

Laboratórios de Alta Tensão e Alta Potência do Cepel: mais de 40 anos a serviço do setor elétrico brasileiro

GUERREIRO, Amilcar; OLIVEIRA FILHO, Orsino Borges de; OLIVEIRA, Gloria Suzana Gomes de. *“Laboratórios de Alta Tensão e Alta Potência do Cepel: mais de 40 anos a serviço do setor elétrico brasileiro”.* Cepel. Rio de Janeiro, 31 de janeiro de 2020.

O progresso tecnológico industrial passa por vários caminhos e baseia-se em vários tipos de contribuições conceituais e experimentais. A escolha sobre quais linhas de pesquisas seguir, assim como a avaliação sobre o sucesso ou não de um dado projeto de equipamento utilizado em sistemas elétricos de potência, tem nos ensaios laboratoriais um importante aliado.

Neste aspecto, pode-se dizer que o Brasil está muito bem assessorado. O Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel, fundado em 1974 pela Eletrobras, Furnas, Chesf, Eletrosul e Eletronorte, dispõe de uma complexa instalação laboratorial para pesquisa experimental, ensaios e serviços tecnológicos, que cobrem ampla faixa de equipamentos e componentes para sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica, em corrente alternada (CA) e corrente contínua (CC), bem como equipamentos utilizados na geração de energia elétrica.

Há mais de 40 anos, a infraestrutura laboratorial do Cepel desempenha papel estratégico no apoio ao desenvolvimento da indústria nacional e à confiabilidade do setor elétrico brasileiro. Os ensaios laboratoriais do Centro são elaborados e executados com prontidão, imparcialidade e alto rigor técnico, seguindo procedimentos de normas nacionais e internacionais, e especificações técnicas próprias ou de seus clientes. Além disso, não se limitam à simples aprovação ou reprovação de um equipamento. A qualificação do corpo técnico do Centro lhe permite contribuir para a melhoria de desempenho técnico dos equipamentos sob ensaio.

Na Unidade Fundão do Cepel, estão os laboratórios na área de equipamentos para baixa e média tensão, medidores fasoriais (PMU), medidores de energia, iluminação, refrigeração, corrosão, materiais e mecânica, de monitoramento e diagnóstico de equipamentos e instalações, e de avaliação de painéis fotovoltaicos. Já o complexo de laboratórios de grande porte, nas áreas de Alta Tensão e Potência, está localizado em Adrianópolis, distrito de Nova Iguaçu (RJ), ocupando uma área de cerca de 230.000 m².

Pesquisadores e técnicos com larga experiência em metodologias de ensaios e metrologia em alta e ultra-alta tensão contribuem para que os laboratórios atendam a empresas de transmissão, fabricantes e demais agentes do setor na realização de ensaios e pesquisas para sistemas com classe de tensão até 1200 kV CA e ± 1000 kV CC. Os laboratórios contam também com o auxílio de profissionais com experiência em montagens de arranjos complexos e uma oficina mecânica para atendimento de requisitos técnicos e de segurança.

São inúmeros os trabalhos realizados nos laboratórios de Adrianópolis ao longo de mais de quatro décadas. Cabe, aqui, resgatar alguns exemplos que evidenciam a magnitude desta infraestrutura e sua significativa contribuição para o desenvolvimento sustentável do setor elétrico nacional.

Os ensaios de desenvolvimento e avaliação de desempenho de equipamentos em níveis de alta e de ultra-alta tensão, realizados no Cepel na década de 1980, foram fundamentais para a implantação do sistema ± 600 kV de Itaipu e, mais recentemente, a partir de 2010, para os sistemas ± 600 kV do Madeira e ± 800 kV de Belo Monte. Estes ensaios foram realizados no **Laboratório de Alta Tensão do Cepel**, que possui duas áreas: uma projetada e construída para ensaios dielétricos em equipamentos de Alta Tensão utilizados em sistemas de potência com classe de tensão até 230 kV, e outra até 765 kV, em CA, e até 800 kV, em CC.



Laboratório de Alta Tensão

Relacionada à classe de Ultra-Alta Tensão (UAT), cabe ressaltar a parte experimental de um projeto de P&D, que resultará em procedimentos técnicos inéditos, em nível mundial, para manutenção em linha viva nos sistemas de transmissão em UAT CC. O projeto vem sendo desenvolvido no **Laboratório de Ultra-Alta Tensão do Cepel**, que coloca o Brasil na vanguarda dos estudos da tecnologia de UAT no Hemisfério Sul.



Laboratório de Ultra-Alta Tensão

Em operação desde o final de 2017, o Laboratório de Ultra-Alta Tensão ocupa uma área a céu aberto de 41.000 m², atuando em várias frentes, não só voltadas ao aprimoramento do sistema de transmissão em UAT, mas, também, qualificando profissionais a trabalharem com a tecnologia e estimulando a especialização, por meio de bolsas de mestrado e doutorado. A infraestrutura laboratorial que mais se aproxima deste laboratório do Cepel é a da China, um dos primeiros países a implantar linhas de transmissão em UAT.

E o que dizer do **Laboratório de Alta Potência do Cepel**, que, em operação desde 1983, oferece as mais elevadas potências de curto-circuito na América do Sul para a realização de ensaios em equipamentos de alta tensão, como disjuntores, cadeias de isoladores, cubículos, transformadores e reatores. Com capacidade nominal de 1050 MVA para ensaios com duração de até um segundo, a operação do laboratório condiciona-se às normas operativas do sistema elétrico interligado brasileiro. Pelos níveis atuais de potência de curto-circuito disponíveis, é permitido ao Cepel utilizar até 750 MVA trifásicos durante 0,3 segundo, o que tem sido suficiente para atender a 95% dos casos de ensaios de potência demandados no Brasil. Especificamente para os casos de ensaios de arco de potência em cadeia de isoladores, o Centro tem capacidade para atender a cerca de 80% da demanda do país.



Laboratório de Alta Potência

Um exemplo de ensaio recente realizado neste laboratório, de grande importância para a indústria nacional, foi o de curto-circuito em transformador de 30 MVA, que exigiu aplicações de corrente de 12,5 kA em 13,8 kV, com duração de 0,25 segundos. Não fosse esta infraestrutura do laboratório de Alta Potência do Cepel, envolvendo instalações, equipamentos e equipe técnica capacitada e treinada, os fabricantes teriam que recorrer a laboratórios do exterior, enfrentando dificuldades de logística e arcando com custos mais elevados.

Deferência também ao **Laboratório de Alta Corrente do Cepel**, utilizado para a avaliação de desempenho elétrico e termomecânico de equipamentos de alta, média e baixa tensão, incluindo chaves seccionadoras, transformadores de corrente, barramentos blindados, painéis, cubículos e reatores limitadores, fabricados no Brasil e no exterior. Inaugurado em 1981, este laboratório é também reconhecido pela Agência Nacional das Telecomunicações (Anatel) para ensaios de elevação de temperatura e de interrupção de corrente elétrica e de corrente de descarga atmosférica em cabos OPGW (*Optical Grounding Wires*). Destaca-se que os procedimentos técnicos utilizados nestes ensaios, em particular, foram desenvolvidos no Cepel em conjunto com fabricantes e concessionárias que utilizam OPGW em suas linhas de transmissão.

A capacidade nominal do Laboratório de Alta Corrente é de 140 MVA, para ensaios com duração de até cinco segundos e 21 MVA em regime permanente, com tensões de 110 V a 6000 V. A corrente elétrica máxima possível é de 230 kA, por até cinco segundos, e de 51 kA em regime permanente, o que o torna comparável aos laboratórios de maior capacidade de corrente do mundo. Além de ensaios, assim como ocorre nos demais laboratórios do Cepel, são realizadas pesquisas com o objetivo de desenvolver produtos e tecnologias aplicáveis ao setor elétrico. Um exemplo é o projeto em limitadores de corrente de curto-circuito utilizando materiais supercondutores.

Ímpar também é o trabalho realizado no **Laboratório de Ensaio sob Poluição do Cepel**. Inaugurado em 1983, o laboratório é especializado na avaliação do desempenho elétrico de isoladores de linhas de transmissão e de distribuição, de subestações e de equipamentos elétricos que são afetados pela ação de poluentes, como poeira, maresia e até dejetos de pássaros, sendo equipado para fazer ensaios

com névoa salina ou pré-depósito em isoladores instalados em sistemas com tensão superior a 138 kV.



Laboratório de Ensaios sob Poluição

A infraestrutura do laboratório de poluição conta com duas câmaras. Uma é voltada a ensaios de isoladores de sistemas de até 138 kV, e está em curso o processo de sua capacitação para ensaios de envelhecimento acelerado, reproduzindo e aplicando aspectos ambientais (como radiação ultravioleta, chuva e névoa salina) concomitantemente à tensão elétrica, visando avaliar a degradação de isoladores com recobrimento de material polimérico. A outra câmara, que atualmente atende à classe de tensão de até 600 kV, está sendo recapitada para atender à classe de até 1000 kV CC.

Outro grande diferencial do Cepel está em seu **Laboratório de Referência em Medição de Alta Tensão**. Em operação desde 1996, esta infraestrutura provê rastreabilidade e confiabilidade aos resultados de ensaios por meio da calibração dos sistemas de medição de alta tensão em CA, CC e de impulso de tensão e de corrente, utilizados em laboratórios de ensaios de fabricantes de equipamentos elétricos, concessionárias e instituições de pesquisa do país, incluindo os próprios laboratórios do Centro.



Laboratório de Referência em Medição de Alta Tensão

Este laboratório é acreditado desde 2008 pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre), do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), para calibração de sistemas de medição de alta tensão CC e CA na faixa de 2 kV a 180 kV e para calibração de sistemas de medição para impulsos atmosféricos de tensão na faixa de 100 kV até 500 kV. Seus padrões também possibilitam calibrar sistemas de medição para impulsos de tensão até 2500 kV de crista, alta tensão em CA e CC até 900 kV, e impulso de corrente até 100 kA de crista. Além disso, atua no Programa Brasileiro de Etiquetagem para Transformadores de Distribuição, realizando a calibração nos laboratórios designados pelo Inmetro.

Um trabalho recente de grande importância realizado no Laboratório de Referência em Medição de Alta Tensão teve como parte experimental uma comparação de um sistema de medição de impulsos utilizados em ensaios de perfuração de isoladores com outros desenvolvidos em laboratórios da Austrália e Finlândia. O sistema de medição - desenvolvido, projetado, construído e caracterizado tecnicamente pela equipe do Cepel - fez com que o Brasil passasse a contar com um sistema de referência rastreado a institutos nacionais de metrologia do exterior, para fins de calibração desse tipo específico de sistema de medição.

Além dos laboratórios citados, há ainda, na Unidade Adrianópolis do Cepel, laboratórios de eficiência energética em máquinas e transformadores, que atendem, sobretudo, à demanda de fabricantes nacionais de motores e transformadores de distribuição no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem. Está em curso, também nesta Unidade, a implantação de um novo laboratório voltado a redes elétricas inteligentes (Smart-Grids), previsto para entrar em operação no primeiro semestre de 2020.

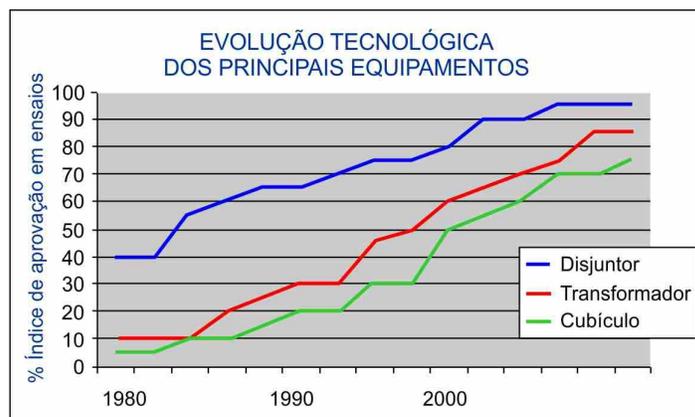
Estima-se que a implantação de um complexo de laboratórios de alta e ultra-alta tensão, alta corrente e alta potência como o da Unidade Adrianópolis do Cepel demandaria, hoje, um investimento inicial da ordem de R\$ 1,2 bilhão. Laboratórios como estes do Cepel, cuja taxa média mensal de utilização fica acima de 90 %, requerem atualização e manutenção contínuas, o que exige recursos da ordem de cinco milhões de reais por ano. Somente em 2019, os investimentos para recapacitação e atualização de instalações e equipamentos nesta infraestrutura laboratorial do Cepel foram de, aproximadamente, sete milhões de reais.

Em termos econômicos, os benefícios gerados por uma infraestrutura laboratorial como esta não podem ser analisados apenas com base na receita direta obtida com a realização de ensaios e pesquisa experimental, o que também se aplica a qualquer

outro complexo de laboratórios similar no mundo. Há que se considerar, por exemplo, os benefícios em termos de desenvolvimento tecnológico dos fabricantes nacionais de equipamentos e do impacto na confiabilidade do sistema elétrico e custos evitados para os agentes do setor elétrico brasileiro.

Uma amostra de benefícios da atuação dos laboratórios do Cepel no desempenho de equipamentos importantes utilizados no sistema elétrico brasileiro é apresentada no gráfico abaixo, onde se observa melhoria substancial no desempenho técnico dos equipamentos nos ensaios ao longo do tempo, desde o início de atividades dos laboratórios do Centro. Esta melhoria tem impacto na confiabilidade do fornecimento de energia elétrica para a sociedade, uma vez que reduz a probabilidade de falhas e interrupções do serviço. Pode-se concluir, também, que expressivos valores de custos evitados pelos agentes do setor decorrem desta evolução tecnológica dos equipamentos para a qual o Cepel tem contribuído com pesquisas experimentais e ensaios realizados ao longo destas cerca de quatro décadas de operação.

Há muitos outros benefícios destacáveis decorrentes de uma história bem-sucedida de operação destes laboratórios no Brasil, como, por exemplo, melhoria de especificações e normas técnicas com requisitos mais adequados em termos de ensaios e desenvolvimento de conhecimento para inspetores de ensaios de aceitação dos equipamentos, que possibilitaram aos agentes do setor elétrico brasileiro exigir e melhor comprovar a qualidade técnica dos equipamentos adquiridos para operar no sistema de potência do país.



Evolução tecnológica dos principais equipamentos ensaiados nos laboratórios do Cepel ao longo dos anos.

Enfim, foram elencados apenas alguns exemplos, mas que permitem depreender que o Brasil, há muito, já possui estruturada e robusta capacidade laboratorial em Alta Tensão e Potência para atender à indústria de energia elétrica nacional. Caberia, no entanto, assim como em todas as atividades relacionadas à pesquisa e apoio tecnológico ao setor elétrico nacional, a destinação de mais aportes voltados não só à manutenção e constante atualização tecnológica desta complexa infraestrutura, mas, também, à sua ampliação, aproveitando-se de forma otimizada o que já se tem no país, contribuindo para que o Cepel continue alinhado às demandas nacionais e mantenha a excelência dos serviços prestados.

Amilcar Guerreiro é diretor-geral do Cepel

Orsino Borges de Oliveira Filho é diretor de Laboratórios e Pesquisa Experimental do Cepel

Gloria Suzana Gomes de Oliveira é assistente da Diretoria de Laboratórios e Pesquisa Experimental do Cepel