

CARLOS ALBERTO CANESIN

# Energia Renovável Fotovoltaica no Brasil hoje e as expectativas para o futuro próximo

LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA DE POTÊNCIA DA UNESP DE ILHA SOLTEIRA TEM PRODUZIDO PESQUISAS E INOVAÇÕES PARA DIVERSAS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS HÁ MAIS DE 30 ANOS

O aproveitamento da energia solar fotovoltaica no Brasil é ainda incipiente, considerando-se seu enorme potencial disponível. Entretanto, nos últimos cinco anos, proporcionalmente, foi o recurso energético para produção de energia elétrica que mais se expandiu no país, incluindo-se as gerações centralizadas/usinas fotovoltaicas (3,2 GWp contratados até 2016) e as gerações distribuídas (GD, 114,7 MWac instalados até 05/2017), principalmente nos segmentos residenciais e comerciais.

Neste contexto, o LEP – Laboratório de Eletrônica de Potência ([www.lep.dee.feis.unesp.br/](http://www.lep.dee.feis.unesp.br/)), coordenado pelo Prof. Dr. Carlos Alberto Canesin, integrante do DEE – Departamento de Engenharia Elétrica, da FE/IS – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/Unesp, tem produzido pesquisas e inovações para diversas

aplicações industriais, há mais de 30 anos, incluindo o desenvolvimento de inversores para a energia renovável fotovoltaica.

Ocupando uma área física de 675 m<sup>2</sup> (280 m<sup>2</sup>: Laboratórios de Eletrônica de Potência e Condicionamento da Energia Elétrica, Análise de Interferências Eletromagnéticas, Confecção de Circuitos Impressos; 200 m<sup>2</sup>: Laboratório de Veículos Elétricos; 45 m<sup>2</sup>: Laboratório Computacional; 150 m<sup>2</sup>: Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos), conforme layout da Figura 2, o LEP é equipado com os mais modernos equipamentos e dispositivos para análises de sinais, fontes programáveis e fontes bidirecionais em quatro quadrantes, fontes para emulação de Array solar, ferramentas e equipamentos para prototipagem, analisadores de energia, cargas eletrônicas e cargas

passivas RLC, entre outros.

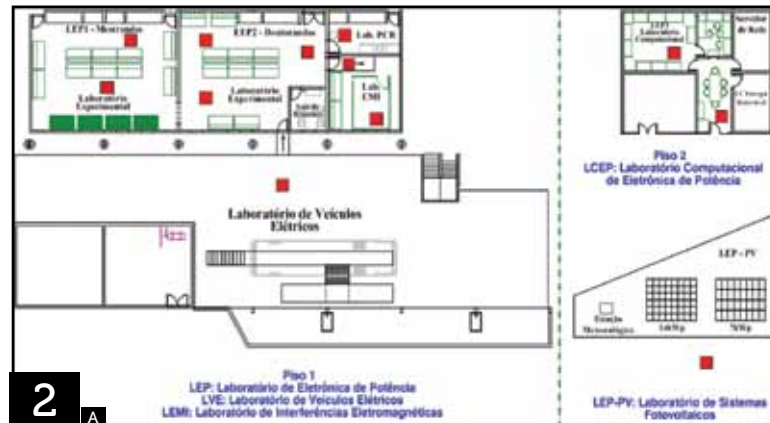
O LEP é atualmente um laboratório designado pelo INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, para ensaios para fins de certificação e etiquetagem de inversores aplicados à geração fotovoltaica conectados à rede de distribuição em corrente alternada. Neste quesito de aplicações tecnológicas e de metrologia, o LEP é ainda o único laboratório no país com capacidade de desenvolvimento, experimentação e ensaios para fins de certificação de inversores monofásicos e trifásicos para GD fotovoltaica até 30 kW, conforme visão parcial do Laboratório Fotovoltaico da Figura 3.

O LEP mantém contratos e parcerias com diversas empresas dos segmentos industriais eletroeletrônicos, assim como com concessio-

**FIGURA 1**  
Geração Fotovoltaica, módulos planos e módulos com concentração.



Carlos Alberto Canesin.



2



2

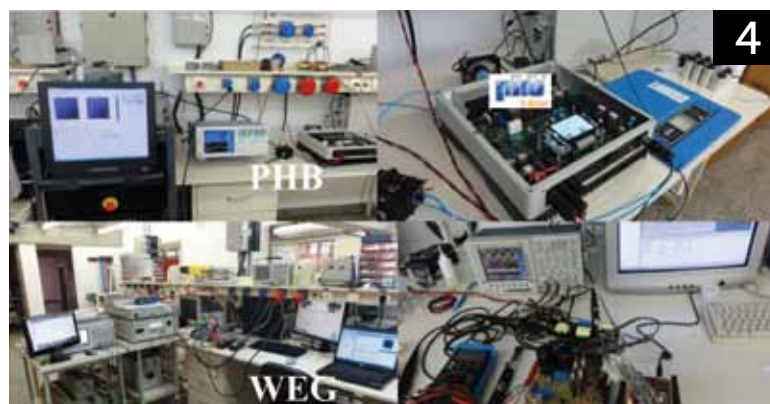
**FIGURA 2**  
**A** Layout organizacional dos laboratórios do LEP.  
**B** Laboratório de Eletrônica de Potência e Condicionamento da Energia, Sala 2.

**FIGURA 3**  
 Laboratório de Ensaios para Aplicações em Geração Fotovoltaica, visão parcial.



3

**FIGURA 4**  
 Desenvolvimento e Inovação em Inversores Fotovoltaicos.



4

nárias de distribuição de energia (programa de P&D ANEEL), para o desenvolvimento de projetos de pesquisas, desenvolvimento e inovação (P&D&I).

Dentre os desenvolvimentos industriais realizados recentemente no contexto dos inversores fotovoltaicos, podemos destacar a implementação completa de Firmware e Hardware para a WEG Equipamentos Elétricos S.A. e de Firmware para a PHB Eletrônica Ltda. (PHB, indústria nacional com praticamente ¼ dos inversores de GD instalados no Brasil), conforme exemplos da Figura 4.

As instalações do LEP incluem ainda importantes plataformas de Geração Fotovoltaica com Concentração (colaboração com o IEE/USP) e Microrrede de Geração Fotovoltaica com acumulação, com capacidade de operação ilhada ou conectada, conforme Figuras 1 e 5, constituindo importante infraestrutura do Laboratório de Sistemas Fotovoltaicos, para o desenvolvimento de pesquisas industriais e acadêmicas.

O LEP tem desenvolvido importantes pesquisas junto às concessionárias de energia elétrica, destacando-se a instalação e o monitoramento remoto de plantas de GD fotovoltaicas e eólicas para a Elektro Eletricidade e Serviços S.A. e o desenvolvimento de aplicativo de gerenciamento e monitoramento remoto de redes de distribuição com geração distribuída para a Eletrobras Distribuição Alagoas.

O LEP-FE/IS-UNESP é atualmente um dos mais bem equipados laboratórios em infraestruturas de pesquisas, desenvolvimentos e inovações na área de Eletrônica de Potência e Aplicações do mundo, tendo destaque ímpar e singular no contexto nacional, considerando-se grandes investimentos e apoio de agências de fomento nacionais (Fapesp, CNPq e Capes), programas de P&D da ANEEL, recursos oriundos diretamente da indústria eletroeletrônica e programas de incentivos industriais, permitindo, além do desenvolvimento e inovação tecnológica, apoio fundamental às pesquisas acadêmicas de mestrado e doutorado dentro do programa de pós-graduação em Engenharia

Elétrica do DEE-FE/IS-UNESP, conforme se observa na Figura 6.

Deve-se destacar a importância estratégica de recursos laboratoriais para apoiar toda a cadeia de desenvolvimento da geração fotovoltaica (FV) no país, considerando-se dentre outras projeções a da BNEF, a qual estima que a energia FV representará 32% da matriz elétrica em 2040, atingindo entre 110 e 126 GWac, podendo superar a fonte hidroelétrica, conforme Figura 7. Além disso, desta capacidade, aproximadamente 75% será geração distribuída (GD).

O LEP possui uma estrutura organizacional profissional, com recursos para custear todos os seus desenvolvimentos laboratoriais acadêmicos, possuindo ainda infraestrutura de suporte para o desenvolvimento analítico (laboratório computacional) e experimental (laboratórios de prototipagem e interferências eletromagnéticas (EMI/EMC), ferramentaria), conforme Figura 8.

O LEP possui ainda um Laboratório de Desenvolvimento de Veículos Elétricos Puros, tendo sido iniciado com recursos oriundos de P&D-ANEEL desenvolvido junto à AES Eletropaulo, conforme Figura 9, onde se desenvolveu sistema especial de alimentação em corrente alternada e/ou corrente contínua para um trólebus. Neste projeto se previa a continuidade da pesquisa para que o mesmo tivesse acumulação a bordo e com capacidade de operar conectado às redes (CC-convencionais ou CA) ou desconectado (utilizando acumulação a bordo, supercapacitores e baterias de lítio), com a implementação de postos de abastecimento elétrico ultrarrápido nos pontos de embarque/desembarque de passageiros. Infelizmente, a segunda parte da pesquisa foi desenvolvida somente em pequena escala, academicamente, uma vez que a AES Eletropaulo deixou a concessão das redes do sistema trólebus no estado de São Paulo, praticamente ao final da primeira parte da pesquisa.

Finalmente, destacamos que o LEP tem como missão a assimilação, a geração e a trans-



5

**FIGURA 5**  
 Sistema Fotovoltaico. Microrrede com GD Fotovoltaica e Acumulação em Baterias.

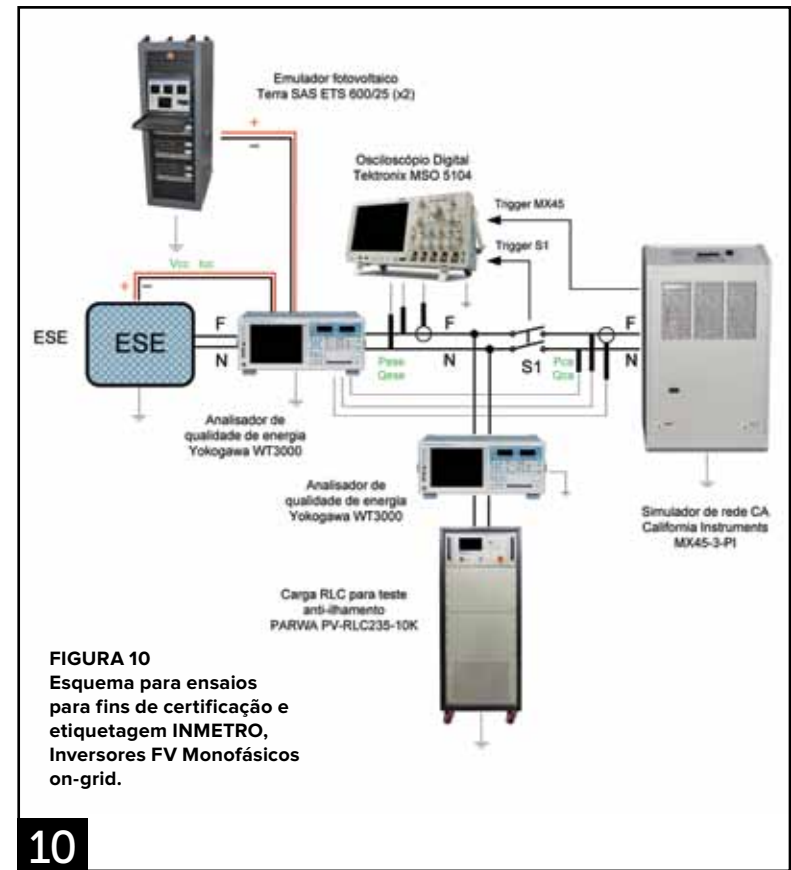
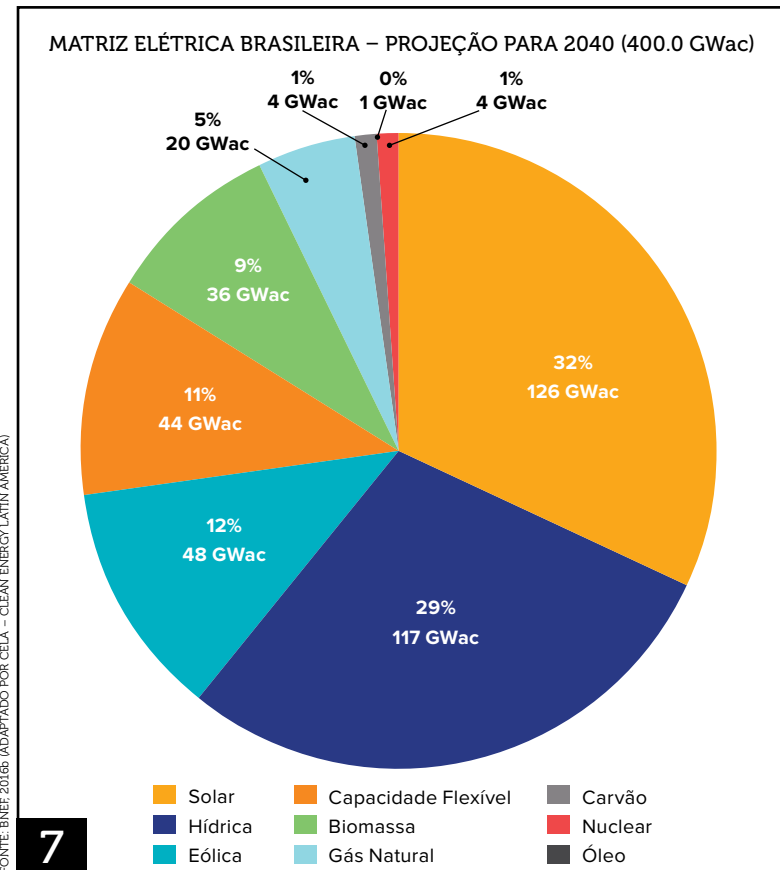
**FIGURA 6**  
**A** Laboratório de Pesquisas e Desenvolvimento em nível de Doutorado  
**B** Laboratório de Pesquisas e Desenvolvimento em nível de Mestrado



6



6



7

9

10



**FIGURA 7**  
Gráfico de Projeção BNEF para a Matriz Elétrica no Brasil em 2040.

**FIGURA 8**  
Laboratórios de suporte às pesquisas acadêmicas e tecnológicas:  
**A** Laboratório de Confecção de Circuitos Impressos;  
**B** Laboratório de Análises de EMI/EMC.



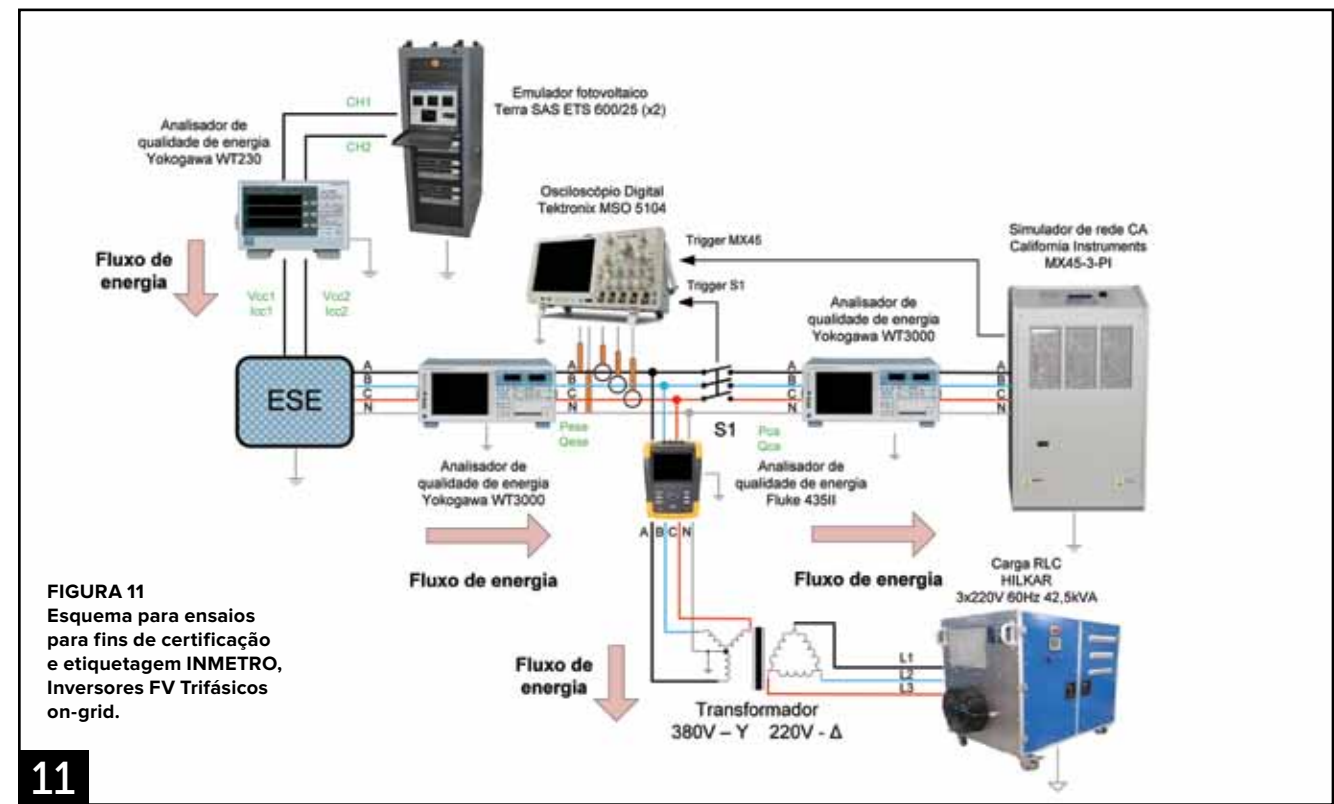
**FIGURA 9**  
Laboratório de Veículos Elétricos (Visão lateral e frontal).

**MAIORES INFORMAÇÕES**  
[<http://www.lep.dee.feis.unesp.br/>](http://www.lep.dee.feis.unesp.br/)  
 ou pelo email:  
[canesin@dee.feis.unesp.br](mailto:canesin@dee.feis.unesp.br)

missão de conhecimentos científicos e tecnológicos na área de Eletrônica de Potência e Aplicações, através do ensino, pesquisa, inovação e prestação de serviços, com o intuito de melhorar a qualidade do processamento da energia elétrica, proporcionando uma melhor utilização dos recursos energéticos nacionais (uso eficiente da energia, racionalização e qualidade), com vistas à melhoria da qualidade de vida humana.

O LEP dispõe de equipamentos de última geração e elevada exatidão para a execução dos ensaios solicitados para certificação de inversores conectados à rede, conforme Figura 3.

A Figura 3 apresenta parcela dos recursos para os ensaios dos inversores monofásicos e trifásicos, em conformidade com as normas ABNT NBR IEC 62116:2012, IEC 62109-2:2011, ABNT NBR 16149:2013 e ABNT NBR 16150:2013. Em destaque, as Figuras 10 e 11 apresentam os esquemas de ligações para os ensaios em inversores monofásicos e trifásicos, respectivamente.



**FIGURA 11**  
Esquema para ensaios para fins de certificação e etiquetagem INMETRO, Inversores FV Trifásicos on-grid.

11