

CONTRIBUIÇÃO DOS PROJETOS DE P&D NA MODERNIZAÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO - RELATO DE CASOS DE SUCESSO NA ENGENHARIA ELÉTRICA DA UPE

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4444

Marcílio André Félix Feitosa - marcilio@poli.br
UPE

Gustavo Oliveira Cavalcanti - gustavooc@poli.br
Universidade de Pernambuco

Luis Arturo Gómez Malagón - lagomezma@poli.br
UPE

MANOEL HENRIQUE DA NOBREGA MARINHO - marinho75@poli.br
ESCOLA POLITECNICA DE PERNAMBUCO

Lucas de Carvalho Sobral - lcs12@poli.br
Universidade de Pernambuco

Cláudio André Rocha Alvares de Oliveira - carao@poli.br
UPE

Alex Coutinho Pereira - alexcp@chesf.gov.br
CHESF

José Bione de Melo Filho - jbionef@chesf.gov.br
CHESF

Resumo: *A falta de investimentos em Laboratórios Didáticos de Ensino é um problema comum em universidades públicas e privadas. Um levantamento mostrou que nos últimos 10 anos a verba repassada para investimentos nas universidades federais e institutos diminuiu em 73%. Nas estaduais não foi diferente. Esses investimentos são considerados "gastos não obrigatórios" e incluem obras estruturais, aquisição de equipamentos e manutenção das bibliotecas e infraestrutura. A falta de recursos afeta tanto a implantação de novos laboratórios como a manutenção dos existentes. Alguns laboratórios de pesquisa*

são financiados por órgãos de apoio à pesquisa, enquanto outros buscam parcerias com empresas interessadas em pesquisas específicas. A existência de laboratórios com equipamentos modernos é fundamental em cursos de Engenharia, pois proporcionam aos estudantes a oportunidade de aplicar conhecimentos teóricos em situações reais. No entanto, muitos laboratórios estão desatualizados devido à falta de investimentos. Nesse artigo são citados alguns exemplos de laboratórios, oriundos de Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D+I), que após o término da pesquisa podem ser utilizados em disciplinas da graduação (além, claro, na continuidade das pesquisas após o P&D). São casos onde a verba captada nesses projetos possibilitou a melhoria dos cursos de graduação e a atualização curricular, aproximando os alunos da realidade do mercado. Por fim é ressaltado a importância de se buscar mais e mais investimentos, buscando parcerias, mas também do apoio de setores que deveriam existir em toda universidade, como o de Relações Institucionais e um Escritório de Gerenciamento de Projetos.

Palavras-chave: Projetos de P&D+I, Laboratórios Didáticos, Investimentos, Graduação, Setor de Relações Institucionais, Escritório de Gerenciamento de Projetos

CONTRIBUIÇÃO DOS PROJETOS DE P&D NA MODERNIZAÇÃO DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO - RELATO DE CASOS DE SUCESSO NA ENGENHARIA ELÉTRICA DA UPE

1 INTRODUÇÃO

A falta de investimentos em Laboratórios Didáticos de Ensino é um problema comum em quase todas as universidades públicas, sejam elas Federais ou Estaduais. Até mesmo nas universidades privadas os investimentos nessa área são baixos. Um levantamento realizado pelo portal de notícias G1 identificou que nos últimos 10 anos, a verba repassada para universidades e institutos federais investirem em infraestrutura diminuiu em 73%, como mostra a notícia exibida na Figura 1 (TENENTE, 2020).

Figura 1 – Diminuição da verba repassada pelo Governo Federal para investimentos nas universidades e institutos federais e Despesas do Governo de Pernambuco com Investimentos na Escola Politécnica da UPE.



Fonte: TENENTE, 2020 e <http://web.transparencia.pe.gov.br>.

A verba para investimentos está entre os “gastos não obrigatórios” das universidades. Por investimentos entenda-se obras estruturais, aquisição de equipamentos, renovação de laboratórios, manutenção e atualização das bibliotecas e da infraestrutura de informática e redes de dados, entre outros. Além dos investimentos, os “gastos não obrigatórios” envolvem as despesas correntes (contas de água, luz, telefone, bolsas acadêmicas, insumos para as pesquisas, pagamentos de funcionários terceirizados etc.). Todos esses gastos são sujeitos a cortes de acordo com a situação financeira da universidade. Já os “gastos obrigatórios”, que comprometem cerca de 80% do capital disponível, estão comprometidos com salários dos servidores e aposentadorias.

A situação nas universidades Estaduais, como a Universidade de Pernambuco (UPE), onde este trabalho foi realizado, não é diferente. O gráfico da Figura 1 foi gerado a partir dos dados anuais, obtidos no Portal da Transparência do Estado de Pernambuco (<http://web.transparencia.pe.gov.br>) onde foram adotados os seguintes filtros: Despesas Gerais + Órgão Universidade de Pernambuco + Unidade Gestora Escola Politécnica de Pernambuco + Despesas de Capital + Investimentos + Empenhado. É possível observar que as despesas com investimentos caíram rapidamente na última década, chegando a zerar em alguns anos. Em 2021 temos um retorno dos investimentos, mas, após tantos anos sem verbas, muitas obras estruturais são urgentes, como adequação da

acessibilidade (elevadores, calçadas, etc.) e substituição da subestação da Escola Politécnica da UPE, que não estava conseguindo mais atendendo à carga demandada.

Diante disso, fica evidente que a implantação de novos laboratórios didáticos de ensino para os cursos de graduação não tem sido uma prioridade orçamentária para os governos. Até mesmo a manutenção dos laboratórios existentes muitas vezes é negligenciada. As direções dos campi e as coordenações dos cursos se esforçam para oferecer a melhor estrutura possível, mas a falta de recursos torna essa tarefa difícil.

Os laboratórios de pesquisa, em sua maioria, são financiados por órgãos de apoio à pesquisa, como o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e a FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco) através dos Editais de Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D+I) lançados por esses órgãos. Também temos editais e programas específicos lançados por instituições diferentes dos órgãos de fomento, para financiar pesquisas em áreas de interesse estratégico. Por exemplo, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e o Ministério da Educação (MEC) costumam lançar programas de financiamento para pesquisas científicas e tecnológicas.

Uma alternativa é buscar parcerias com empresas e indústrias interessadas no tema da pesquisa, estabelecendo Acordos de Cooperação Tecnológica entre as empresas do setor produtivo e as Instituições de Ensino Superior (IES). Empresas privadas podem financiar pesquisas aplicadas que estejam alinhadas aos seus interesses e necessidades.

Em geral esses laboratórios são de uso exclusivo para as pesquisas durante o período do Projeto de P&D+I, mas após sua conclusão é usual que os equipamentos fiquem sob os cuidados das Universidades e então podem ser utilizados para, além de dar continuidade nas pesquisas, aulas na graduação. Essas aulas podem ser práticas ou apenas expositivas, mas de uma forma ou de outra, trazem para dentro da sala de aula equipamentos e métodos modernos de se fazer engenharia, com conhecimentos aderentes ao que o mercado atual espera de um engenheiro.

2 IMPORTÂNCIA DOS LABORATÓRIOS NA FORMAÇÃO DOS ALUNOS

Em um curso de Engenharia, a existência de laboratórios com equipamentos modernos é de extrema importância. É uma área que preza pela vivência prática, e os laboratórios oferecem aos estudantes a oportunidade de aplicar o conhecimento teórico em situações reais. Essas experiências práticas ajudam os alunos a desenvolver habilidades técnicas e a compreender os conceitos de forma mais profunda. Falando mais especificamente de um curso de Engenharia Elétrica, sabemos que os avanços tecnológicos ocorrem constantemente, com novas tecnologias e técnicas sendo desenvolvidas regularmente. Laboratórios bem equipados permitem que os estudantes se familiarizem com as últimas ferramentas e tecnologias usadas na indústria. Isso os mantém atualizados, capacitados e preparados para enfrentar de forma competitiva os desafios do mundo profissional. No entanto, a situação é desafiadora. O Laboratório de Eletrônica da Escola Politécnica de Pernambuco (POLI), exibido na Figura 2, teve sua última atualização em 2016, quando equipamentos obsoletos e defeituosos foram substituídos. Foram adquiridos novos osciloscópios, geradores de sinais, fontes de alimentação e multímetros, totalizando 10 bancadas completas. Após a pandemia, o pouco investimento realizado, foi destinado à manutenção do que já se tinha, não sobrando nada para novas aquisições. Esse laboratório é utilizado em aulas de disciplinas como Eletrônica Analógica, Eletrônica Digital, Instrumentação, Eletrônica de Potência, Microcontroladores, entre outras. Além

disso, os alunos têm acesso a outros laboratórios, como os de Informática, Física Experimental, Química, Eletrotécnica, Mecatrônica, Metrologia, Aerodesign, Automação, Biocombustíveis e Energia e Redes e Sistemas de Telecomunicações, mas são laboratórios onde, em geral, são realizadas práticas comuns dos cursos de Engenharia, mas que nem sempre permitem demonstrar técnicas mais avançadas, em uso no meio produtivo.

Figura 2 – Laboratório de Eletrônica da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco.



Fonte: Imagem do Autor.

3 LABORATÓRIOS E EQUIPAMENTOS FRUTOS DE PROJETOS DE P&D

Nessa seção serão descritos alguns dos laboratórios que se tornaram possíveis mediante projetos de P&D+I. Apesar de enumerar apenas os dos quais o autor desse artigo participou, outros laboratórios surgiram com equipamentos obtidos por projetos com a participação de outros professores, não apenas de eletrônica, mas de outros cursos também. Os aqui citados são laboratórios que, dependendo das disciplinas de graduação, podem ser compartilhados com alunos dos 3 cursos de Engenharia Elétrica (Eletrônica, Eletrotécnica e Telecomunicações) bem como alunos do curso de Controle e Automação.

Não serão citados aqui os valores envolvidos em cada um dos projetos de P&D+I individualmente, mas podemos afirmar que, muitas vezes, superam os valores repassados pelo governo, anualmente, para a Escola Politécnica. Tomando como exemplo o ano de 2022, o repasse do Governo de Pernambuco, para investimentos na Escola Politécnica foi de R\$ 2.9 milhões (não indicado no gráfico da Figura 1). Nesse mesmo período, de acordo com o Cientista Chefe do Instituto de Inovação Tecnológica da UPE (responsável pelos acordos de cooperação), tivemos um total de 25 projetos de P&D na POLI, coordenados por 8 diferentes professores (com participação de outros), que captaram cerca de R\$ 4.8 milhões.

Para cada um dos laboratórios serão descritos o objetivo do projeto de P&D que o originou e como estão sendo utilizados (ou serão, no caso de laboratórios oriundos de projetos que ainda estão em curso) nas diversas disciplinas de graduação. Além disso, obviamente, os laboratórios continuam sendo utilizados por professores e alunos na continuidade das pesquisas dos projetos de P&D, ou em pesquisas que se originaram a partir desses.

3.1 Laboratório de Redes Elétricas Inteligentes

Esse laboratório surgiu a partir do Projeto de P&D Redes Elétricas Inteligentes, de 2016, cujo proponente foi a concessionária de energia Neoenergia. O objetivo foi o desenvolvimento e implementação de provas de conceito de Redes Inteligentes (RI) em localidade piloto com elevadas restrições ambientais (no caso a Ilha de Fernando de Noronha). Com o projeto foram montados os Laboratórios de Medição Inteligente e o de Automação de Redes Elétricas que, juntos, formam o Laboratório de Redes Elétricas Inteligentes. O objetivo foi viabilizar pesquisas nas áreas de implantação de Sistemas de Medição Inteligente de Energia Elétrica e Proteção, Automação e Controle de Redes Elétricas Inteligentes.

O Laboratório de Redes Inteligentes, exibido na Figura 3, possui uma série de equipamentos, de diversos fabricantes, para testes de interoperabilidade consonantes com o protocolo IEC 61850. Através de caixas de teste OMICRON CMC 356 é possível aplicar, em laboratório, aos relés de proteção da rede elétrica, condições semelhantes às encontradas nos secundários dos transformadores de corrente (TCs) e transformadores de potencial (TPs) presentes em uma subestação. Isso permite criar, em um ambiente indoor de simulação, condições de curtos-circuitos, faltas série e chaveamentos comuns à rotina diária dos relés.

Em 2021 novos equipamentos foram adquiridos para esse laboratório a partir de outro projeto de P&D, intitulado "Plataforma Solar de Petrolina". Foi financiado pela Eletrobrás Chesf (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco) em resposta a um programa de P&D+I da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Uma das pesquisas realizadas no âmbito desse projeto foi sobre vantagens e desvantagens da interconexão de subestações de energia elétrica por links lógicos de dados, com base na norma IEC-61850. Esta estabelece protocolos de comunicação para dispositivos eletrônicos inteligentes (IEDs), garantindo, entre outras coisas, a interoperabilidade desses IEDs, mesmo que de fabricantes diferentes. Além disso traz outros benefícios, determinando, por exemplo, tempo menores de atuação da proteção para eventos de maior prioridade. Entre os equipamentos adquiridos estão relés de proteção compatíveis com o protocolo IEC 61850 e switches também compatíveis com a norma, permitindo simular, entre outras coisas, a troca de mensagens entre subestações com o ajuste automático da proteção a mudanças na topologia da rede com ou sem ilhamento. Esses novos equipamentos, bem como o arranjo experimental utilizado nessas simulações, estão indicados na Figura 4.

Figura 3 – Lab. de Redes Inteligentes, painel dos medidores de energia e rack com relés de proteção.



Fonte: Imagem do Autor.

Figura 4 – Arranjo experimental e Rack com Relés de Proteção e Switches para estudos sobre a interconexão de subestações com base na norma IEC 61850.



Fonte: Imagem do Autor.

Diversas disciplinas da graduação foram beneficiadas com os equipamentos e conhecimentos adquiridos durante o projeto. Entre elas citamos: Medidas Elétricas, Proteção de Sistemas Elétricos, Automação de Sistemas Elétricos, Fontes Alternativas de Energia, Sistemas de Armazenamento de Energia e outras disciplinas que utilizam com menor intensidade. Os conceitos e as competências que podem ser adquiridos pelos estudantes nesse laboratório estão em igualdade com o mais moderno que é utilizado nas subestações de energia.

3.2 Laboratório de Análise de Descargas Atmosféricas

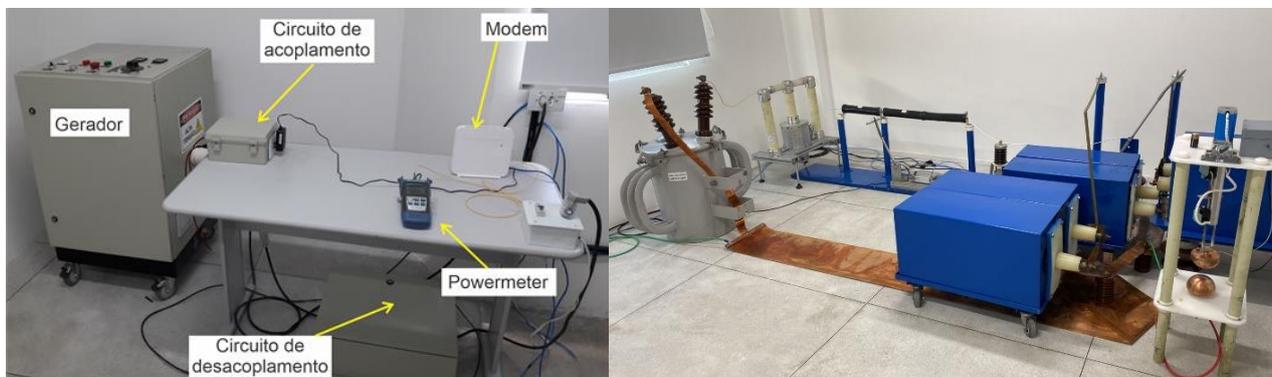
Esse laboratório surgiu a partir de um acordo de parceria para cooperação técnica e intercâmbio científico e tecnológico firmado entre a Clamper Indústria e Comércio S/A e a Fundação Universidade de Pernambuco. A Clamper é uma empresa brasileira, que atua no projeto e construção de dispositivos de proteção contra surtos elétricos de alta tensão, principalmente descargas atmosféricas (raios). O Brasil é o país com maior incidência de descargas atmosféricas de acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2020). Por isso é tão recomendado a utilização de dispositivos de proteção para prorrogar a vida útil de aparelhos eletroeletrônicos e para aumentar a segurança das instalações elétricas. A Clamper tem utilizado os resultados das pesquisas desenvolvidas em conjunto com a UPE para aprimorar seus produtos e embasar sua estratégia de vendas. Sua sede é em Belo Horizonte, mas a empresa decidiu expandir sua atuação para o nordeste brasileiro e escolheu a UPE para essa parceria.

O Laboratório de Análise de Descargas Atmosféricas é foi construído com a doação de dois geradores de surtos de alta tensão, capazes de gerar pulsos com intensidade, duração e forma de onda similares aos pulsos provocados nas redes elétricas devido a descargas atmosféricas. Além dos geradores, toda instalação elétrica do prédio onde o laboratório está situado foi adequada, com aterramento próprio e redes de acoplamento e desacoplamento, responsáveis por evitar desvio dos surtos de alta tensão para a rede elétrica local. Nos ensaios, é analisada a proteção fornecida pelos Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPSs) a diferentes tipos de equipamentos. Equipamentos como Lâmpadas

LED, Modems Ópticos, Televisões, Geladeiras, Fontes de Notebooks e até Inversores de Frequência Fotovoltaicos são submetidos a sequencias de surtos de diferentes intensidades, com e sem a proteção dos DPSs, de acordo com metodologia de testes pré-definida. Após isso os resultados dos ensaios são analisados estatisticamente e é determinado, com base na taxa de incidência de raios de uma determinada localidade, qual extensão na vida útil do equipamento vai ser obtida com a utilização do dispositivo de proteção.

Os dois geradores doados pela Clamper possuem diferentes capacidades de geração e são utilizados de acordo com os ensaios a serem realizados. O gerador de menor capacidade, que pode ser visto na Figura 5, foi desenvolvido pela empresa HVEX e é um equipamento de ensaio automatizado que possui como objetivo reproduzir as formas de ondas de descargas atmosféricas e surtos de manobra em ensaios de acordo com as normas NBR 6936 e IEC 60060 e opera com tensões e correntes de até 20 kV e 10 kA respectivamente. O segundo gerador foi desenvolvido pela própria Clamper e é capaz de produzir pulsos de corrente máxima 100 kA e 12 kA para as formas de onda de corrente padrão 8/20 μ s e 10/350 μ s, utilizadas para ensaios com DPS Classe 1 e Classe 2, respectivamente. As formas de onda 8/20 μ s e 10/350 μ s são padronizadas pela IEC 61000-4-5 (IEC, 2014) e os números estão relacionados ao tempo de frente da onda (8 ou 10 μ s) e o tempo de cauda do pulso (20 ou 350 μ s). Esse gerador está sendo montado na UPE, e pode ser visto à direita na Figura 5. Ele será utilizado nos ensaios com Inversores Fotovoltaicos monofásicos ou trifásicos.

Figura 5 – Gerador de pulsos de menor capacidade em uso durante ensaios com modem óptico e montagem do gerador de pulsos de maior capacidade a ser utilizado em ensaios com inversores.



Fonte: Imagem do Autor.

No momento esse laboratório está sendo utilizado para pesquisas e projetos de iniciação científica e mestrado. Com a finalização do projeto, poderá ser utilizado em aulas da graduação. Por segurança, como os ensaios apresentam riscos por envolverem tensões elevadas, os alunos não atuarão no equipamento. As aulas serão apenas expositivas, sendo a operação do equipamento realizada por pessoas treinadas e capacitadas para isso. Diversas disciplinas poderão se beneficiar desse laboratório, como por exemplo, a disciplina de Instalações Elétricas, com a exposição de como foi feita a adequação do laboratório e o aterramento dedicado. Na disciplina de Física Experimental os alunos poderão acompanhar o processo de geração de descargas atmosféricas e aprender mais sobre dielétricos. Na disciplina de Controladores Programáveis, podem usar o laboratório como exemplo e desenvolverem sistema de controle para acionamento do sistema pneumático responsável

por aproximar os eletrodos carregados e gerar a descarga elétrica. Em estatística o professor pode explicar sobre como escolher uma amostra significativa para ensaios destrutivos e fazer a análise estatística dos dados coletados, comprovando hipóteses iniciais. Diversas outras disciplinas poderão utilizar o laboratório como exemplo prático dos conteúdos ministrados em sala de aula como, por exemplo, Eletrônica (o gerador é muito similar a uma fonte retificada), Circuitos Elétricos, Microcontroladores, Instrumentação, etc. No curso de Telecomunicações, a análise do funcionamento do Modem óptico utilizado em alguns dos ensaios, com a demonstração de como usar um PowerMeter (instrumento utilizado para medir a potência numa fibra óptica) para avaliar se o Modem apresentou falha durante os testes, pode fazer parte de disciplinas como Comunicações Ópticas.

3.3 Laboratório de Análise de Vida de Baterias

A criação desse laboratório no Instituto de Inovação Tecnológica da Universidade de Pernambuco, foi fruto do projeto de pesquisa e desenvolvimento intitulado "Arranjo técnico para aumento da confiabilidade e segurança elétrica aplicando armazenamento de energia por baterias e sistemas fotovoltaicos ao serviço auxiliar de subestações 230/500 kV", proveniente da Chamada Pública - P&D+I Nº 02/2019 com financiamento da Eletrobras CHESF. Os bancos de baterias dos Serviços Auxiliares de uma subestação são responsáveis pela alimentação dos relés de proteção, do sistema de automação, dos serviços de telecomunicações e dos circuitos de manobra, que são cruciais para o perfeito funcionamento de uma subestação. Por isso é tão importante que apresentem alta confiabilidade e disponibilidade (BRITO, 2012). O objetivo do Laboratório é estudar algoritmos inteligentes a serem aplicados em sistema de previsão do comportamento de baterias, submetidas a condições reais de uso. Tal sistema informa ao gestor a condição de operação das baterias de maneira confiável e em tempo real, permitindo tomar decisões mais acertadas sobre o momento certo para o descarte e/ou manutenção do banco de baterias. Os indicadores escolhidos para avaliar as condições de uso de uma bateria em campo foram o Estado de Carga (SoC do inglês *State of Charge*) e o Estado de Saúde (SoH do inglês *State of Health*), comumente utilizados na indústria (ARAUJO, 2019). O correto monitoramento destes indicadores é fundamental para a gestão do uso do ativo e sua manutenção. O Estado de Carga (SoC) fornece um indicativo da quantidade de carga atualmente disponível na bateria. Já o Estado de Saúde (SoH) fornece informações críticas que indicam o nível de degradação da bateria, o que altera sua performance e sua vida útil. O modelo de previsibilidade, capaz de determinar o momento quando uma bateria deve ser substituída (ou passar por uma manutenção), é gerado a partir dos parâmetros da bateria (medidos com o auxílio de um analisador de baterias) e dos dados obtidos com um ensaio de vida acelerada (modelo Estresse-Vida). Neste ensaio, as baterias são imersas em um banho termostático e submetidas a ciclos de carga e descarga controlados, a fim de determinar a sua capacidade em diferentes temperaturas. Condições térmicas mais elevadas (além de tensões e correntes diferentes das nominais) são utilizadas como fator de envelhecimento, permitindo visualizar, em tempos menores, comportamentos que, de outra forma, só apareceriam após longos períodos de uso. A partir do modelo são geradas as equações dinâmicas do sistema, utilizadas no estudo de previsibilidade comportamental. Na Figura 6 é possível observar uma bateria sendo submetida a ciclos de carga e descarga (alguns além do valor nominal) enquanto é submetida ao banho termostático para extrair parâmetros comportamentais. Também é possível visualizar o Equipamento para Testes Cíclicos de Baterias, responsável por automatizar os repetitivos ensaios de caracterização.

No mesmo projeto de P&D+I, para avaliar os impactos (positivos ou negativos) causados pela utilização de sistema fotovoltaico mais sistema de armazenamento de energia por baterias (BESS) ao suprir a alimentação dos serviços auxiliares de uma subestação, foi necessário realizar Campanhas de Medição antes e depois de colocado em prática a solução proposta (BESS). Para realização da campanha foi adquirido um Analisadores de Qualidade de Potência e Energia Trifásico, da empresa Fluke, bastante utilizado nas indústrias e concessionárias, mas que a POLI não possuía. Além do equipamento, um treinamento foi fornecido pela empresa fornecedora, aberto para pesquisadores e alunos.

Figura 6 – Bateria sendo submetida a ensaio de caracterização, sendo carregada e descarregada enquanto submetida a banho termostático.



O Laboratório de Análise de Vida de Baterias permitirá a adição de novas disciplinas, ou pelo menos de novos conteúdos programáticos aos cursos de engenharia elétrica da Escola Politécnica de Pernambuco. Não temos até o momento conteúdos relativos a Análise de Vida Acelerada (ou *Accelerated Life Testing*) é em nenhuma disciplina e está é uma metodologia extremamente importante em um curso de engenharia, especialmente para engenheiros envolvidos no projeto e desenvolvimento de produtos. A vida útil dos produtos é um aspecto crítico para a maioria das empresas, já que afeta diretamente a qualidade, a confiabilidade e a reputação da empresa. A Análise de Vida Acelerada é uma técnica utilizada para prever a vida útil de um produto ou componente em condições de uso acelerado, geralmente através de testes em ambientes extremos ou submetidos a estresses elevados. Numa disciplina dedicada ao tema, ou em uma disciplina de estatística aplicada onde o tema é abordado, os alunos aprendem a projetar testes acelerados que permitem a coleta de dados sobre a degradação do produto em um período de tempo relativamente curto. Esse envelhecimento precoce é possível pois o laboratório tem equipamentos que permitem aplicar ao elemento sob teste (no nosso caso as baterias) condições extremas de uso (como sobretensões, sobrecorrentes e temperaturas acima das usuais). Os dados coletados podem ser usados para prever a vida útil do produto em condições normais de uso, permitindo que os engenheiros identifiquem e corrijam possíveis falhas de projeto antes que o produto seja lançado no mercado. Além disso, os engenheiros que entendem a Análise de Vida Acelerada também podem usar a técnica para avaliar a eficácia de materiais e processos de produção, identificar possíveis falhas de componentes e determinar o tempo ideal para manutenção e substituição de peças, que é exatamente o que é feito no Laboratório de Baterias.

3.4 Laboratório de Telecomunicações baseado em Rádios Definidos por Software

O último laboratório descrito nesse artigo foi detalhado em apresentação realizada no COBENGE 2021. Foi fruto de um Projeto de Pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), intitulado: "Estudo de Sistemas de Comunicação Veiculares Baseados em Rádios Definidos por Softwares (RDS)". A pesquisa tratou da comunicação entre veículos, com o envio de mensagens de veículo para veículo (V2V do inglês vehicle-to-vehicle) ou dos veículos para a infraestrutura montada nas cidades (V2I do inglês vehicle-to-infrastructure). O objetivo principal era minimizar o risco de colisões, aumentando a segurança no trânsito, mas também melhorar a trafegabilidade, otimizar o consumo de combustível e a emissão de poluentes através do traçado de rotas melhores e até, num futuro próximo, possibilitar a popularização dos veículos autônomos (FLANAGAN, 2018).

Foram adquiridos diversos rádios e antenas como os ilustrados na Figura 7. Rádios de maior potência para serem utilizados em pontos fixos da infraestrutura da cidade e rádios menores a serem embarcados nos veículos e, em conjunto com sistema microprocessado, coletar dados operacionais do veículo (velocidade, direção, abertura das válvulas, rotação do motor etc.) e enviar, via protocolos de comunicação, para os rádios dos outros veículos e da infraestrutura da cidade.

Propomos a criação de um laboratório multidisciplinar, para uso nas disciplinas relacionadas às telecomunicações, baseado em Rádios Definidos por Software (RDS). Os RDSs são sistemas de comunicação onde parte do hardware comumente utilizado em sistemas semelhantes é substituído por softwares que são executados em computadores ou plataformas microprocessadas. Com essa arquitetura de Rádio Frequência (RF) configurável e programável é possível projetar, criar protótipos e implementar rapidamente diversos sistemas de comunicação sem fio diferentes. A vantagem é a possibilidade de utilização da estrutura básica desse laboratório em aulas práticas de diversas disciplinas.

Figura 7 – Alguns dos equipamentos adquiridos no P&D e utilizados em aulas de telecomunicações baseadas em RDS. Da esquerda para a direita, Rádio Nuand Blade RF X40 para aplicações embarcadas, Rádio National USRP 2901 de maior potência e Antenas diversas (direcionais e omni-direcionais).



Fonte: Imagem do Autor.

Diversas disciplinas podem se beneficiar dos Rádios Definidos por Software adquiridos e do software de configuração e simulação GNU Radio (código aberto). O ambiente de programação escolhido permite programar o rádio e executar em Software funções que tradicionalmente são executadas em Hardware. É um kit de ferramentas de desenvolvimento gratuito que fornece blocos de processamento de sinais para implementar rádios e sistemas de comunicação (SELVA, 2011).

Analisando o perfil curricular dos cursos de eletrônica e de telecomunicações, elencamos algumas disciplinas que se beneficiariam com o uso dos RDS nas suas aulas. Entre outras citamos: Sinais e Sistemas, Princípios de Comunicações, Antenas, Comunicações Digitais, Comunicações Moveis, Criptografia e Filtros Analógicos e Digitais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Laboratórios descritos nesse artigo são apenas alguns dos existentes na Escola Politécnica de Pernambuco que se tornaram possíveis a partir de financiamentos por projetos de P&D, sejam eles lançados por órgãos de fomento à pesquisa ou por empresas do setor produtivo. Temos exemplos de laboratórios assim no curso de Engenharia Civil, em Computação e no curso de Engenharia Mecânica, como foi o caso do Laboratório de Biocombustíveis e Energia. Em alguns casos os projetos de P&D+I não dão origem a laboratórios, mas atualizam os já existentes com equipamentos e tecnologias de ponta, que permitem a realização de pesquisas de qualidade. Ao trazer práticas que não são contempladas nos projetos pedagógicos de engenharia, os projetos de P&D permitem que os alunos tenham experiências mais diversificadas e sejam expostos a diferentes áreas e desafios, tornando-os mais capacitados e competitivos ao adentrarem no mercado de trabalho. Para os professores, os laboratórios e/ou os equipamentos adquiridos nos projetos possibilitam realizar pesquisa de qualidade e conseqüentemente alavancar a sua produção científica, o que é bom tanto para o professor como para o curso e para a universidade.

Nas universidades brasileiras é comum o pesquisador precisar executar uma série de tarefas diversas às suas atribuições principais: o ensino e a pesquisa. Não é raro o pesquisador ter que preencher inúmeros relatórios (quando deveria estar produzindo artigos), prestação de contas, redação de propostas de financiamento, busca por editais e parcerias com instituições públicas ou privadas, tarefas burocráticas relacionadas à instituição onde trabalham. Para aumentar a eficiência do pesquisador é importante existir, nas Universidades, um setor de Relações Institucionais para prospectar verbas por outros caminhos como, por exemplo, solicitando a deputados e vereadores a inclusão de algumas emendas parlamentares no orçamento Municipal, Estadual ou Federal. Ou seja, atua como um representante da universidade perante as agências de financiamento, órgãos governamentais e o setor produtivo, fazendo *lobby* e *advocacy* para promover a importância da pesquisa e inovação, destacando os pontos fortes da universidade e defendendo o apoio financeiro para projetos de P&D. O setor de Relações Institucionais tem ainda a tarefa de identificar oportunidades de financiamento e parcerias para projetos de P&D, acompanhar as tendências do mercado, as prioridades de financiamento e as políticas governamentais para identificar programas adequados aos interesses e capacidades da universidade. Cabe a ele estabelecer e manter parcerias estratégicas com outras instituições e empresas, tanto nacionais quanto internacionais. Essas parcerias podem envolver acordos de cooperação científica e tecnológica, intercâmbio de pesquisadores, compartilhamento de recursos e colaboração em projetos de P&D.

Também é crucial a existência de um Escritório de Gerenciamento de Projetos que, no âmbito universitário, pode trazer uma série de benefícios, incluindo a padronização de processos, a otimização de recursos, o gerenciamento de riscos, a melhoria da qualidade e a promoção do aprendizado e desenvolvimento, aumentando a chance de sucesso nos projetos. Cabe a esse escritório a gestão dos contratos e convênios associados, garantindo que todas as cláusulas contratuais sejam cumpridas, que os prazos sejam respeitados e que os recursos financeiros sejam devidamente administrados. Também passa a esse

escritório a função de acompanhar, monitorar e realizar a prestação de contas dos projetos de P&D financiados, garantindo que os objetivos sejam alcançados e que os recursos sejam utilizados de maneira eficiente, permitindo ao pesquisador focar na sua pesquisa e resultados.

Vale lembrar que as novas Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia estimulam a modernização dos currículos de engenharias, o que deve ser feito em parceria com o setor produtivo e o CREA, aproximando cada vez mais os conteúdos ministrados em sala de aula à realidade que os alunos vão encontrar no mercado de trabalho. Aulas práticas em laboratórios podem despertar maior interesse e motivação nos estudantes, tornando o aprendizado mais envolvente e relevante. Ao terem a oportunidade de trabalhar com equipamentos e tecnologias de ponta, os alunos se sentem mais conectados com a prática profissional e visualizam a aplicação prática dos conceitos teóricos que estão aprendendo. Isso pode aumentar o engajamento dos alunos com o curso e diminuir a sensação de desinteresse, que muitas vezes é um fator de evasão.

A Escola Politécnica de Pernambuco (POLI) possui um quadro atual de 180 professores (145 ativos, 25 substitutos e 10 cedidos de outros órgãos). Se considerarmos apenas os que participam dos programas de Pós-Graduação temos, entre docentes permanentes e colaboradores, 55 professores. Apesar de, em 2022, a POLI ter tido 25 projetos de P&D, alguns professores coordenaram mais de um projeto. No total foram 8 coordenadores diferentes para os 25 projetos. Outros professores participaram como colaboradores nas pesquisas, mas apenas 8 coordenaram. Ou seja, apenas 14% dos professores que participam dos programas de Pós-Graduação captaram recursos através dos projetos de P&D e, mesmo assim, em 2022 o montante captado foi 65% acima do valor repassado pelo governo estadual para a POLI. Os laboratórios oriundos desses projetos, bem como as diversas oportunidades de ensino e pesquisa que foram abertas, justifica um maior empenho do quadro docente com o envolvimento em tais projetos, bem como da universidade em fornecer o apoio estratégico tão necessário.

AGRADECIMENTOS

Num artigo sobre a importância dos projetos de P&D+I nos cursos de graduação, não tem como não reconhecer o apoio dado por todas as empresas e órgão de fomento envolvidos. Agradecemos especialmente à Chesf, à Neoenergia, à FACEPE e à Clamper S.A.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, T. E. T., Feitosa, M. A. F., **Implementação de um sistema de monitoramento de bateria de chumbo-ácido com determinação do estado de carga para uso em sistemas solares fotovoltaicos isolados**. Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Tecnologia da Energia – PPTE – UPE, 2019;

BRITO, M. D. C., Bradaschia, F., Azevedo, G. D. S., Lins, Z. D., & Cavalcanti, M. C. **Sistema de Monitoramento da Vida Útil de Baterias Chumbo-Ácidas em Subestações**. IV Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos-SBSE, pag. 1-6, 2012;

FLANAGAN, S. K., He, J. e Peng, X. H. **Improving Emergency Collision Avoidance with Vehicle-to-Vehicle Communications**, in 2018 IEEE 16th International Conference on Smart City; Exeter, United Kingdom, jun. 2018, p. 1322–1329.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Cartilha de Proteção Contra Raios**, 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/inpe-raios>. Acesso em: 20 maio 2023.

MUGNATTO, Sílvia. **Universidades têm queda de investimentos constante desde 2015**. Agência Câmara de Notícias, Brasília, 04 jun. 2021. Disponível em: <https://tinyurl.com/quedainvest2015>. Acesso em: 28 mai. 2023.

SELVA, A. F. B. et al. **Uma Introdução a SDR com GNU Radio**. Anais do 2º Simpósio de Processamento de Sinais da UNICAMP, São Paulo, outubro 2011.

TENENTE, Luiza. **Universidades federais perdem, em 10 anos, 73% da verba para construir laboratórios, fazer obras e trocar computadores**. G1, São Paulo, 23 ago. 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/quedainvestfederais>. Acesso em: 28 mai. 2023.

CONTRIBUTIONS OF R&D PROJECTS TO THE MODERNIZATION OF UNDERGRADUATE COURSES - SUCCESS CASES REPORT IN ELECTRICAL ENGINEERING AT UPE

Abstract: *The lack of investments in Didactic Laboratories is a common problem in public and private universities. A survey showed that in the last 10 years, funding allocated for investments in federal universities and institutes decreased by 73%. These investments are considered "non-mandatory expenses" and include structural works, equipment acquisition, library maintenance, and infrastructure. The lack of resources affects both the implementation of new laboratories and the maintenance of existing ones. Some research laboratories are funded by research support agencies, while others seek partnerships with companies interested in specific research areas. The existence of laboratories with modern equipment is essential in Engineering courses, as they provide students with the opportunity to apply theoretical knowledge in real-life situations. However, many laboratories are outdated due to the lack of investments. This article mentions some examples of laboratories resulting from Research, Development and Innovation (R&D+I) Projects, which, after the completion of the research, can be used in undergraduate courses (as well as in the continuity of research after R&D). These are cases where the funds obtained allowed improvement of undergraduate programs and curriculum updates, bringing students closer to the reality of the jobs. Finally, the importance of seeking more and more investments is highlighted, seeking partnerships, but also the support of sectors that should exist in every university, such as the Institutional Relations Department and a Project Management Office.*

Keywords: *Research, Development and Innovation (R&D+I) Projects, Didactic Laboratories, Institutional Relations Department, Project Management Office.*