadas.

Os efeitos desta reestruturação sobre o desenvolvimento econômico do país têm sido objeto de amplos debates, resultando numa certa aceitação popular. Entretanto, as conseqüências que um abrangente processo de desestatização poderão ter sobre a pesquisa e sobre o ensino no país não têm sido até agora adequadamente avaliadas.

Embora possa ser argumentado que a administração estatal, engessada por inúmeras regulamentações burocráticas, gera deficiências nos serviços ligados a infra-estrutura, é inegável a contribuição do setor público no campo da pesquisa e desenvolvimento.

Tradicionalmente, a iniciativa privada no Brasil tem investido muito pouco em pesquisas e nada indica que esta situação se altere após as grandes privatizações. A combinação de paternalismo econômico com protecionismo de mercado acabou por introduzir vícios de raízes profundas, e hoje, entre muitos empresários brasileiros, subsiste a falsa impressão de que o lucro é incompatível com a aplicação de recursos em pesquisas, mesmo naquelas de cunho tecnológico. Tal distorção não ocorre nos países industrializados, nos quais muitas vezes os recursos privados em pesquisas superam os governamentais. Mas é questionável que investidores estrangeiros concordem em aplicar seu dinheiro em pesquisas no Brasil, em detrimento de desenvolvimentos feitos em seus países de origem. Evidentemente que o nosso país tem muito o que aprender ao se preparar para ingressar numa competitiva economia mundial. Certamente o empresário brasileiro acabará por absorver as lições de países mais adiantados, onde a iniciativa privada investe pesadamente em capacitação tecnológica. Entretanto, não é razoável imaginar-se uma radical mudança de mentalidade a curto prazo. Diante desta perspectiva é recomendável extrema prudência ao privatizar setores estratégicos da economia brasileira, pois, ao se desfazer das operações das empresas,

o Estado corre o risco de dismantelar a tecnologia nacional. No campo da energia elétrica é sabido que o país detém uma apreciável capacitação tecnológica em geração hidrelétrica e em transmissão. Acervo de conhecimentos como este, produto de mais de trinta anos de ativo desenvolvimento no setor, constitui exemplo de patrimônio a ser cuidadosamente preservado e continuamente incrementado.

Uma parte importante do que hoje forma o cabedal de conhecimentos do setor elétrico nacional foi obtido através das universidades e centros de pesquisa oficiais do Estado. Há muito que estas entidades têm ajudado as empresas estatais a se manterem num razoável patamar de desenvolvimento tecnológico. Em São Paulo, há muitos anos as concessionárias de energia elétrica mantêm um importante intercâmbio tecnológico com as universidades paulistas. Centenas de projetos de pesquisa têm sido desenvolvidos por professores e pesquisadores da Universidade, em conjunto com engenheiros das empresas. Este trabalho associativo, além de promover o desenvolvimento tecnológico do setor de eletricidade de São Paulo, também tem contribuído de maneira importante tanto na formação de recursos humanos para as concessionárias como na efetiva participação dos professores das universidades na solução de problemas práticos, atividade essencial para tornar objetivos seus ensinamentos.

Inicia-se agora em São Paulo a desestatização das empresas de energia elétrica. Grande é o interesse que tal operação tem despertado não só nos meios empresariais brasileiros, mas principalmente no exterior. CPFL, um exemplo de empresa nacional de eletricidade; CESP, a maior geradora brasileira; ELETROPAULO, uma das maiores distribuidoras do mundo. Inegavelmente, seremos testemunhas de um dos maiores leilões de privatização de empresas de energia no âmbito mundial. Grandes grupos internacionais se preparam para absorver a operação do setor de infra-estrutura mais importante para o desenvolvimento econômico brasileiro. A universidade pública, até agora parceira do esforço desenvolvimentista das empresas estatais de energia e, a partir deste momento, depositária da tecnologia nacional, está pronta para assumir seu novo papel.

Este número do IEE em Revista é dedicado à análise do papel que a Universidade poderá desempenhar no contexto das privatizações do setor energético no país.



**IEE em Revista** é órgão informativo oficial bimestral do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo - Av. Prof. Luciano Gualberto, 1289 - Cidade Universitária - São Paulo - SP - CEP 05508-900 - Tel.: (011) 818-4839 - Fax: (011) 210-7750 - Internet: <http://www.iee.usp.br> - **Reitor da USP:** Flávio Fava de Moraes - **Diretoria do IEE/USP:** Diretor Geral: Carlos Américo Morato de Andrade - Diretor de Potência: Orlando Silvio Lobosco - Diretor de Energia: Adnei Melges de Andrade - Diretor de Eletrônica: Jean Albert Bodinaud - **Comissão de Divulgação:** Coordenador: Orlando Silvio Lobosco - Membros: Luiz Carlos Mantovani - Gilberto Garlera - Edmilson Moutinho dos Santos - Sérgio Antônio de Oliveira - Jean Albert Bodinaud - Luiz Carlos Lopes - Geraldo Francisco Burani - Paulo Roberto Ramos - Yara Salvia - Roberto Yokoyama - **Consultor e Coordenador Editorial:** Walfredo Schmidt - **Jornalista Responsável:** Paulo Roberto Ramos (MTB 24704) - **Revisão/Projeto Gráfico/Diagramação:** Liber Comunicação (Tel.: 495-7180 / 9996-3155)

## ENTREVISTA

## Privatização: um processo irreversível

O Secretário de Energia do Ministério de Minas e Energia, Peter Greiner, analisa o processo de estatização e o de privatização do setor de energia e fala do papel da Universidade

IVANIR V. DE OLIVEIRA

**S**ecretário de Energia desde 94, o engenheiro hidráulico formado pela Poli, Peter Greiner, fala nessa entrevista que a estatização das companhias de energia elétrica ocorreu no Brasil em uma época em que essa era a tendência mundial, por questões históricas e econômicas. Mas para ele, as condições atuais são diversas e a solução para o setor é a abertura ao capital privado. Ele também opina sobre qual deverá ser o papel da Universidade nesse novo processo e sobre como as mudanças no mercado vão afetar as pesquisas e as oportunidades de emprego para os profissionais técnicos.

**IEE em Revista:** Como a Secretaria de Energia avalia a profunda reestruturação que está havendo no setor energético no Brasil?

**Peter Greiner:** Muita gente pensa que no fundo dessa reforma estão pura e simplesmente pensamentos neoliberais, mas não é verdade. Existem fortes componentes econômicos e tecnológicos por trás dessa proposta de reestruturação. O Brasil estatizou o seu setor de energia logo depois da Segunda Guerra Mundial, época em que o país estava pouco endividado e havia uma tendência mundial para a estatização nessa área. Nos países socialistas, por questões ideológicas e de estrutura político-social. Na Europa, por motivos estratégicos e ideológicos (França e Inglaterra), já que a guerra tinha destruído grande parte da infraestrutura. Os países da periferia, que se tornaram independentes nas décadas de 50 e 60, também acompanhavam essa tendência porque deixavam de ser colônias sem contar também com esse tipo de infra-estrutura. Com o "crash" da Bolsa de Nova York, em 29, até os Estados Unidos passaram por um período de intervencionismo estatal, seguindo a idéia de Keynes de promover o desenvolvimento através de investimentos estatais públicos em áreas básicas. Essa opção foi reforçada pelo Plano Marshall, que deu ensejo à criação de agências de desenvolvimento como o BIRD e o BID. Havia então linhas de financiamento muito vantajosas, com largos períodos de carência e baixos juros, colocados à disposição dos governos para projetos de infra-estrutura. O Brasil saiu da guerra com o setor elétrico em crise por uma

série de fatos: a guerra prejudicou os investimentos e o Código das Águas, elaborado em 34, tinha um cunho essencialmente nacionalista. Nesse contexto, as empresas estrangeiras não tinham interesse em fazer investimentos, já que eram obrigadas a assinar um contrato de cessão, no qual a remuneração do capital investido se baseava no custo histórico, sem considerar a inflação. Hoje, quando se fala em privatização muita gente lembra: "Olha, no tempo da Light faltava luz etc." Mas naquelas condições não poderia ser diferente.



Peter Greiner

**IEE em Revista:** E por que hoje o contexto é mais favorável à privatização?

**Peter Greiner:** Durante décadas o Estado investiu no setor. A partir de 50, a política teve dois pilares fundamentais: a substituição das importações protegendo o capital nacional, e os pesados investimentos na infra-estrutura, por parte do Estado. Isso conduziu a uma situação de crise fiscal, na qual o Estado tem despesa demais e não tem capacidade para arrecadar recursos tributários suficientes, levando a um endividamento tanto interno quanto externo. Isso compromete principalmente suas atividades básicas em áreas como a educação, segurança e saúde. Outra situação diferenciadora é que hoje o país tem uma economia mais dinâmica, com maior poupança acumulada do setor privado,

com maior poder de investimento. Isso tudo leva a soluções diferentes de uma época em que as condições eram opostas. Isso na área econômica. No campo da indústria, o que nós assistimos é que o setor elétrico também passou a apresentar fatores tecnológicos e micro-econômicos diversos. Eu não diria que o setor elétrico passou por um choque tecnológico como o das telecomunicações, mas também vive uma situação nova. Com o tempo, foi montado um grande sistema de transmissão interligado que tornou possível o transporte de energia de um lado para o outro. É possível comprar energia de geradores diferentes, desde que seja garantido o "livre acesso" à rede de transmissão, seja de alta, média ou baixa tensão, e desde que o par que fez a negociação pague pelo serviço de transporte. Essa rede continua sendo um monopólio natural, porque não faz sentido ter duas redes separadas, lado a lado. Seria antieconômico.

**IEE em Revista:** Há outros fatores induzindo a mudança no setor elétrico, no Brasil e no mundo?

**Peter Greiner:** Sim. Até os anos 70, o setor elétrico conseguia manter as tarifas a um nível real ou até reduzi-las porque eram introduzidas unidades cada vez maiores de geração, com ganhos de economia de escala. Depois isso acabou. Muitas concessionárias também optaram pelo programa nuclear que se revelou muito caro. Um exemplo clássico são os Estados Unidos, em que as empresas teriam que repassar ao consumidor o custo mais elevado de seus investimentos. Além disso, o sistema de monopólio impõe uma coisa interessante: como os investimentos são remunerados, há um incentivo para que os sistemas sejam exagerados em dimensões e refinamentos tecnológicos, muitas vezes caros e desnecessários. Isso foi colocado em cheque com a crise do petróleo que elevou os preços em um contexto de super-oferta, para a qual não havia mercado, colocando a indústria de energia contra a parede, frente aos consumidores e à opinião pública. Depois dos anos 70 também surgiu a possibilidade de gerar termicamente com ciclo combinado, principalmente usando gás, cuja oferta crescia, porque junto com a exploração do petróleo sempre vinha a

descoberta de gás. Então, de um lado a geração tradicional das concessionárias estava cada vez mais cara e de outro lado surge um segmento que possibilitava a redução sensível do preço. Como o governo americano não podia infringir ou anular os contratos de concessão monopolista que existiam, ele obrigou as empresas a comprar a energia que lhes fosse oferecida a preços mais baixos e a transportar essa energia para os consumidores. Isso se configura em 78 nos Estados Unidos, introduzindo a competição à margem do monopólio. Já em um país como a Inglaterra, onde todo o sistema era estatal, sendo o governo inglês dono de uma grande geradora e transmissora de energia e de doze empresas concessionárias de distribuição, decidiu-se pela reestruturação, separando o sistema que estava nas mãos do Estado em várias geradoras e criando uma empresa de transmissão e várias distribuidoras, efetuando-se a privatização, e daí estabelecendo-se a livre negociação de energia. O objetivo foi tornar o setor mais competitivo. Esse é o quadro que está levando à reformulação do setor elétrico na maior parte dos países.

**IEE em Revista:** E como é o processo brasileiro?

**Peter Greiner:** Se o Estado vende uma empresa de energia elétrica, essa empresa vai continuar gerando e distribuindo energia dentro do país. E o governo arrecada o que o mercado estiver disposto a pagar e aplica esse dinheiro no abatimento da dívida ou em outro projeto. Se esse processo é bem conduzido, torna possível uma grande alavancagem econômica e social. Quando o setor produtivo de energia elétrica está nas mãos do Estado, as indústrias acabam obtendo tarifas favorecidas, que tendem a ser eliminadas quando há a privatização. Na minha opinião, o modelo de investimento estatal tem um alto efeito de concentração de renda. O Estado, quando contrata sob a pressão de financiamento de campanhas ou por exigência do equilíbrio da balança de pagamentos, normalmente realiza construções mais caras. E o setor elétrico exige altos investimentos com baixa rentabilidade. Com a privatização, o governo terá que fazer investimentos em áreas de pouco interesse comercial, como a eletrificação rural. De resto, acho que o setor privado é mais dinâmico, tende a incorporar inovações tecnológicas mais rapidamente e estimula a eficiência. A base da reforma, na minha opinião, é a segmentação e a desverticalização. No centro tem que haver uma estrutura que permita ao governo agir como regulador, e de forma supletiva quando necessário, mas não de forma autocrática. É a tese de

Maquiavel: dividir para governar melhor.

**IEE em Revista:** Com a privatização, como o governo pretende controlar esse setor de energia elétrica, que é estratégico? **Peter Greiner:** O atual regulador, que é o DNAEE, vai ser substituído pela ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. O DNAEE na verdade não funcionava porque esse órgão via-se inibido na sua função de fiscalizar empresas estatais que pertenciam ao mesmo ministério. Mesmo no caso de empresas que não são federais - como por exemplo a Copel, Cemig, Cesp, Celpa etc - toda possível crítica acabava trombando de frente com a política local. A ANEEL vai ter uma estrutura mais competente. O governo está tratando de oferecer salários mais adequados e há a autonomia da Agência, que estará mais resguardada de ingerências políticas.

**IEE em Revista:** E como a Universidade pode auxiliar nessa fiscalização?

**Peter Greiner:** Hoje, não temos pessoal preparando para essa fiscalização, o que nos leva a usar a Universidade para obter a necessária capacitação. A Universidade vai ajudar o governo na crítica ao trabalho que está sendo realizado. Já estamos trabalhando com a Universidade de Brasília para a criação de uma rede de excelência para formação de reguladores. Em conjunto com o fórum de Secretários Estaduais de Energia, também estamos promovendo a descentralização das condições reguladoras. Para fortalecer o Estado, precisamos trazê-lo para perto do consumidor. Os Estados criarão suas comissões estaduais de controle dos serviços, às quais se delegará uma série de funções. Também está sendo proposta a terceirização da fiscalização. Microempresas de engenharia locais poderão ser credenciadas para exercer esse papel.

**IEE em Revista:** E qual o papel que a Universidade poderá desempenhar a longo prazo?

**Peter Greiner:** Poderá exercer um papel crítico, que é importante para o aperfeiçoamento da reforma, e participar do planejamento. Também poderá contribuir com a formação de pessoal, porque em um mercado competitivo, vai haver maior introdução de novas tecnologias. Até agora o país construía muitas hidrelétricas, mas a tendência é introduzir também a geração térmica, que vai requerer especialização em termodinâmica, mecânica e evidentemente em eletricidade. Ademais, num regime competitivo, os profissionais técnicos deverão incorporar novos conhecimentos no campo do risco, "hedging" etc.

**IEE em Revista:** Quais as oportunidades nesse novo mercado para o pessoal técnico que a Universidade forma?

**Peter Greiner:** Há uma forte preocupação e às vezes oposição às mudanças, porque os empregos nas empresas de energia elétrica gozam de relativa estabilidade, o que contempla uma série de privilégios, como salários melhores que os de mercado, além de esquemas especiais de saúde e aposentadoria. Não vejo problemas para os profissionais técnicos bem formados no novo contexto. Há um amplo aspecto de incentivos e desafios para aqueles que realmente buscam o aperfeiçoamento profissional e isso vai de mãos dadas com a Universidade que poderá formar novos cursos e criar diferentes áreas de especialização. Os investidores estrangeiros não vão querer trazer técnicos de fora porque os custos são mais altos. E há outro fator importante: se não for agregado investimento privado, não haverá projetos nem empregos. Considero que o processo é irreversível e cada um deve analisar e entender o que está acontecendo no país e no mundo, tirar as próprias conclusões e se adequar aos tempos modernos.

**IEE em Revista:** Qual a sua sugestão para que a pesquisa tecnológica não seja prejudicada com a privatização?

**Peter Greiner:** O Estado brasileiro tem investido recursos na pesquisa tecnológica mas, na minha opinião, de forma pouco eficiente. Alguns projetos são dilettantismo puro. É claro que com a privatização, principalmente se o capital for estrangeiro, o empresário vai ao mercado comprar os melhores equipamentos. Não terá por prioridade desenvolvê-los no Brasil e nesse caso a pesquisa estará mais fora do que dentro do país. Entretanto, as tecnologias se ajustam à realidade brasileira. Se temos, por exemplo, um alto grau de insolação e potencial para usar a bioenergia, teremos que promover a nossa própria pesquisa sustentada, a qual deve sujeitar-se ao interesse dos agentes privados do setor e ao governo. Os recursos para esse campo devem ser reunidos, centrados em uma espécie de conselho - onde exista participação governamental e dos agentes envolvidos - e direcionados para os centros de excelência. Se isso for bem estruturado, haverá uma forte pressão pela eficiência, porque o empresário privado é mais incisivo em cobrar resultados. No caso das estatais, às vezes o engenheiro não é incentivado a encarar o problema "risco". Então ele vai pelo mais seguro, mesmo que seja mais caro. Nesse sentido, acho que haverá pressão para se buscar soluções mais econômicas e adequadas.

## O processo de reestruturação em São Paulo

PEDRO CAUVILLA

O processo de reestruturação do setor energético brasileiro vem se concretizando paulatinamente e nos seus diversos segmentos: a distribuição de energia elétrica assume posição de destaque com a ocorrência de vários casos de empresas estatais privatizadas; inicia-se a privatização da geração e a entrada de produtores independentes no sistema; busca-se o equacionamento das questões que envolvem as redes de transmissão e o transporte de energia; criam-se agências de controle e fiscalização e caminha-se para a finalização do novo marco regulatório nacional. Extensão, complexidade, particularidades ímpares, predominância hidroenergética bem caracterizam o setor que soube ser implantado e consolidado praticamente nos últimos trinta anos, respeitando-se honrosamente os esforços, o idealismo e a visão dos pioneiros do início do século. O setor energético nacional sempre esteve presente no desenvolvimento do País e superou as mais diversas dificuldades impostas. Hoje ele está frente ao seu maior desafio, que é o olhar para si e encontrar alternativas que permitam atender a uma nova ordem mundial. E é isto que vem sendo feito.

No presente cenário, ou mais apropriadamente durante toda a história brasileira da eletricidade, o Estado de São Paulo apresenta-se em todos os capítulos, trazendo a sua contribuição ou procurando soluções para as questões de peso que afetam o setor, sempre proporcionais à sua representatividade. São Paulo se apresenta com a sua proposta de reestruturação setorial moderna e avançada voltada para a garantia e continuidade de bons serviços a serem prestados, exigência de uma sociedade dinâmica e atenta.

A Secretaria de Energia do Estado de São Paulo conduz esse processo de transformação e, passo a passo, consolidada a sua proposta dentro do Programa Estadual de Desestatização - Lei 9361/96. Neste contexto, todas as empresas de energia - CESP, CPFL, Eletropaulo e Comgás - estão em procedimentos de avaliação patrimonial e de modelagem de venda com as datas dos leilões fixadas ou previstas. O que é

de fundamental importância nisso tudo, é a aprovação pela Assembleia Legislativa, da Comissão de Serviços Públicos de Energia, órgão estadual responsável pelo correto cumprimento dos contratos de concessão, dentro do que prevê a lei de criação da ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Torna-se cada vez mais próxima a assunção pelo Estado de suas verdadeiras funções.

Desenvolvimento tecnológico, pesquisa, eficiência e conservação da energia, aperfeiçoamento profissional e a otimização dos recursos setoriais sempre estiveram presentes no bojo das discussões da reestruturação. Talvez, em alguns casos, não com a intensidade necessária mas, sempre creditando e reconhecendo o valor da Universidade e sua importância no inter-relacionamento com as empresas, no passado recente e neste presente momento, e da sua essencialidade no futuro que se desenha. Um relacionamento de anos entre empresas e Universidade permite identificar um potencial tecnológico instalado que não pode ficar à margem e à deriva, precisamente no momento em que o Estado legitima a sua identidade. Fomentar o desenvolvimento é uma função do Estado; o desenvolvimento é alcançado com tecnologia moderna e dinâmica da qual a Universidade está entre os agentes produtores.

A Secretaria de Estado de Energia pode se vangloriar de estar entre as mais avançadas em sistemas de informação e disposição de dados, fruto de trabalho conjunto iniciado há anos com o Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP - IEE/USP. No campo da pesquisa cooperativa igualmente logra projetos vencedores. No âmbito das empresas vinculadas, o estabelecimento de um Programa de Desenvolvimento Tecnológico Integrado - PDTI, procura a organização e a otimização dos projetos de interesse das concessionárias. Vários convênios e compromissos permitem uma atuação no campo da conservação e eficiência no uso da eletricidade, sempre importante, sobretudo neste momento de restrição de oferta de energia. Estes aspectos tiveram a sua importância ratificada em dois momentos: o primeiro, garantido pelo Conselho de

Administração das Empresas, que determinou investimentos anuais específicos em conservação com verbas empenhadas sobre a receita; o segundo, agora, dentro da concepção dos novos contratos de concessão, prevê recursos destinados obrigatoriamente ao desenvolvimento tecnológico.

O respeito às conquistas e aos grandes marcos do setor, paralelos aos grandes momentos do desenvolvimento econômico-social paulista, também está reconhecido e contemplado como atribuição da Fundação do Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo que se encarregará de acolher, manter e divulgar o precioso acervo centenário, construído durante a vida das empresas até o momento e na sua continuidade. Igualmente, não pode ficar sem orientação a gestão e o direcionamento dos recursos a serem destinados ao campo tecnológico conforme citado anteriormente, o que sugere uma atividade a ser desempenhada no escopo ou relacionada a uma nova conformação da própria Secretaria de Energia. Estes pontos, consolidados, sugerem abertura e possibilidades ainda maiores no relacionamento com a Universidade e entidades de pesquisa e desenvolvimento.

É neste mesmo sentido que se pode admitir o comportamento das novas empresas que ocuparão o atual espaço das estatais paulistas. O Programa de Qualidade da Energia no Estado de São Paulo, que visa o progressivo aumento da qualidade do serviço prestado por essas empresas aos consumidores nas áreas de concessão definidas, incentivará a busca por tecnologias de eficiência em toda a cadeia, da geração à distribuição de energia, passando pelo desenvolvimento e aplicação de novos materiais, equipamentos, gerenciamento de sistemas etc. Ai, novos mercados a serem explorados.

O cenário apresentado indica um relacionamento mais intenso entre governo, empresas e a Universidade na área tecnológica; abre mais espaço para novos agentes, abrevia e acelera as ações. É a confiança no futuro: novos momentos, novas oportunidades lançadas. Participar dele significa estar presente.

## A capacitação tecnológica

CARLOS AMÉRICO MORATO DE ANDRADE

Após 120 anos do seu nascimento, a rede elétrica mundial vem se tornando uma das mais importantes e estratégicas atividades da sociedade moderna. É através desta rede que circula cerca de 35% de toda a energia despendida pelo homem, porcentagem esta que vem crescendo continuamente no fim deste século, e que seguramente irá crescer muito mais no próximo.

A eletricidade é hoje o mais moderno e o mais eficiente modo de transmitir a energia para todos os pontos do planeta onde ela for necessária. Aos poucos, todas as utilizações energéticas vão se eletrificando, uma vez que, através da eletricidade, se conseguem os maiores rendimentos e as menores poluições do meio ambiente.

O setor que mais resiste à eletrificação é o de transportes, tendo em vista principalmente os enormes investimentos feitos na obtenção e uso do petróleo. Tudo indica que nos próximos 30 anos o carro elétrico, movido a baterias ou a células combustíveis, deverá se impor principalmente por causa dos gravíssimos problemas ambientais. Quando isto acontecer, ou mesmo antes deste evento, a eletricidade será a principal "commodity" mundial, ultrapassando o próprio petróleo. Dentro de muito pouco tempo a eletricidade estará movimentando vendas superiores ao trilhão de dólares anualmente.

Em uma sociedade como a atual, onde se procura otimizar os rendimentos nos processos de produção de bens e serviços para quase 6 bilhões de pessoas, nada mais natural do que se concentrar na mais importante "commodity" e procurar otimizar sua produção e distribuição de tal forma a torná-la acessível a todos.

Por razões históricas e tecnológicas a eletricidade esteve sempre amarrada, desde a geração até sua utilização a regiões pequenas do planeta, onde empresas "concessionárias" se encarregavam de produzir e distribuir este bem a todos os interessados locais. O grande desenvolvimento da engenharia elétrica no século atual permitiu que se produzisse eletricidade das mais variadas formas e com eficiências dife-

rentes. A Ciência e a Tecnologia criaram condições para que os sistemas de transmissão e distribuição fossem aperfeiçoados pelo uso de novos materiais e equipamentos. O surgimento da computação e das comunicações permitiram que se controlasse, à distância e em tempos muito curtos, grandes quantidades de energia elétrica. É hoje possível, em alguns locais do mundo, modificar as condições físicas dos sistemas portadores da eletricidade desde sua geração até suas cargas. Através de sistemas controladores a estado sólido, pode-se melhorar a transmissão e distribuição da energia elétrica, reduzindo perdas nas próprias redes e nas suas cargas. Os modernos equipamentos de medição eletrônicos permitem a monitoração dos sistemas elétricos fornecendo aos operadores minuciosos dados quanto ao seu desempenho.

O quadro que se apresenta hoje mostra que existem condições técnicas para se repensar o modelo gerencial do setor elétrico estabelecido há mais de cem anos. Muito mais forte do que condições políticas e sociais favoráveis, foi o desenvolvimento tecnológico que criou as condições básicas para se pensar na "reestruturação do setor elétrico". Há cinquenta anos, as soluções hoje discutidas seriam inviáveis. Inúmeras inovações gerenciais começaram a surgir desde a última década e, hoje estão sendo aplicadas em vários locais. Soluções como a competição entre sistemas geradores, o uso intenso da co-geração, os operadores independentes do sistema, o mercado de energia e a livre escolha do fornecedor pelos usuários, são temas discutidos e postos em aplicação atualmente em muitos países. As mudanças propostas são muito profundas e provocam receios e rejeições. Porém, parece inevitável o caminhar do setor elétrico para uma reestruturação que introduza a competição em área ainda dominada pela concessão de mercados. Para que o futuro sistema funcione bem, é preciso que os governos exerçam fortemente uma ação reguladora e fiscalizadora a fim de se evitar os vícios que um mercado livre possa assumir.

A partir de intensas modificações tecnológicas é de se esperar que surjam formas mais eficientes e menos custosas de produzir e fornecer eletricidade. Através de uma competição sadia entre os envolvidos espera-se, após determinado período de adaptação, que os preços da "commodity" se reduzam para benefício de toda a sociedade. Não se deve perder de vista que uma redução de 10% no custo da eletricidade representa algo em torno de 100 bilhões de dólares anuais, valor este que pode resolver muitos dos problemas sociais que hoje afligem a humanidade.

Uma vez que foram os desenvolvimentos técnico-científicos os grandes responsáveis pelas mudanças do setor elétrico, torna-se fácil verificar a forte relação que existe entre a universidade e a reestruturação. Foi da Academia que surgiu grande parte das idéias transformadoras das telecomunicações, da computação e dos sistemas eletrônicos de potência. Foi também na Academia que surgiram os mais importantes estudos de novos materiais, hoje aplicados rotineiramente nos sistemas de geração, transmissão e distribuição.

Em vários países, tem sido a universidade o local de discussões sobre novas idéias a respeito do setor elétrico. Nos Estados Unidos, as mais importantes universidades, como a Universidade da Califórnia, Berkeley, Stanford, Michigan, Harvard e Denver, entre outras, têm criado grupos de discussão e aprofundamento das novas formas gerenciais, técnicas e financeiras que se encontram disponíveis na atualidade. Grupos acadêmicos ligados a universidades européias e japonesas têm trabalhado fortemente na solução dos problemas locais da "eletricidade reestruturada".

No caso brasileiro, a comunidade acadêmica certamente terá muito a dizer sobre o assunto. Dentro desta comunidade, o IEE está e estará presente, fornecendo à sociedade e aos governantes subsídios técnicos e políticos no sentido de se encontrar para o Brasil o melhor equacionamento do problema.

## A pesquisa aplicada

JOSÉ GOLDEMBERG

**C**iência e Tecnologia representam uma importante atividade no Brasil: quase 10% do orçamento federal é dedicado a ela, tanto nos Institutos do Ministério da Ciência e Tecnologia como nas Universidades, Ministério da Agricultura, da Aeronáutica e outros. Não se inclui nestes números o dispêndio com pessoal nas universidades federais. Governos estaduais, empresas privadas e empresas estatais também dedicam recursos à Ciência e Tecnologia e os gastos em 1995 foram assim distribuídos:

Governo Federal	47%
Governos Estaduais	22%
Empresas Privadas	22%
Empresas Estatais	9%

No ano de 1995, o total dos dispêndios atingiu quase 6 bilhões de dólares. Empresas estatais contribuem com 9% dos dispêndios globais.

Isto significa que o setor é razoavelmente bem atendido. O problema é que mais de dois terços dos recursos são de origem governamental e se destinam à atividades acadêmicas, e apenas um terço à pesquisa aplicada, o que é o inverso do que ocorre nos grandes países industrializados: Japão, Estados Unidos, França e outros.

Há no Brasil cerca de 37 mil cientistas e pesquisadores, dos quais 15 mil com doutorado, que publicam cerca de 30 mil artigos por ano, mas que dão origem a um número muito reduzido de patentes. O pessoal de apoio à pesquisa e desenvolvimento é de cerca de 10 mil e o pessoal alocado à C&T no setor privado é de cerca de 8 mil, incluindo R&D, serviços tecnológicos, aquisição de tecnologia externa e engenharia não rotineira. Apesar disso, um indicio desencorajador no quadro nacional de ciência e tecnologia é o número de patentes concedidas no país a estrangeiros e a brasileiros. Em 1995, de 2.260 patentes registradas, apenas 526 eram de residentes no

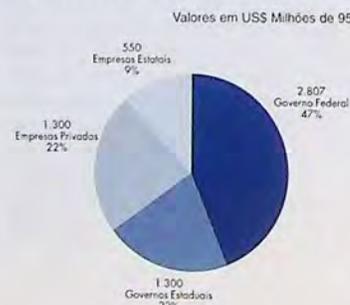
País (20%), o que dá uma idéia da reduzida contribuição nacional na tecnologia usada.

O que é essencial é aumentar o interesse e a participação do setor privado e das empresas estatais no esforço de pesquisa e desenvolvimento.

Por essa razão, o governo criou mecanismos (Lei 8661 de 2 de junho de 1993) para aumentar a participação das empresas privadas ou estatais nas atividades de pesquisa e desenvolvimento que se baseiam no uso de incentivos fiscais e recursos adicionais da FINEP (além de incentivos especiais na área de informática).

De acordo com esta lei, para cada 4 reais de investimento das empresas o governo abre mão de 1 real, desde que o projeto seja aprovado pela FINEP. Lamentavelmente, este programa não é muito conhecido e poucas empresas têm se beneficiado dele. Até junho de 97, cerca de 75 projetos foram aprovados, correspon-

### Dispêndios em C&T por Fontes de Recursos - 1995



pondendo a uma renúncia fiscal de 460 milhões de reais. Contudo, 2/3 dos projetos estão concentrados em 10 projetos, dos quais 5 em empresas estatais; os outros todos são de pequena monta.

No caso da informática, a legislação determina que as empresas desta área apliquem 5% do seu lucro em pesquisas, dos quais 2% necessariamente fora da empresa, isto é, institutos de pesquisa ou Universidades.

Isto tem avançado de maneira sensível a instalação de centros de pesquisa de informática no país.

A privatização das empresas estatais pode portanto afetar negativamente o apoio que elas têm dado a pesquisas tecnológicas, seja reduzindo o apoio direto de 9% que tem dado, ou reduzindo seu interesse em participar dos programas da FINEP.

A lógica empresarial nas empresas recém privatizadas tem se exercido através de grandes esforços para melhorar seu desempenho na área gerencial, mas não é possível perder de vista os ganhos de produtividade que podem ser obtidos com os avanços tecnológicos.

Por essa razão, é preciso garantir, no processo de privatização, que as empresas do setor energético continuem a investir em tecnologia, utilizando-se dos centros de pesquisa e desenvolvimento já existentes. Isto pode ser feito introduzindo cláusulas adequadas no processo licitatório da privatização, cabendo às agências reguladoras (ANEEL na área Federal e a correspondente no Estado de São Paulo) tomar medidas para assegurar que isto se concretize efetivamente.

O edital de privatização da CPFL prevê que no mínimo 1% (um por cento) da receita anual bruta do fornecimento de energia elétrica seja destinado a atividades que "tenham por objetivo a conservação de energia, a qualidade do serviço e a pesquisa e desenvolvimento tecnológico". A este último item serão dedicados 1/10 (um décimo) dos recursos assim resultantes.

É uma boa medida mas é pouco. O edital permite que montantes superiores a 1% sejam aplicados, mas isto vai depender da visão esclarecida e boa vontade dos futuros proprietários da empresa.

Seria melhor se assegurar através de medidas legais, que atividades de desenvolvimento tecnológico sejam preservadas para manter os centros existentes e impedir uma desnacionalização crescente das tecnologias em uso no país.

## A contribuição da indústria

EDMILSON MOUTINHO DOS SANTOS - MURILO TADEU WERNECK FAGA

**U**m dos aspectos importantes relativos à reestruturação do setor energético no Brasil refere-se à necessidade de se rever as relações entre as universidades e as empresas energéticas. Enquanto foi liderado por empresas estatais, o setor energético brasileiro pôde sustentar uma política de pesquisa e desenvolvimento tecnológico de longo prazo, estabelecendo alianças mais ou menos estáveis junto aos centros de pesquisa e às universidades nacionais. Este esforço gerou resultados mais do que evidentes, permitindo ao país reduzir o "gap" tecnológico que sempre nos separou dos países mais desenvolvidos e, em alguns segmentos específicos, nos colocando inclusive na posição de liderança tecnológica ao nível mundial.

No Brasil, o setor energético sempre representou uma importante "locomotiva" econômica e tecnológica. Basta ver o caso da Petrobrás que, direta e indiretamente, avança aproximadamente 10% de todo o esforço de P&D realizado no país. Através de um enorme esforço de capacitação de pessoal interno, de articulação com centros de pesquisa e universidades no Brasil e no exterior e de visão tecnológica de longo prazo, a Petrobrás soube construir importantes nichos de competência, onde os seus investimentos dão resultado, colocando-a na liderança da competição internacional. Atualmente, mesmo as grandes empresas multinacionais do petróleo se movimentam no sentido de buscar parcerias com a empresa brasileira, tentando resolver no Brasil parte dos problemas que elas tradicionalmente resolveriam nas suas matrizes.

Essa situação se opõe ao caso da indústria do álcool, onde a falta de um ator que pudesse desempenhar o papel de liderança fez com que o setor da biomassa não desenvolvesse uma visão realmente integrada de "business". Após liderarmos o desenvolvimento dos motores a álcool e do uso energético da cana de açúcar, o Brasil estagnou do ponto de vista tecnológico e estratégico. Hoje, ao mesmo tempo em que o



O Laboratório de Altas Correntes do IEE/USP, em permanente contato com a indústria na avaliação de suas pesquisas e desenvolvimento de produtos

uso do álcool combustível parece viver um "boom" sustentável nos Estados Unidos e em outros países mais desenvolvidos, ele amarga uma nova crise em nossa terra, ainda necessitando de pesados subsídios públicos para poder sobreviver.

Existe, portanto, uma real preocupação de que a reestruturação do setor energético nos conduza a um certo bloqueio do ciclo motor tecnológico nesta área. A fragmentação dos demais setores energéticos brasileiros poderá conduzi-los a uma situação similar àquela vivida pela indústria alcooleira. A quebra dos grandes blocos energéticos em várias empresas de menor porte provavelmente reduzirá a capacidade de grandes investimentos do conjunto, gerando perdas irremediáveis para o país.

Também a experiência passada parece confirmar que os setores privados da economia brasileira, diferentemente do setor público, ainda não demonstram o mesmo compromisso para com o desenvolvimento de tecnologias "tupiniquins". Em trabalho recente publicado pelo jornal Gazeta Mercantil Latino Americana ("A Universidade e a Empresa", 25-31 de agosto de 1997),

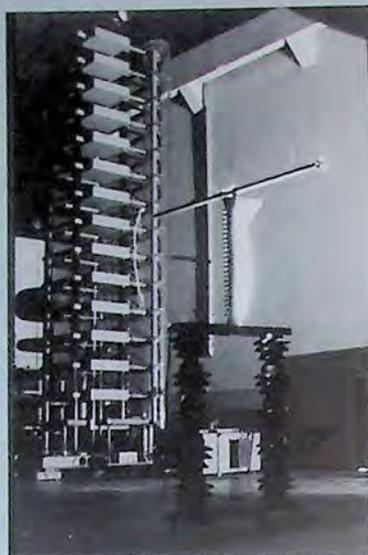
especialistas demonstram que o Brasil perdeu muito tempo no desenvolvimento da interação universidade-empresa.

Apenas nos setores dominados por empresas públicas e protegidos de certa forma de uma concorrência mais acirrada, desenvolveram-se, sistematicamente, estratégias de longo prazo de pesquisa tecnológica e de capacitação de pessoal. Porém, com a reestruturação desses setores, grandes transformações deverão ocorrer.

A constituição de um horizonte de concorrência cada vez mais acirrada nos faz prever importantes ameaças, relacionadas principalmente à questão temporal. O aumento da concorrência, a necessidade de se recuperar o capital investido nos processos de privatização em curso no país, bem como a possível intensificação das pressões dos mercados financeiros sobre as novas empresas energéticas (privadas) brasileiras tendem a conduzir essas empresas a uma perspectiva de curto prazo. Essa visão imediatista é normalmente incompatível com o mundo da tecnologia. A própria universidade tem grandes dificuldades de operar no curto prazo, o que limita uma maior inte-

ração com as empresas. Historicamente, essa questão temporal nos fez, freqüentemente, escolher a rota mais simples de absorção de soluções tecnológicas importadas, muitas vezes pouco adaptadas à nossa realidade, ao invés de se desenvolver soluções nacionais mais eficazes, mas que exigem um tempo de maturação muito maior.

Para concluir, devemos reconhecer que existem enormes possibilidades que podem ser exploradas e que podem amplificar as relações universidade-empresa no país. Para tal, as universidades brasileiras precisam adaptar-se ao novo ritmo da economia. Os movimentos de reestruturação do setor energético brasileiro nos parecem irreversíveis. A universidade tem de abrir os olhos para essa realidade e ajustar-se a ela. Devemos nos transformar em instituições muito mais rápidas e polivalentes, oferecendo ao mercado serviços que adicionem valor real e formando profissionais realmente capazes de



Gerador de Impulso Haefely utilizado na avaliação das condições de operação de isoladores tipo "Station Post", em ensaio de descarga superficial destes isoladores, cujos resultados são usados em P&D industrial

enfrentar os novos desafios da concorrência. A universidade deverá demonstrar claramente como é que ela poderá ajudar os seus parceiros empresariais nesta nova viagem em um mundo muito mais competitivo.

Contudo, ainda que haja condição necessária para que possamos abrir as portas para uma relação mais forte com o novo mundo da energia que está se consolidando, a transformação da universidade pode não ser suficiente. A ausência de um ator ou instrumento que possa garantir um certo planejamento e concentração dos esforços bem como a ampliação do horizonte temporal, poderá render o processo de ajustamento do meio acadêmico, bastante inócua. Além do mais, devemos criar as condições para que os nossos potenciais clientes empresariais percebam que podemos ajudá-los a agregar valor aos seus produtos, aos seus consumidores e aos seus acionistas. Neste sentido, o debate ainda nos parece aberto.

**CRENCIADOS**

**Serviços Credenciados na RBC e na RBLE do INMETRO**



**Serviço Técnico de Metrologia Elétrica**  
(Certificado de Credenciamento na RBC N° 014)

- ▶ Determinação de f.e.m. de pilhas-padrão
- ▶ Determinação da resistência de resistores-padrão
- ▶ Calibração de amperímetros, voltímetros, wattímetros, multimetros analógicos e digitais, volt-ohm-ampérimetros alicate, medidores de resistência, calibradores de C.A e de C.C., décadas resistivas, décadas capacitivas, pontes de Kelvin e de Wheatstone, medidores de kWh, medidores-padrão de energia etc.
- ▶ Medidas de relação de transformação e de ângulo de fase de transformadores para instrumentos (TP's e TC's).

**Seção Técnica de Equipamentos para Atmosferas Explosivas**

- (Certificado de Credenciamento na RBLE N° CRL - 011/86)
- ▶ Certificação de Conformidade

de Equipamentos Elétricos à Prova de Explosão.

Normas: NBR 9518, NBR 5363, IEC 79-0, IEC 79-1.

**Seção Técnica de Fotometria**  
(Certificado de Credenciamento na RBLE N° CRL-039/91)

- ▶ Ensaios de Lâmpadas com Filamento de Tungstênio para Iluminação Geral (Normas: NBR 5387, NBR 5362, NBR 6816).
- ▶ Ensaios de Reatores para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares (Normas: NBR 5114, NBR 5172, ANSI C82.2).
- ▶ Ensaios de Reatores para Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5125, NBR 5170).
- ▶ Ensaios de Lâmpadas a Vapor de Mercúrio a Alta Pressão (Normas: NBR 5120, NBR 5167, BS 3677).

**Seção Técnica de Ensaios de Equipamentos Eletromédicos**  
(Certificado de Credenciamento

na RBLE N° CRL 062)

- ▶ Ensaios em eletrocardiógrafos (Norma IEC 601.2.25.93, Projeto 03:062.04-011:91).
- ▶ Ensaios em equipamentos de raios X (Normas IEC 1331-1:94, IEC 658:79, IEC 806:94, IEC 336:93 e IEC 627:78).
- ▶ Ensaios em equipamentos eletromédicos (Normas NBR IEC 601.1:94, IEC 601.1:88 e BS 5724.1:89).
- ▶ Calibração de medidores não-invasivos de tensão de aceleração (Proc. N° 95LS61PR00X).
- ▶ Calibração de medidores de tempo de exposição (Proc. N° 95LS64PR00X).
- ▶ Calibração de medidores invasivos de corrente anódica (Proc. N° 95LS65PR00X).
- ▶ Ensaio de medidores invasivos da linearidade do produto corrente x tempo (Proc. N° 95LS66PR00X).

**NORMALIZAÇÃO**

**A participação do IEE/USP nos trabalhos de normalização**

De um recente levantamento das atividades do IEE/USP na ABNT, resultou o seguinte quadro de participação:

**1. Nome da Comissão: CE 42:1 - TÉCNICAS DE ENSAIOS EM ALTA TENSÃO**

**Título da Norma: TÉCNICAS DE ENSAIOS EM ALTA TENSÃO - PARTE 2: SISTEMAS DE MEDIÇÃO**

**Objetivo**

- Os principais objetivos desta norma são:
- ▶ estabelecer os requisitos que um sistema de medição para altas tensões deve atender,
- ▶ descrever os métodos para aprovar um sistema de medição e verificar os seus componentes e
- ▶ descrever o procedimento pelo qual o usuário mostrará que um sistema de medição atende os requisitos da norma.

**Área de Aplicação**

A norma é aplicável a sistemas de medição completos e aos seus componentes, usados para medição de altas tensões e altas correntes durante ensaios com tensão contínua, tensão alternada, tensão de impulso atmosférico e de manobra e ensaios com impulso de corrente ou com combinações destes. Cria as condições necessárias para se estabelecer Sistemas de Medição de Referência - SMR (considerados padrões primários) de alta tensão e alta corrente, conforme os requisitos da norma IEC 60-2.

Entre outros, deve-se credenciar o IEE/USP para essa calibração.

**Membros Atuantes do IEE/USP:**

Celso Bras, Francisco Kameyama e Alexandre Piantini

**2. Nome da Comissão: CE 03:059.12 - FERRAMENTAS ELÉTRICAS PORTÁTEIS.**

**Título da Norma: FERRAMENTAS ELÉTRICAS PORTÁTEIS OPERADAS A MOTOR - REQUISITOS DE SEGURANÇA**

**Objetivo**

- ▶ Essa norma se aplica a ferramentas elétricas portáteis acionadas a motor elétrico ou magneticamente, para utilização em ambientes internos e externos, abordando a questão de segurança.

**Área de Aplicação**

Aplica-se às ferramentas elétricas portáteis que, sem uma modificação propriamente dita da ferramenta, podem ser montadas em um suporte, para utilização como ferramenta fixa.

**Membro Atuante do IEE/USP:**

Francisco Antonio Marino Salotti - Coordenador.

**3. Nome da Comissão: CT - 59. - GT.1 - APARELHOS ELETRDOMÉSTICOS DE GRANDE PORTE.**

**Título da norma: APARELHOS ELETRDOMÉSTICOS DE GRANDE PORTE - REQUISITOS DE SEGURANÇA**

**Objetivo**

- ▶ Essa norma se aplica aos aparelhos eletrodomésticos de grande porte, abordando aspectos de segurança.

**Área de Aplicação**

Entende-se como aparelhos eletrodomésticos de grande porte os do tipo lavadoras de louça, lavadoras de roupa, secadoras de roupa, geladeiras etc.

**Membro Atuante do IEE/USP:**

Fumiaki Yokoyama.

**4. Nome da Comissão: CE - 03:002.02 - MÁQUINAS SÍNCRONAS**

**Título da Norma: MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES - MÁQUINAS SÍNCRONAS - ESPECIFICAÇÃO**

**Objetivo**

- ▶ Essa norma fixa as condições a serem atendidas pelas máquinas síncronas.

**Área de Aplicação**

Em máquinas síncronas, não se aplicando a geradores síncronos para veículos de tração.

**Membros Atuantes do IEE/USP:**

Francisco Antonio M. Salotti e Roberto K. Yokoyama

**5. Nome da Comissão: CE - 03:002.01 - MOTORES DE INDUÇÃO**

**Título da Norma: MÁQUINAS ELÉTRICAS GIRANTES - MOTORES DE INDUÇÃO TRIFÁSICOS - MÉTODO DE ENSAIO**

**Objetivo**

- ▶ Essa norma prescreve os métodos de ensaio mais comumente aplicáveis à determinação das características de desempenho de motores de indução trifásicos e verificação de sua conformidade com a especificação NBR - 7094.

**Área de Aplicação**

Em motores trifásicos de indução, não se aplicando a motores deste tipo destinados a tração elétrica.

**Membros Atuantes do IEE/USP:**

Francisco Antonio M. Salotti e Roberto K. Yokoyama

**6. Nome da Comissão: CE - 21.2: BATERIAS ESTACIONÁRIAS**

**Título da Norma: ACUMULADOR CHUMBO - ÁCIDO ESTACIONÁRIO REGULADO POR VÁLVULA - MÉTODO DE ENSAIO**

**Objetivo**

- ▶ Destina-se a estabelecer os procedimentos de ensaio utilizados, para a qualificação de acumuladores chumbo - ácidos estacionários, de média descarga (1 a 24 horas), regulados por válvula.

**Área de Aplicação**

Fonte de energia para sistemas de telecomunicações, das empresas do Sistema Telebrás (ESTB).

**Membro Atuante do IEE/USP:**

Francisco Antonio Marino Salotti.

**7. Nome da Comissão: CE 17.5: DISJUNTORES DE BAIXA TENSÃO**

**Título da norma: NBR 5361: DISJUNTORES DE BAIXA-TENSÃO PARA USO INDUSTRIAL**

**Objetivo**

Criar um "Guia" para:

- ▶ Definir os conceitos que norteiam a avaliação da incerteza de medição;
- ▶ Harmonizar os procedimentos de vários laboratórios nos cálculos da incerteza de medição;
- ▶ Padronizar a apresentação dos resultados e as suas respectivas incertezas.

**Aplicação**

Este "Guia" deverá ser utilizado por todos os laboratórios que atualmente têm serviços credenciados pela RBC ou que futuramente venham a tê-los.

Esta norma se aplica a vários tipos de disjuntores:

- Com fusíveis incorporados;
- Limitador de corrente;
- Encaixe;
- Extraível;
- Caixa moldada;
- Tipo seco;
- À vácuo e
- À gás.

**Membro Atuante do IEE/USP:**

Nessa Comissão, o IEE/USP ocupou a Secretaria, e depois a Presidência transformada em Coordenativa, com o Engº Hélio Eiji Sueta.

**8. Nome da Comissão: CE 23.6: DISJUNTORES E EQUIPAMENTOS SIMILARES PARA USO DOMÉSTICO**

**Título da norma: DISJUNTORES DE BAIXA-TENSÃO PARA USO DOMÉSTICO**

**Objetivo**

- ▶ Este projeto de norma tem por objetivo as especificações para disjuntores de baixa-tensão para residências. Este tipo de disjuntor deverá ter Certificação Compulsória e há bastante interesse que exista uma norma brasileira sobre o assunto. A norma brasileira terá 2 tipos de disjuntores; um tipo A que será para instalações novas e terá como base o texto da IEC 898 e um tipo B para o mercado de reposição que será baseada nas NBR 5356 de 1983 e NBR 8176 de 1983.

**Área de aplicação**

Este projeto de norma se aplica a disjuntores com interrupção ao ar, de corrente alternada em 60Hz tendo uma tensão nominal de até 440V (entre fases), uma corrente nominal de até 125A e uma capacidade de curto-circuito nominal de até 25000A, para os disjuntores tipo A. Para os disjuntores tipo B, a norma fixará as características exigíveis de disjuntores a seco para circuitos de tensões nominais de até 1000V em corrente alternada, de frequência nominal não superior a 60Hz e, 1200V em corrente contínua, para instalação abrigada.

**Membro Atuante do IEE/USP:**

Engº Hélio Eiji Sueta.  
**9. Nome da Comissão: COMISSÃO TÉCNICA DE ELETRICIDADE, TEMPO E FREQUÊNCIA (CT-5)**

**Grupo Técnico 3 (GT-3): INCERTEZA DE MEDIÇÃO**

**Objetivo**

- Criar um "Guia" para:
- ▶ Definir os conceitos que norteiam a avaliação da incerteza de medição;
- ▶ Harmonizar os procedimentos de vários laboratórios nos cálculos da incerteza de medição;
- ▶ Padronizar a apresentação dos resultados e as suas respectivas incertezas.

**Membro Atuante do IEE/USP:**

Osmar S. Shimabukuro, no âmbito da RBC.