



V SBQEE

Seminário Brasileiro sobre Qualidade da Energia Elétrica

17 a 20 de Agosto de 2003

Aracaju – Sergipe – Brasil



Código: AJU 03 140

Tópico: Modelagens e Simulações

PROJETO CONCEITUAL, DIRETRIZES E PLANO DE IMPLANTAÇÃO DO CENTRO LABORATORIAL DE QUALIDADE DE ENERGIA DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP

Nelson Kagan
ENERQ – USP

Gil Fortes Vasconcelos*
ENERQ - USP

Ubiratan F Castellano
ENERQ - USP

Júlio César C. Francisco
ENERQ-USP

RESUMO

Este trabalho apresenta o projeto conceitual e respectiva implantação do Centro Laboratorial de Qualidade de Energia da Escola Politécnica da USP. O Centro será constituído por 2 (dois) laboratórios, sendo um de Medidas e outro de Montagens, e também de áreas de testes e serviços.

O artigo descreve também: a necessidade do Centro; as fases do projeto desde a concepção do projeto da infra-estrutura, envolvendo projetos básico e executivo e a construção de prédio apropriado, até o início de sua operação; e o processo de prospecção, especificação, aquisição e montagem de equipamentos e ferramentas nacionais e importadas.

PALAVRAS-CHAVE

Qualidade de energia, Centro laboratorial, Projeto Conceitual, Equipamentos, Ensaios e serviços

1. INTRODUÇÃO

Com a edição da Lei de Defesa do Consumidor e o processo de reestruturação do setor elétrico, as empresas distribuidoras, por força da nova regulamentação setorial e de objetivos mais claros quanto ao tripé: (i) retorno de investimentos pelo lado dos acionistas, (ii) atendimento a padrões de qualidade técnicos e comerciais pelo lado do consumidor e a (iii) satisfação do dever cumprido por parte da empresa, tornaram imperativo a inserção de

novos requisitos como balizador da qualidade intrínseca do produto.

Assim, a USP, em sintonia com o setor elétrico e seus vários agentes, detectou a necessidade de se constituir no país um Centro de Excelência para desenvolver estudos, atividades laboratoriais e de suporte a serviços de campo na área de qualidade de energia elétrica.

Para atendimento às novas exigências do mercado com mais eficácia e tecnologia, o Enerq projetou, incluindo a própria edificação, um amplo e bem aparelhado laboratório na área de qualidade de energia, voltado para pesquisa e desenvolvimento de produtos, atualmente em fase de construção e montagem.

O Centro Laboratorial de Qualidade de Energia é constituído por três laboratórios, um de Medidas, um de Montagens, e uma área para testes e serviços, para capacitação e treinamento, para pesquisa e desenvolvimento tecnológico, além de uma micro-usina geradora de 130 kW (unidades Diesel e gás). Com área de cerca de 1700m², está sediado no Campus da USP na cidade de São Paulo. Futuramente, outros laboratórios poderão ser agregados, principalmente nas áreas de medição, proteção e compatibilidade eletromagnética, qualificando a Escola Politécnica USP a se transformar em um importante centro de estudos de fenômenos de qualidade de energia na América do Sul.

As atividades do laboratório serão direcionadas a: diagnósticos de situações, soluções de alta

tecnologia, testes em protótipos, desenvolvimento de produtos (patentes), estudos de compatibilidade, suscetibilidade, imunidade, nacionalização e adequação de tecnologias existentes no mercado externo.

O Centro possibilitará a análise das mais novas tecnologias relativas a software e hardware existentes na área de qualidade de energia, envolvendo equipamentos de medição, sistemas de comunicação e armazenamento de dados, e de sistemas computacionais para tratamento dos dados e disponibilização da informação processada.

O projeto foi aprovado e financiado através do Fundo Setorial de Energia Elétrica, administrado pelo MCT/ FINEP.

2. PROJETO CONCEITUAL

2.1. Abrangência

Projeto Conceitual para implantação do Centro Laboratorial de Qualidade de Energia com atividades voltadas ao ensino, à pesquisa, à extensão universitária, atuando nas áreas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, bem como dar suporte aos órgãos de regulação / fiscalização, concessionárias e consumidores.

A principal instalação do Centro é o laboratório de medidas, dispendo de equipamentos de última geração que permitirão, inclusive, medir e analisar fenômenos de regime e transitórios, partir de simulações oriundas de geradores destes fenômenos.

O custo estimado de implantação do projeto é de cerca de 3,5 milhões de reais. O período de implementação previsto é de 18 meses. O início do projeto se deu em janeiro de 2002.

2.2. Diretrizes gerais e condicionantes

O projeto do Centro teve as seguintes diretrizes e condicionantes:

- considerar as Resoluções da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica referentes a conformidade e continuidade
- considerar os Procedimentos da Rede Básica do ONS - Operador Nacional do Sistema
- dispor de equipamentos e instalações da área de qualidade de energia
- dispor de instalações com tecnologia de última geração, de uso comercial e com alta precisão

- facilitar o relacionamento nacional e internacional, voltado para a transferência de tecnologia

- oferecer programas especializados de capacitação de recursos humanos

- desenvolver pesquisas voltadas a solucionar questões que impactam economicamente a produção industrial

2.3. Caracterização do projeto

Com base em visitas a laboratórios internacionais de referência na área, em especial o PEAC-EPRI e a Power Standard, ambos nos EUA, e alguns laboratórios e instalações nacionais como IPT, IEE-USP e UNIFEI, estabeleceu-se que a estrutura básica do Centro se comporia de:

- uma área de apoio administrativa, contando com salas para pesquisadores, salas para aulas e treinamentos , biblioteca e auditório;
- um laboratório de medidas
- um laboratório de montagens
- uma área de ensaios e testes

Nesta fase foi definido o *layout*, com o dimensionamento das áreas físicas prevendo as equipes de trabalho, recursos materiais e equipamentos, e a logística de operação do Centro

Estabeleceu-se ainda :

- lista de referência dos equipamentos nacionais e importados necessários a operação do Centro
- requisitos de infra-estrutura de energia, ar condicionado, segurança e de TI
- a incorporação ao Centro de uma micro-usina de geração composta de gerador a diesel de 100kVA e outro a gás de 30kVA.

2.4. Fases de Implantação do projeto

A proposta para implementação do projeto prevê as etapas:

- Elaboração do Projeto
- Construção Civil
- Instalações Especiais
- Equipagem do Laboratório de Medidas
- Equipagem do Laboratório de Montagem
- Equipagem - Área de Ensaios e Testes
- Equipamentos de Informática
- Mobiliário
- Comissionamento

À partir do projeto conceitual aprovado, a implantação do Centro Laboratorial se procede

por dois conjuntos principais de atividades, encaminhados em paralelo:

- o projeto e execução da construção civil e demais instalações de infra-estrutura do prédio que abrigará o Centro.
- a especificação e aquisição dos equipamentos, instrumentação e softwares destinados às atividades fins do Centro.

A fase de elaboração do projeto da edificação constou de um ante-projeto aprovado pela USP, o desenvolvimento de um Projeto Básico e o Projeto Executivo, com lista especificada de todo o material e previsão orçamentária.

3. EQUIPAMENTOS

3.1. Metodologia de consultas, especificação e escolha

Para assessorar a equipe do ENERQ no desenvolvimento desta fase foi contratada uma empresa especializada, que de início procedeu a análise crítica do projeto original e uma bateria de consultas, dentro e fora do Brasil:

- a fabricantes e fornecedores de equipamentos
- instituições que desenvolvem atividade de ensaios elétricos
- consultas a revistas especializadas, internet, bibliografias gerais e específicas
- consultas a profissionais brasileiros e internacionais da área de qualidade

Realizou-se uma série de consultas e visitas a laboratórios e centros.

Esse trabalho propiciou a revisão da relação original de equipamentos, instrumentos e softwares, com adequações quantitativas, bem como para alguns grupos de equipamentos houve um complemento à descrição genérica original, atribuindo características que os diferenciam e os definem como modelos específicos para cada finalidade de uso particular, resultando na proposição de alguns tipos de equipamentos em complemento à relação original.

Para as necessidades de softwares procedeu-se a um levantamento, definidos alguns itens que devem compor o ferramental para simulações, tratamento de dados, estatísticas e modelagem.

O método adotado para, dentro dos prazos disponíveis, fazer a organização e convergência do processo de consulta e especificação foi agrupar os equipamentos utilizando critério de origem (nacional / importado), dificuldade de localizar fornecedor / representante, nível de

sofisticação e variedade de modelos / opcionais e estimativos de consumo de tempo para convergir o processo de escolha.

Assim, organizou-se 5 famílias-tipo de equipamentos conforme tabela 1. Nos trabalhos da Fase 1 (Janeiro a Maio/2002) foram contemplados os equipamentos dos Grupos I, II e III, na Fase 2 (Junho a Outubro/2002), os equipamentos dos Grupos IV e V.

Tabela 1. Grupos de equipamentos para especificação e aquisição.

Grupo	Descrição
I	fontes controladas de testes - importados, especificação especializada
II	Fontes, equipamentos de testes, sistemas de aquisição – nacional, especificação média complexidade
III	equipamentos laboratoriais – aquisição via distribuidores ou revendas especializadas
IV	transdutores, componentes eletro-eletrônicos, placas de controle e sinal, racks, bancadas de trabalho, armários e ferramentas
V	sistemas de energia - Geradores Diesel, Micro-turbina a gás, Painel de Controle e Sistemas Corrente Contínua / bancos de Baterias

Na análise das diversas alternativas pesquisadas, considerou-se as necessidades técnicas e adequação às atividades operacionais previstas para o Centro, e a adequação à previsão orçamentária do projeto.

Este último ponto foi de extrema sensibilidade e exigiu sucessivas reavaliações, pois ao longo desta fase experimentou-se uma variação na taxa de câmbio do Real frente ao Dólar americano de até 70% (oscilando de R\$2,30 a R\$ 3,90), com fortes impactos não só nos custos dos equipamentos importados mas também sobre os fornecidos localmente, já que muito dos insumos são influenciados pelo câmbio direta e/ou indiretamente, e os valores disponíveis para o projeto são fixos em Real.

O resultado está consolidado nos Cadernos de Especificações Completo do Projeto, com vinte e três (fase 1) mais cinquenta e duas (fase 2) diferentes especificações cada uma contendo:
Especificação do equipamento;
Proposta de fornecimento;
Documentação Técnica dos referidos equipamentos;
Documentação Complementar quando se aplica.

3.2. Equipamentos do mercado internacional

3.2.1. Prospecção

Foram realizadas pesquisas e 15 consultas iniciais, com avaliação dentro da metodologia descrita acima. Os equipamentos e fornecedores selecionados na prospecção foram:

Gerador de Surto - PEAC, NOISEKEN, POWERSTANDARD, ENSAIUS

Fonte de forma de onda de referência de tensão/corrente trifásica - ZERA, CALIFORNIA INSTRUMENTS, PACIFIC POWER, ROTEK, PREMA, KOCOS

Fonte de forma de onda e potência trifásica - CALIFORNIA, PACIFIC

Como por exemplo, na especificação das fontes de forma de onda pode-se citar algumas exigências consideradas: a precisão do gerador e do controle do mesmo, resposta dinâmica, baixo nível de ruído, flexibilidade e automação para realização de testes normalizados, concomitante ao fornecimento de potência.

Equipamentos Laboratoriais - SRS, TEKTRONIX, AGILENT, AV POWER, CHROMA

Conjunto de Transdutores - AEMC, Wavetech

Bancadas, Racks e Armários – equipamentos de elevação de cargas - Gennie, JLG, Haulotte

Ferramentas, Componentes e Dispositivos Eletrônicos - National Instruments, Advantech

Gerador 30kVA Microturbina a Gás – Capstone



Figura 1 – Fonte de referência Pacific Power.

3.2.2. Especificação e processo de importação

Na análise verificou-se que para alguns equipamentos vantagem econômica em realizar a compra localmente. Os demais foram adquiridos no mercado internacional resultaram em 9 especificações, com os processos de importação em andamento.

Destaques para o gerador de VTCD's fornecido pelo PEAC, cujo desenvolvimento atende às especificações elaboradas pela equipe do Enerq,

cuja utilização será tanto interna como externa aos laboratórios.

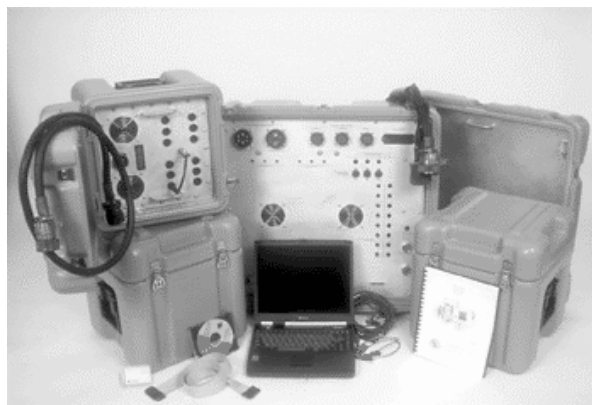


Figura 2 – Gerador Sag – PEAC.

As funções previstas para a operação do Centro também demandaram a especificação e aquisição de fontes de testes padronizados IEC e de forma de onda de 18kVA de potência trifásica, que possibilitarão executar ensaios com cargas mais significativas, fornecidas pela Pacific Power e que segundo informações do mercado se constituiriam em equipamentos pioneiros nessas categorias no país.

3.3. Equipamentos do mercado nacional

3.3.1. Prospecção

Foram realizadas pesquisas e consultas a cerca de 50 diferentes fornecedores e selecionados os seguintes:

Fontes e Bancadas Nacionais - LYNX, RofSP, Aztec

Equipamentos Laboratoriais - IMS, FLUKE do Brasil, MINIPA, SRS, YOKOGAWA, QUART (TEKTRONIX & ATP HI-TEK), AGILENT, LYNX, REASON, CCK, SCHNEIDER.

Conjunto de Transdutores - GEFRAN, Encon, Digitrol, Microanalise, Engematica, Mial Termitrans NAKA, AEMC, FLUKE, Primata, Minipa, IMS, Wavetech, Therma

Bancadas, Racks e Armários - RofSP, ToolsUtilities, Bancadas Marcon, Quart, CMB, Replast, BYG, Lift Tech, Zeloso, TopLift, TransAll, Cartoms, GCK, Rittal, Eng Legho

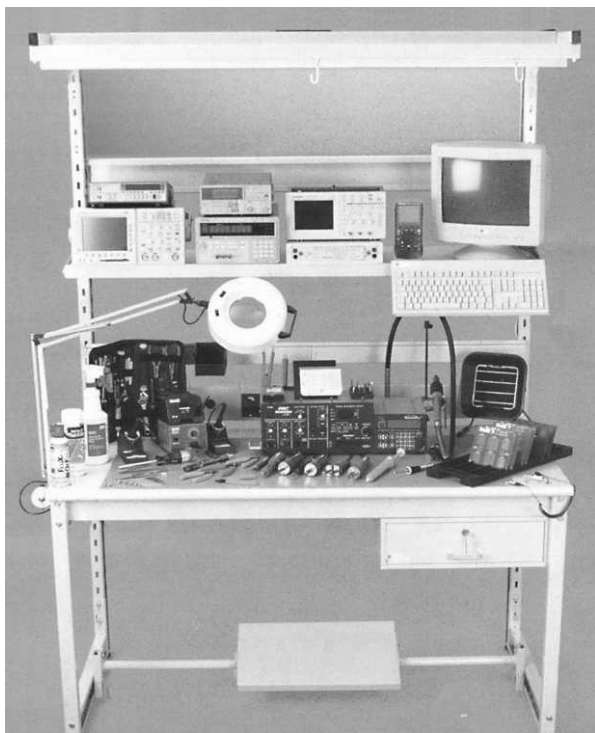


Figura 3 – Tipo de Bancada Laboratorial.

Ferramentas, Componentes e Dispositivos Eletrônicos - Quart, BRTools, Displaymax, Epcos, Trancham, Farnel, National Instruments, FS Automação e Controle, Advantech

Conjunto de Baterias/Carregador - Apice, Adelco, Invensys, SMS, Emerson, CP Eletrônica, Tectrol/Normar

Micro-Usina Geradora 100kVA - dois conjuntos diesel-gerador e painel automatizado para proteção, transferência, manobra e comando - , Caterpillar, Cummins, Atlas Copco, Pramac, Stemaq, SDMO, Chicago Pneumatic

3.3.2. Especificação e Aquisição

Resultaram mais de 70 especificações técnicas, e no momento da preparação deste artigo tem-se 53 processos de compra local realizados ou em andamento, e mais 14 por iniciar.

Destaque-se as fontes controladas de forma de onda e bancadas de testes fornecidos pela Lynx, em parceria com a equipe do Enerq. As mesmas são produtos de desenvolvimento tecnológico, no momento, em fabricação mediante as especificações que buscaram a transferência e nacionalização de itens hoje apenas disponíveis no mercado internacional.

Destaque também para o conceito e a especificação do conjunto da Mini-Usina e Painel de Transferências, onde manobras, múltiplos modos de operação e esquemas de proteção dos conjuntos geradores e rede pública de alimentação serão possíveis, permitindo experimentos, treinamentos e demonstrações. Ressalta-se também se tratar de solução inovadora nesse campo.

4. PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO, CONSTRUÇÃO E MONTAGEM

4.1. Projeto Básico

O projeto básico foi concebido para atender as premissas estabelecidas no projeto conceitual, as regulamentações internas da Universidade de São Paulo e as normas técnicas aplicáveis para este tipo de empreendimento.

Foi contratada uma empresa de projeto para concebe-lo, sendo que nesta fase foram definidos a localização do laboratório dentro do campus, espaços físicos internos e layout geral de equipamentos e pessoal técnico.

4.2. Projeto Executivo

A mesma empresa que concebeu o projeto básico atuou no desenvolvimento dos projetos executivos de arquitetura, estruturas e fundações, elétrica, hidráulica, gás, ar condicionado, instalações de TI, segurança e paisagismo.

Foi contratada também uma empresa especializada em gerenciamento de projetos e obras para dar suporte à equipe ENERQ.



Figura 4 – Perspectiva artística do Centro Laboratorial

Nesta fase foram adequadas algumas características e incorporadas ao projeto soluções para atender exigências específicas para a construção da edificação do Centro no Campus da USP, como: distância/interferência com outras edificações, exigências de mobilidade, segurança e meio-ambiente, projeto

legal (bombeiros, prefeitura do Campus e prefeitura do município), suprimento de energia elétrica, gás para geração e telecomunicação.

4.3. Construção

Uma decisão fundamental foi a definição da metodologia a ser adotada para execução da construção do edifício.

Entre as práticas possíveis tem-se a empreitada global total, a empreitada global parcial ou a contratação de obra por especialidade.

Com o custo como fator decisivo, optou-se pela terceira alternativa, isto é, contratar a obra por especialidade e uma empresa de assessoramento e suporte no seu gerenciamento à equipe do Enerq.

Assim, a fase de construção foi dividida em três etapas:

- fundações, estrutura e alvenaria (em execução)
- instalações e fechamento do edifício (em contratação)
- acabamentos e paisagismo (em contratação)

4.4. Montagem dos laboratórios

Nesta fase serão montados, testados e instalados todos os equipamentos adquiridos nos mercados nacional e internacional.

5. ENSAIOS E SERVIÇOS

As instalações e equipamentos estão projetados para a realização de uma série de ensaios e serviços, seja nas próprias instalações do Centro, seja *on-site*, nas instalações de concessionárias, ao longo de redes, em consumidores industriais, comerciais e residenciais, instalações de serviços públicos, fabricantes e desenvolvedores ou em outros laboratórios e centros.

Dentre os tipos de ensaios e serviços ligados a área de qualidade de energia elétrica, abrangendo continuidade, conformidade e fenômenos de regime e transitório, o Centro estará preparado para realizar aqueles ligados a:

- . capacitação e treinamento
- . estudos sobre regulação e legislação
- . gestão da qualidade
- . normatização / padronização
- . desenvolvimentos tecnológicos
- . desenvolvimento de novos produtos
- . P&D
- . diagnósticos e proposição de solução
- . painéis modelizados de processos industriais
- . suporte a fabricantes no desenvolvimento de protótipos

6. CONCLUSÕES

O projeto propicia acúmulo de experiência empreendedora à equipe ENERQ/USP e aos parceiros envolvidos, em especial no desenvolvimento da concepção, no detalhamento do projeto nas diversas fases, na sua gestão, na montagem dos laboratórios, e no seu plano de operação.

Para o Brasil, representa uma excelente ferramenta no suporte ao desenvolvimento e nacionalização tecnológica em uma área ainda não consolidada, dinâmica por natureza e portanto com espaço para a afirmação de competência no âmbito internacional.

A disponibilização de infraestrutura e a possibilidade de alavancagem nas áreas tecnológicas e de produtos se mostram muito promissoras.

Os rebatimentos na formação de engenheiros e outros profissionais da área tecnológica, cujos efeitos ampliarão a quantidade e qualidade de trabalhos de pesquisa e na formação de especialistas, mestres e doutores na área, bem como no processo de multiplicação e transferência de conhecimento aos profissionais do setor de serviços públicos de energia, dos consumidores industriais, de fabricantes e dos órgãos reguladores e fiscalizadores.

7. AGRADECIMENTOS

Ao MCT/FINEP que financia o projeto do Centro através do Fundo Setorial de Energia Elétrica, e suas equipes, bem como a POLI, a USP e a FUSP e respectivos profissionais.

Aos muitos profissionais dos diversos parceiros, fabricantes, fornecedores, laboratórios e centros que contribuíram para alcançarmos o sucesso deste empreendimento.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico Brasileiro, “Procedimentos de Rede”, Brasil, 2002.
- [2] Lei 9991/1997
- [3] Resolução ANEEL 024/2000
- [4] Resolução ANEEL 246 condições gerais de fornecimento
- [5] Resolução ANEEL 505/2001, ANEEL, 2001.