



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

BRENDA LORRANY CORDEIRO DA SILVA ARAGÃO

PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE LABORATÓRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO
NA ÁREA DA GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL: ESTUDO PANORÂMICO.

CAMPINA GRANDE, PB.
AGOSTO DE 2018.

BRENDA LORRANY CORDEIRO DA SILVA ARAGÃO

PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE LABORATÓRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO
NA ÁREA DA GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL: ESTUDO PANORÂMICO.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do curso de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande como
parte dos requisitos necessários para a obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Eficiência Energética

Orientador: Prof. Dr. Luis Reyes Rosales Montero.

CAMPINA GRANDE, PB.
AGOSTO DE 2018.

BRENDA LORRANY CORDEIRO DA SILVA ARAGÃO

PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE LABORATÓRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO
NA ÁREA DA GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL: ESTUDO PANORÂMICO.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do curso de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande como
parte dos requisitos necessários para a obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Data da aprovação: 06/08/2018

Luis Reyes Rosales Montero

Professor Dr. Orientador, UFCG.

Benedito Antonio Luciano

Professor Dr. Avaliador, UFCG.

CAMPINA GRANDE, PB.
AGOSTO DE 2018.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado a oportunidade de ingressar neste curso, por manter minha saúde e dar força para vencer os momentos difíceis.

À minha mãe Andréia, por não ter medido esforços para lutar por mim, manter os meus estudos, pelo amor, pelo carinho e pelo apoio de toda vida.

À minha Maria, pela responsabilidade de me ensinar os princípios da vida, por ter me dado educação, pelo carinho diário e pelo amor de quem é mãe duas vezes.

Ao meu noivo João Vitor, pelo companheirismo de muitos anos, pela paciência, por ser a pessoa com quem compartilho diariamente os momentos felizes e tristes e pelo apoio de sempre.

Agradeço a todos os professores, em especial ao professor Luis Reyes pela orientação, pelo apoio e dedicação para eu conseguir concluir esse trabalho. Ainda, agradeço ao professor Benedito Luciano, à equipe do laboratório de conforto ambiental da UEPB, ao professor Edmar Candeia e a equipe do laboratório de eletrônica do Labmet por colaborarem com a elaboração deste trabalho.

Agradeço aos amigos da UFCG que de certa forma contribuíram para a minha formação e experiência obtida durante a graduação.

Agradeço aos funcionários Tchai e Adail por prestar atendimento aos alunos da melhor forma possível.

Finalmente, agradeço a todos que me ajudaram de forma direta ou indireta durante esses cinco anos de dedicação e esforço.

RESUMO

O estudo desenvolvido neste trabalho tem por finalidade criar e descrever um modelo de um Laboratório de Gestão Energética e Ambiental (LABGEA), que possa ser de interesse a Universidade Federal de Campina Grande e que possua domínio na área do ensino, pesquisa e extensão. Diante da preocupação mundial quanto ao uso racional de energia e água, desenvolvimento de tecnologias e equipamentos eficientes; a instalação e atuação do LABGEA teria relevante importância para a área Universitária mediante ações técnicas, educacionais, de comunicação e de relacionamento, as quais podem ser estendidas por meio de serviços que poderão ser prestados para a sociedade como um todo. As metodologias para a estruturação do ensino, da pesquisa e da extensão são descritas com base nas análises realizadas em laboratórios de diversas universidades do Brasil. Além disso, ressalta-se amplamente a importância de se incluírem, nos cursos de engenharia, os conteúdos de eficiência energética e gestão ambiental, exaltando a questão do combate ao desperdício dos recursos importantes para a vida.

Palavras-chave: Energia; Eficiência energética; Formação acadêmica; Gestão energética; Instituições de Ensino Superior (IES).

ABSTRACT

The objective of this study is to create and describe a model of an Environmental and Energy Management Laboratory (LABGEA), which may be of interest to the Federal University of Campina Grande and which has a domain in the area of teaching, research and extension. Faced with the worldwide concern about the rational use of energy and water, development of efficient technologies and equipment; the installation and performance of LABGEA would have relevant importance for the University area through technical, educational, communication and relationship actions, which can be extended through services that can be provided to society as a whole. The methodologies for structuring teaching, research and extension are described based on the analyzes carried out in laboratories of several universities in Brazil. In addition, the importance of including, in engineering courses, energy efficiency and environmental management contents, is highlighted, exalting the issue of combating the waste of resources important for life.

Keywords: Energy; Energy Efficiency; Academic Training; Energy Management; Higher Education Institutions (IES).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: LEECA na UEPB – Sala de Pesquisa e Estudos.	35
Figura 2: LEECA na UEPB – Sala de Equipamentos e Experimentos em Aulas Práticas.	36
Figura 3: Folheto de divulgação do Projeto.	38
a) Capa do folheto b) Patrocinadores e Parceiros c) Equipe Executora	38
Figura 4: Folheto do Projeto – Parte Interna.	38
Figura 5: Planejamento Estratégico do Grupo de Eficiência Energética.	39
Figura 6: Laboratório de Eletrônica do Labmet.	43
Figura 7: Aparelho de Medição.	44
Figura 8: Diagrama de atividades do Laboratório de Gestão Energética e Ambiental (LABGEA).	48
Figura 9: Fotômetro.	52
Figura 10: Decibelímetro.	53
Figura 11: Analisador de Energia PowerNET P-600.	53
Figura 12: Interface do Sistema Web Energy.	56
Figura 13: Gerenciador de Energia Analo	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação de Projetos de Eficiência Energética.	23
Tabela 2: Atividades das Instituições Universitárias e de Pesquisa em Eficiência Energética.	27
Tabela 3: Dados do Convênio Eletrobrás UFCG e Fundação PaqTcPB.	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEAmazon	Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia
CPP	Chamada Pública de Projetos
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESCO	Empresa de Serviços de Energia
EXCEN	Centro de Excelência em Eficiência Energética
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GEM	Gestão Energética Municipal
IES	Instituição de Ensino Superior
LABCEE	Laboratório de Conforto e Eficiência Energética
LABEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
LABEFEA	Laboratório de Eficiência Energética e Ambiental
LEECA	Laboratório de Eficiência Energética e Conforto Ambiental
LEENER	Laboratório de Eficiência Energética
LENHS	Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento
LINSE	Laboratório de Inspeção de Eficiência Energética em Edificações
MEC	Ministério da Educação
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
MIC	Ministério da Indústria e Comércio
MME	Ministério de Minas e Energia
P&D	Pesquisa & Desenvolvimento
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PEE	Programa de Eficiência Energética
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROESCO	Programa de Apoio a Empresas de Serviço de Conservação de Energia
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande

UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPEL	Universidade Federal de Pelotas
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivos Gerais.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
1.2 Estrutura do Trabalho	14
2 EVOLUÇÃO DOS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL	16
3 PROGRAMAS E FONTES DE FINANCIAMENTO DE INCENTIVO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	20
3.1 Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia	21
3.2 PROESCO	21
3.3 O Programa de Eficiência Energética (PEE)	22
3.4 PROCEL	25
3.5 ABESCO	26
4 A INTEGRAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO NO BRASIL	27
5 INICIATIVAS E ATIVIDADES NO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA – UFCG E NO BRASIL	37
5.1 Projeto	37
5.2 Grupo de Eficiência Energética	39
5.3 Disciplina de Gerenciamento de Energia	40
5.4 Disciplina de Eficiência Energética na Pós-Graduação	40
5.5 O Centro de Excelência em Eficiência Energética do Nordeste	41
5.6 Gerência Inteligente do Consumo de Energia na UFCG	42
5.7 Trabalhos Relevantes Publicados por Laboratórios de Universidades do Brasil	44
6 SOLUÇÕES E PROPOSTA: LABORATÓRIO DE GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL (LABGEA)	47
6.1 Pesquisa	48
6.1.1 Participação de alunos.....	48
6.1.2 Integração de Projetos	49
6.2 Ensino	49
6.2.1 Metodologia.....	49
6.2.2 Materiais.....	50
6.2.3 Apoio acadêmico	50
6.3 Extensão	51

6.3.1 Ações	51
6.4 Estrutura	52
6.4.1 Equipamentos.....	52
6.4.2 <i>Softwares</i>	54
6.4.3 Sistemas de Monitoração e Soluções de Mercado para Gerenciamento de Energia.....	55
6.4.3.1 Sistema Web Energy.....	55
6.4.3.2 Gerenciador de Energia	56
6.4.3.3 Plataforma Hemera	57
7 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

As dificuldades crescentes em atender a demanda de energia elétrica estimularam um novo posicionamento com relação aos hábitos de consumo e uso de equipamentos elétricos. Gerir a energia elétrica na busca de eficiência é a tendência mundial que busca trazer benefícios ao cenário econômico e social.

O consumo de energia elétrica apresenta relação direta com a quantidade de água consumida em uma cidade; cada litro de água consumido representa um consumo específico de energia, pois é necessário dispor de energia para transportar a água através dos sistemas municipais (RUZENE, 2011).

Com efeito, as perdas de água na forma de vazamentos, furtos, desperdícios e distribuição ineficiente afetam diretamente a quantidade de energia necessária para fazer a água chegar ao consumidor. O desperdício de água leva também ao desperdício de energia (RUZENE, 2011).

Diante da otimização do uso da energia, a redução da quantidade de recursos financeiros e ambientais é significativa, uma vez que determinado um conjunto de medidas a ser executada, a necessidade é satisfeita com menor recurso e conseqüentemente menor custo.

Logo, restrições econômicas nos levam ao uso racional das capacidades disponíveis, em lugar de se construir novas unidades de geração e transmissão (BRAGA; OLIVEIRA; PINTO, 2001).

Nos dias de hoje, o profissional que comanda construções e projetos mais econômicos e eficientes em consumo energético, assim como, aqueles que são melhores preparados para propor soluções de problemas de energia de uma região/empresa/setor, levam vantagem na promoção de seus serviços diante do grande e competitivo mercado atual.

Seria, portanto, inaceitável pensar que a formação de um profissional em engenharia, arquitetura, e afins, não englobe conceitos de gestão energética e ambiental. O conhecimento e a prática sobre tal assunto é indispensável diante da diminuição de recursos naturais, como a água, a qual anteriormente pensava-se que era ilimitada.

Dessa forma, o papel das universidades é contribuir com a geração e difusão do conhecimento, buscando alternativas que ajudem a ampliar os meios de busca da sustentabilidade (SAIDEL, M.A; FAVATO, L.B, 2016). As Instituições de Ensino Superior são potenciais exemplos para desenvolver ações sustentáveis em suas operações.

Diante desse cenário, neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é apresentado um estudo para a criação de um laboratório de gestão energética e ambiental que possua domínio na área do ensino, pesquisa e extensão diante da necessidade encontrada na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e também afim de que esta possa ainda se tornar um modelo de gestão de energia e de água para o Brasil.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos Gerais

Defender a necessidade da implantação de um laboratório de gestão energética e ambiental nas universidades, visando atuar em prol da universidade e em conjunto com a sociedade tendo como público-alvo instituições de diversas áreas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Apresentar vantagens da inclusão de conceitos de gestão energética na formação profissional;
- Apresentar a evolução dos programas de eficiência energética e fontes de financiamento de incentivo;
- Analisar os cursos que oferecem a disciplina de eficiência energética em Instituições Públicas de Ensino no Brasil;
- Identificar as atividades prestadas por laboratórios de eficiência energética no Brasil e as iniciativas já realizadas na UFCG;
- Planejar um laboratório de gestão energética na UFCG com propósito de ensino, pesquisa e extensão em diversas áreas de atuação.

1.2 Estrutura do Trabalho

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi dividido em 7 capítulos.

Como visto inicialmente, o Capítulo 1 introduz a importância da disciplina e do laboratório para a formação profissional do aluno, para a Universidade e para a sociedade.

O Capítulo 2 expõe as iniciativas e a criação/evolução de alguns dos principais programas de eficiência energética no Brasil.

No Capítulo 3 são apresentadas as fontes de financiamento de incentivo à eficiência energética no Brasil, visto a importância de investimentos pela empresa, diante da criação da Lei que obriga a aplicação de recursos em programas de pesquisa e desenvolvimento.

O Capítulo 4 aborda a inserção das ações de eficiência energética nas Instituições Públicas de Ensino, enfatizando a formação de ensino superior no Brasil e as Universidades Públicas da Paraíba no cenário atual.

O Capítulo 5 expõe alguns dos projetos e iniciativas da área da gestão energética, em busca da efficientização da energia da Instituição, na Universidade Federal de Campina Grande.

O Capítulo 6 propõe, através do estudo panorâmico, um modelo de Laboratório de Gestão Energética e Ambiental que possui as vertentes do Ensino, da Pesquisa e da Extensão.

Já, o Capítulo 7 apresenta as conclusões após a realização do estudo panorâmico realizado.

O trabalho é finalizado com a apresentação das Referências.

2 EVOLUÇÃO DOS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

A questão energética conduziu as preocupações dos dirigentes dos países, na década de 1980, por conta da crise do petróleo iniciada na década de 1970; nesse momento, ficou visível a condição finita dos recursos naturais, fato que levou a discussões ambientais na década de 1990. Desde então, são aspectos que, juntamente com o viés econômico e social, devem ser tratados de modo integrado (RUZENE, 2011).

Em 1981, o programa CONSERVE criado no âmbito do Ministério da Indústria e Comércio – M.I.C, constituiu-se o primeiro esforço de peso em termos de conservação de energia no Brasil.

Uma das primeiras iniciativas de discussão sobre eficiência energética no Brasil, aconteceu em 1982 com o Programa de Mobilização Energética diante à crise do petróleo (EPE, 2018). Mediante o Decreto nº 87.079, de 2 de Abril de 1982, foram aprovadas as diretrizes do Programa que tinha por objetivo racionalizar a utilização de energia obtendo a diminuição do consumo dos insumos energéticos e substituir progressivamente os derivados de petróleo por combustíveis alternativos nacionais.

Em 1984, iniciou-se pelo Inmetro uma discussão com a sociedade sobre a conservação de energia. Dessa forma, diante de um protocolo firmado entre o então Ministério da Indústria e do Comércio e a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE, com a interveniência do Ministério das Minas e Energia, resultou-se no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) que mais tarde foi impulsionado pela Lei de Eficiência Energética, como dispõe o seu artigo 3º, na qual obriga o fabricante de aparelhos consumidores de energia adotar medidas que obedeçam os níveis máximos de consumo de energia e mínimos de eficiência energética.

Em 1985 foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) pelo governo federal e gerido por uma Secretaria Executiva subordinada à Eletrobras (BRASIL, 2018). As ações desse programa são voltadas para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para a disseminação de conhecimento sobre o uso eficiente da energia e para a adoção de hábitos de consumo mais conscientes. Dessa forma, o programa contribui para postergar investimentos no setor elétrico, reduzir emissões de gases de efeito estufa e mitigar impactos ambientais, colaborando para um mundo mais sustentável (ELETROBRAS, 2018).

No período de 1985 até 1989, considerada a primeira fase da estrutura organizacional e operacional do PROCEL, observaram-se questões como a preocupação com a pesquisa e

desenvolvimento tecnológico, promoção de assistência tecnológica ao segmento industrial, disposição em promover e fomentar a pesquisa de comportamento do mercado consumidor e promoção da conservação de energia elétrica pela normalização, padronização e certificação de equipamentos empregados no uso final (GUERRA; KRUGER; SOUZA, 2011).

Para adequar o sistema elétrico à nova necessidade de modernização, foram criados programas de incentivo à conservação de energia através do PROCEL e programas de pesquisa e desenvolvimento (BRAGA; OLIVEIRA; PINTO, 2001).

Em 18 de julho de 1991, por Decreto Presidencial, o PROCEL foi transformado em programa de governo, tendo suas responsabilidades ampliadas, articulando-se com todos os segmentos da sociedade direta ou indiretamente ligados ao uso e produção de energia elétrica (GUERRA; KRUGER; SOUZA, 2011).

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), autarquia em regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia, foi criada para regular o setor elétrico brasileiro, por meio da Lei nº 9.427/1996 e do Decreto nº 2.335/1997.

A partir de 1998, as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica passaram a ser obrigadas a investir em programas de conservação de energia, sob fiscalização da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Recursos da ordem de R\$ 196 milhões foram propostos por 17 empresas distribuidoras, para aplicação em projetos de conservação de eletricidade no ano 1999, com resultados previstos de 754,6 GWh/ano economizados e redução de demanda na ponta de 249,6 MW. A ANEEL e o PROCEL viram-se, então, frente à árdua tarefa de tornar esses investimentos produtivos para a sociedade e atrativos para as concessionárias. Manuais de elaboração de projetos foram concebidos e um enorme trabalho de avaliação e aprovação de projetos foi desenvolvido, em conjunto com a criação de critérios e metodologias adequadas a esse tipo de assunto (VERDE, 2000).

Em 24 de Julho de 2000, a Lei Nº 9.991 estabeleceu a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor elétrico (BRASIL, 2000). A partir disso estabeleceram-se os critérios para a aplicação de recursos em Projetos de Eficiência Energética seguindo o Manual do Programa de Eficiência Energética (PEE) regulamentado pela ANEEL.

No ano de 2001, durante o racionamento de energia elétrica, diversas medidas de incentivo foram estimuladas, com destaque para a Lei nº 10.295 (regulamentada pelo Decreto

nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001), “Lei da Eficiência Energética”, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (GUERREIRO, 2006 apud GUERRA, 2011, p. 2).

A implantação da Lei de Eficiência Energética objetivou promover transformações estruturais no mercado dos equipamentos consumidores de energia. Pretendeu-se, com ela, disponibilizar produtos com inovações tecnológicas induzidas pela eficiência energética. Outras áreas de interesse público beneficiam-se com os resultados da implementação desta Lei, tais como a diminuição do consumo de água e economia com materiais de construção (SOUZA et al., 2009).

Os esforços do PROCEL durante a crise de abastecimento de energia no ano de 2001 concentraram-se em buscar aliados na economia de energia. Parte dos resultados positivos se deve aos acordos com fabricantes de motores elétricos, equipamentos eletrodomésticos e de iluminação. A partir das mudanças estruturais do setor elétrico e com o novo marco regulatório, o país passou a priorizar a implantação ordenada de projetos de conservação de energia elétrica por parte de um grupo de empresas concessionárias e distribuidoras (VERDE, 2000).

Em 15 de março de 2004 foi promulgada a Lei nº 10.847 que autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE e definiu-lhe em seu art. 4º competência para (BRASIL, 2004):

“XV - promover estudos e produzir informações para subsidiar planos e programas de desenvolvimento energético ambientalmente sustentável, inclusive, de eficiência energética;

XVI - promover planos de metas voltadas para a utilização racional e conservação de energia, podendo estabelecer parcerias de cooperação para este fim; (...).”

Os Programas ao construírem um mercado permanente em eficiência energética levam ao surgimento de novos negócios e oportunidades para empresas prestadoras de serviço. São empresas brasileiras de engenharia novas ou tradicionais que, gradativamente, podem se transformar em empresas de serviço de energia. Um novo mercado se abre também para as concessionárias, com a oportunidade de atuarem como empresas de energia (VERDE, 2000).

Assim, atuando como agentes intermediadores de produtos, processos e serviços eletricamente mais eficientes, foram criadas as *Energy Service Companies* (ESCOs). As ESCOs são empresas de Engenharia, especializadas em Serviços de Conservação de Energia,

que promovem a eficiência energética e de consumo de água nas instalações de seus Clientes. Como empresas de consultoria, elas ofereciam os seguintes produtos: estudo de adequação tarifária, correção de fator de potência, resgate do ECE (Empréstimo Compulsório da ELETROBRAS), laudos técnicos para dedução do ICMS embutido na energia para produção industrial.

Nos anos seguintes, houve avanços relevantes no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). O governo lançou o programa de certificação de eficiência energética para edifícios comerciais, públicos e de serviços em 2009, e para os edifícios residenciais, em 2010. Em 2009, também foi lançada a certificação de eficiência energética de veículos automotores.

Programas como Procel Edifica e Procel Educação possibilitaram a implantação de laboratórios de pesquisas em diversas universidades federais e levou às escolas informação e difusão de medidas de conservação de energia que são complementos essenciais ao processo educativo consciente e sustentável.

3 PROGRAMAS E FONTES DE FINANCIAMENTO DE INCENTIVO À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A evolução dos programas de efficientização da energia elétrica é notável e abarca vários setores da sociedade. Em paralelo, a promoção de incentivos do uso eficiente de energia oferecem resultados positivos a instituições públicas, prefeituras e ao próprio estado, às indústrias e na criação de postos de pesquisas e desenvolvimento localizados em Universidades.

Conforme a Lei nº 9.991/2000 (BRASIL, 2000):

Art. 1º As concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de no mínimo, setenta e cinco centésimos por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, e no mínimo, vinte e cinco centésimos por cento em programas de eficiência energética no uso final, observado o seguinte: I – até 31 de dezembro de 2022, os percentuais mínimos definidos no caput deste artigo serão de 0,50%, tanto para pesquisa e desenvolvimento como para programas de eficiência energética na oferta e no uso final da energia; II – os montantes originados da aplicação do disposto neste artigo serão deduzidos daquele destinado aos programas de conservação e combate ao desperdício de energia, bem como de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico, estabelecidos nos contratos de concessão e permissão de distribuição de energia elétrica celebrados até a data de publicação desta Lei [...] Art. 5º Os recursos de que trata esta Lei serão aplicados da seguinte forma: I – os investimentos em eficiência energética, previstos no art. 1º, serão aplicados de acordo com regulamentos estabelecidos pela ANEEL [...].

A partir dessa prática regulamentada por Lei, alguns programas, iniciativas e fontes de financiamento têm se estabelecido no Brasil ao longo dos anos. São eles (OPORTUNIDADE ..., 2010):

- Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, geridos pela FINEP;
- Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO) do BNDES;
- Programas de Eficiência Energética (PEE) e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), desenvolvidos pelas concessionárias do setor elétrico e coordenados pela ANEEL;
- Iniciativas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) e do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL);

- Atividades da Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO).

3.1 Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia

Tais fundos obedecem à legislação específica e são administrados pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), órgão público vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia. A missão básica da FINEP é promover e financiar a inovação e a pesquisa científica e tecnológica em empresas, universidades, institutos tecnológicos, centros de pesquisa e outras instituições públicas ou privadas (OPORTUNIDADE..., 2010).

Conforme a FINEP (2018), o CT-Energ é um fundo setorial destinado a financiar programas e projetos na área de energia, especialmente na área de eficiência energética no uso final. As instituições passíveis de utilização de recursos do CT-Energ são as seguintes:

- Instituições de pesquisa e desenvolvimento nacionais e reconhecidas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT;
- Instituições de ensino superior credenciadas junto ao Ministério da Educação - MEC.

Os instrumentos legais para a prática desse fundo tem amparo da Lei 9.991, de 24 de julho de 2000 e do Decreto 3.867, de 16 de julho de 2001.

3.2 PROESCO

A partir do reconhecimento de que a disponibilidade de recursos financeiros e as exigências típicas associadas ao financiamento bancário podem ser entraves importantes para a implementação de projetos de redução dos desperdícios de energia, foi criado o Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO) (OPORTUNIDADE ..., 2010).

Para a promoção da eficiência energética, a linha do Programa de Apoio a Empresas de Serviços de Conservação de Energia (PROESCO) do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), passou a se chamar BNDES Finem - Eficiência Energética.

Quem pode solicitar essa linha de eficiência energética são Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ESCO), usuários finais de energia e Empresas do Setor Elétrico.

A partir de informações do Departamento de Energia Elétrica e Energia Alternativa, as operações do setor elétrico com crédito aprovado entre 2003 e 2014, no segmento de Eficiência Energética, contou com 25 projetos onde foi previsto um investimento de R\$978,8 Milhões. Estudos e projetos, inclusive diagnóstico energético, é um dos itens que são financiáveis.

3.3 O Programa de Eficiência Energética (PEE)

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) coordena os Programas de Eficiência Energética (PEE) e de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) desenvolvidos pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica como uma exigência legal definida no contrato de concessão firmado entre essas empresas e a ANEEL, que representa o poder concedente (OPORTUNIDADE ..., 2010).

Cabe à ANEEL regulamentar o investimento nesses programas, aprovar as pesquisas e acompanhar os resultados. Na Lei Nº 9.9991, de 24 de julho de 2000, estão as diretrizes para a elaboração do Programa.

O objetivo do PEE é promover o uso eficiente da energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia.

Define-se as seguintes condições para aplicação do recurso do PEE (ANEEL, 2017):

- Os projetos devem ser realizados na área de concessão ou permissão da distribuidora local com mercado superior ou igual a 500 GWh/ano;
- Excepcionalmente, a depender de autorização expressa da ANEEL, poder-se-á direcionar recursos de PEE para custeio de projetos e ações fora da área de concessão ou permissão;
- Dentre os consumidores livres, somente aqueles conectados à rede de distribuição poderão ser contemplados pelo PEE.

A Chamada Pública de Projetos de Eficiência Energética – CPP foi instituída pela Resolução Normativa nº 556/2013. Tem como objetivo tornar o processo decisório de escolha dos projetos e consumidores beneficiados pelo PEE mais transparente e democrático, promovendo maior participação da sociedade e possibilitando a seleção de projetos que apresentem melhores resultados, do ponto de vista da eficiência energética (ANEEL, 2017).

No âmbito Paraíba, segundo informações da ANEEL (2017) a última abertura da Chamada Pública 001/2017 foi realizada em 17 de Março de 2017, no qual houve um valor disponibilizado de R\$ 2.248.000,00. Sendo que R\$ 1.600.000,00 seriam investidos em projetos das tipologias residencial e industrial e R\$ 648.000,00 para as demais tipologias.

Caso não haja ofertas qualificadas de projetos suficientes para atender ao recurso disponibilizado em uma determinada tipologia, a ENERGISA pode:

- Transferir os recursos para outra tipologia onde houver carência financeira para atender aos projetos classificados, porém não aprovados por falta de recursos naquela tipologia, e/ou;
- Elaborar projetos diretamente com os consumidores, fora do ambiente da CHAMADA PÚBLICA DE PROJETOS conforme delibera a Legislação em vigor.

Com última atualização em junho de 2018, a relação de Projetos de Eficiência Energética concluídos apresentou o seguinte:

Tabela 1: Relação de Projetos de Eficiência Energética.

Empresa	Cód. ANEEL	Título do Projeto	Tipologia	Duração (meses)	Custo Total do Projeto	Energia Economizada (MWh/ano)	Demanda Retirada da Ponta kW
Energisa Paraíba	PE-6600-0001/2008	Efic.Energ. em Comunidade de Baixa Renda	Baixa Renda	29	3557017,14	3665,31	1244,58
Energisa Paraíba	PE-6600-0002/2008	Efic. Energ. em Processos de Produção Rural	Rural	54	240708,25	164,65	99,80
Energisa Paraíba	PE-6600-0004/2008	Aquecimento Solar para Substituição de Chuveiro Elétrico	Aquecimento Solar	25	185289,67	97,66	57,40
Energisa Borborema	PE-6611-0001/2008	Efic. Energ. em Comunidades de Baixa Renda	Baixa Renda	51	1018048,57	139,23	521,32
Energisa Borborema	PE-6611-0003/2008	Projeto Energisa Comunidades Baixas	Baixa Renda	18	529655,77	641,53	169,02

		Renda					
Energisa Paraíba	PE-6600- 1401/201 4	Projeto Baixa Renda	Baixa Renda	16	4765214,3 7	2941,06	1568,70
Energisa Paraíba	PE-6600- 1402/201 4	Projeto Troca de Resíduos por Bônus na Conta de Energia	Residencial	19	1921153,3 6	10291,25	1789,59
Energisa Borborema	PE-6611- 1401/201 4	Eficiência Energética em Escolas Públicas	Poder Público	4	254478,87	120,28	48,27
Energisa Paraíba	PE-6600- 1403/201 4	Efic. Energ. Em 20 Escolas Municipais	Poder Público	4	320510,03	352,65	133,38
Energisa Paraíba	PE-6600- 1504/201 5	Efic. Energ. Iluminação Pública cidade de Areia	Iluminação Pública	12	375112,32	97,81	23,33
Energisa Paraíba	PE-6600- 1201/201 2	Troca de Resíduos por Bônus na Conta de Energia	Projeto Piloto	28	2915170,9 1	14041,65	1279,03
Energisa Paraíba	PE-6600- 0003/200 9	Projeto Energisa Comunidade s Baixa Renda -2009	Baixa Renda	28	8007670,3 0	8650,49	2329,06
Energisa Paraíba	PE-6600- 1101/201 1	Projeto Energisa Comunidade Baixa Renda	Baixa Renda	6	773571,76	1011,35	445,10
Energisa Paraíba	PE-6600- 1202/201	Projeto Baixa Renda	Baixa Renda	35	7043576,2 0	4247,28	2251,82

	2						
Energisa Borborema	PE-6611- 0004/201 0	Projeto Energisa Comunidade s Baixa Renda	Baixa Renda	15	617076,98	849,10	242,94

Fonte: ANEEL, 2017.

3.4 PROCEL

O Procel, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, é um programa de governo, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME e executado pela Eletrobras. Foi instituído em 30 de dezembro de 1985 para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício (BRASIL, 2018).

As áreas de atuação do Procel envolvem:

- Selo Procel: ferramenta simples e eficaz que permite ao consumidor conhecer, entre os equipamentos e eletrodomésticos à disposição no mercado, os mais eficientes e que consomem menos energia (BRASIL, 2018).
- Procel Edifica: incentiva a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais (água, luz, ventilação etc.) nas edificações brasileiras, reduzindo o desperdício e os impactos sobre o meio ambiente.
- Procel Reluz: O Procel promove a implantação de projetos de iluminação pública e sinalização semafórica que preveem a substituição de lâmpadas, luminárias e outros equipamentos relacionados por modelos mais eficientes, que iluminam melhor e duram bem mais, mas consomem menos eletricidade.
- Procel GEM (Gestão Energética Municipal): A Eletrobras, por meio do Procel GEM, tem como missão auxiliar as prefeituras e demais esferas públicas de governo a reduzir seus custos com energia elétrica. Para isso, colabora com o administrador público na gestão e uso eficiente da energia nas unidades consumidoras sob sua gestão, na identificação de oportunidades para minimizar os desperdícios e no monitoramento do consumo de energia elétrica, esperando obter, em consequência, mais recursos financeiros para serem investidos em outros setores considerados prioritários (RELATÓRIO..., 2018).

- Procel Indústria: A Eletrobras, por meio do Procel Indústria, tem como objetivo fomentar a adoção de práticas eficientes no uso da energia elétrica pelo setor industrial, nas micro e pequenas empresas (MPEs) e no comércio, levando-se em conta os potenciais técnico, econômico e de mercado das ações de eficiência energética.
- Procel Educação: atua para promover o conhecimento, incentivar o comportamento e a qualificação profissional em eficiência energética, a partir de múltiplas abordagens, especialmente junto às comunidades acadêmica e escolar, contribuindo com o desenvolvimento científico, com a formação profissional e com a mudança de hábitos, a fim de estimular a eficiência energética e reduzir o desperdício de energia elétrica. Para incentivar programas de formação profissional, o Procel Educação atua em parceria com universidades de todo o país, formando uma rede de laboratórios e centros de pesquisa em eficiência energética. (RELATÓRIO..., 2018).
- Procel SANEAR: Tem como finalidade promover a eficiência energética no setor de saneamento ambiental, bem como o gerenciamento do uso da água e a diminuição de seu desperdício (RELATÓRIO..., 2018).

3.5 ABESCO

Fundada em 1997 e atualmente com mais de 90 associados, a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO) é uma entidade civil, sem fins lucrativos que representa oficialmente o segmento de eficiência energética brasileiro, formado por empresas de diversas áreas. O objetivo da ABESCO é fomentar e promover ações e projetos para o crescimento do mercado energético beneficiando não somente seus associados, mas também a sociedade, contribuindo assim, para o desenvolvimento do país. A ABESCO congrega e fomenta ações para as ESCOs (Empresas de Serviços de Conservação de Energia), que buscam oferecer às empresas e à sociedade em geral, um serviço especializado em projetos de eficiência, minimizando custos e maximizando os resultados nos lucros (ABESCO, 2018).

4 A INTEGRAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO NO BRASIL

As universidades podem se tornar centros de referência onde se aplicam políticas de gestão e tomadas de decisão que sirvam de exemplo e modelo para a sociedade em geral e para instituições públicas e privadas (ALBA, 2007, p. 197 apud BRAGA; JÚNIOR; PINTO, 2005).

Diversas universidades e centros de pesquisas brasileiros têm desenvolvido projetos relacionados à eficiência energética, abordando diversos usos finais de energia e diferentes setores consumidores. O esforço de pesquisa e a prestação de serviços tecnológicos são características comuns a essas instituições, as quais efetuam a difusão dos resultados mediante publicações regulares ou não (OPORTUNIDADE..., 2010).

Tabela 2: Atividades das Instituições Universitárias e de Pesquisa em Eficiência Energética.

Instituição	Ensaaios	Metrologia	Diagnósticos Energéticos	Treinamento
CATE-CEPEL	X	X	X	X
COEAM - UFAM	X		X	X
CTEC - UFAL			X	X
EXCEN – UNIFEI	X		X	X
GEE - PUCRS			X	X
GOSE - Unesp			X	X
Green Solar – PUC MG	X	X		X
INMETRO	X	X		
INT	X	X	X	X
IPT	X	X	X	X
LABAUT - USP	X		X	
LABEEE - UFSC	X	X	X	X
LACTEC	X	X	X	X

LAI – UFMG			X	
LENHS - UFPB	X		X	X
NIPE - Unicamp	X		X	X
NUCAM – Unesp	X		X	
PEC - UFG			X	X
PEE - COPPE	X		X	X

Fonte: OPORTUNIDADE... (2010).

Percebe-se que há um interesse crescente das universidades e centros de formação de mão-de-obra na capacitação de profissionais de economia, engenharia, arquitetura e administração, na identificação, preparação e viabilização de ações que busquem a eficiência e a utilização racional de insumos e de recursos naturais (VERDE, 2000).

Durante o seminário “PROCEL nas Instituições de Ensino Superior” (IES), promovido pelo PROCEL/Eletróbrás, em Itajubá MG - outubro/2000, verificou-se que diversas ações isoladas de formação, desenvolvimento e transferência de tecnologia na área de eficiência energética vinham sendo implementadas e foi possível identificar um potencial de trabalho com estas instituições (BRAGA; JÚNIOR; PINTO, 2005).

A incorporação de temas referentes a eficiência energética nos currículos dos cursos de graduação, justifica-se por (PINTO; OLIVEIRA; BRAGA, 2001):

- Mercado de trabalho: O ambiente competitivo impõe aos consumidores a redução de custos com energia elétrica, e isto requer um diagnóstico energético, tanto na fase de implantação do projeto como na fase de funcionamento.
- Criar uma cultura de uso racional dos energéticos: Esta linha de atuação consiste em intensificar ações educativas, no sentido de mudar a cultura do desperdício. Para tanto, uma alternativa seria a continuidade do projeto “PROCEL nas Escolas”, com alunos do ensino fundamental e médio e também com alunos de graduação. Ressalta-se, ainda, que os alunos dos cursos de engenharia e arquitetura atuarão diretamente nos projetos e operação de sistemas elétricos, difundindo a cultura do uso racional de energia.
- Formação dos profissionais: Além da mudança de hábitos, estes graduandos estarão capacitados a atuar na sociedade, transformando-a.
- Formação de Multiplicadores: Os egressos, agindo na sua comunidade, irão atuar como multiplicadores, provocando alterações nesta cultura do desperdício.

Há uma década, as Universidades começaram a fornecer uma orientação visando determinar os seus papéis no movimento em direção a um futuro ecologicamente responsável.

No Brasil, algumas Instituições de Ensino Superior - IES já incorporaram a eficiência energética em suas grades curriculares, atendendo a cursos de graduação, extensão ou de pós graduação. Além disso, vários laboratórios de eficiência energética em diversas universidades brasileiras foram capacitados para essa finalidade.

Inúmeras atividades já foram e estão sendo realizadas por grandes laboratórios no Brasil. Segundo informações apresentadas pelo LABEEE (2018), Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina, o PROCEL/EDIFICA – ELETROBRÁS assinou, em 2003, convênio com 12 universidades para a capacitação de 13 laboratórios de conforto térmico e eficiência energética. Ao todo, foram investidos R\$ 2,1 milhões para a compra de equipamentos e pagamento de bolsas de pesquisa para implementação dos laboratórios. São eles:

- UFAL/FUNDEPES - Capacitação do laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética – GECA;
- UFF/FEC - Capacitação do laboratório de Conservação de Energia e Conforto Ambiental – LABCECA;
- UNB - Capacitação do laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética – LACAM;
- UFBA/FEP - Laboratório de Eficiência Energética e Ambiental;
- UFSC/FEESC – Capacitação do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE) e Capacitação do laboratório de Conforto Ambiental (LABCON);
- UFRJ/FUJB - Capacitação do laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da FAU/UFRJ.

Além de laboratórios, é pertinente a citação de algumas instituições e cursos que já implantaram a eficiência energética em sua estrutura curricular, como a:

- Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)– Graduação em Engenharia Industrial Elétrica – Disciplina de Eficiência Energética I e II;
- Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – Graduação em Engenharia da Computação – Disciplina de Eficiência Energética;

- UFU - Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Disciplina de Eficiência Energética no Ambiente Construído;
- Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Graduação em Engenharia Elétrica – Disciplina de Conservação de Energia;
- Escola de Arquitetura da UFMG – Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Disciplina de Eficiência Energética no Ambiente Construído. Possui apoio instrumental prático, à carga horária curricular da disciplina, do LabCon (Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética no Ambiente);
- UFMG – Graduação em Engenharia Civil – Disciplina de Eficiência Energética nas Edificações. Também possui apoio do LabCon;
- Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Disciplina de Eficiência Energética e Sustentabilidade em Edificações;
- UFSC – Pós Graduação em Engenharia Civil – Disciplina de Eficiência Energética em Edificações;
- Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) – Pós Graduação em Engenharia Civil – Disciplina de Eficiência Energética;
- Universidade Federal do Pará (UFPA) – Pós Graduação – Disciplina de Eficiência Energética;
- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/ Universidade de São Paulo (FZEA USP) – Graduação em Engenharia de Alimentos – Disciplina de Eletrotécnica e Eficiência Energética Industrial;
- FZEA USP – Graduação em Engenharia de Biosistemas – Disciplina de Instalações Elétricas e Eficiência Energética;
- Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC RIO) - Pós Graduação em Metrologia – Disciplina de Eficiência Energética;
- Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Disciplina de Eficiência Energética no Projeto e na Construção;
- Unicamp – Graduação em Engenharia Civil – Disciplina de Eficiência Energética na Engenharia Civil;
- Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) – Graduação em Engenharia Elétrica – Disciplina de Eficiência Energética;
- PUCRS – Graduação em Engenharia de Produção – Disciplina de Gestão de Energia Elétrica;

- Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) – Graduação em Engenharia Elétrica – Disciplina de Eficiência Energética.

Foi observado que em diversos cursos que abrange a Engenharia e a Arquitetura, a disciplina de eficiência energética se encontra presente. A análise dos programas de curso das disciplinas foi essencial para a elaboração da estrutura de um novo laboratório de gestão energética.

Colocando em pauta, os laboratórios possuem atuações significativas. Alguns deles são apresentados abaixo:

- Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – Laboratório de Inspeção de Eficiência Energética em Edificações (Linse)
 - Em dezembro de 2003, a Eletrobrás celebrou, no âmbito do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel, um convênio que permitiu a capacitação do Laboratório de Conforto e Eficiência Energética (LABCEE). O LINSE surgiu da seleção do LABCEE no edital Eletrobrás/FUNPEC N° 01/2010 e uma das responsabilidades é aplicar métodos para avaliação do desempenho termo energético das edificações (Linse, 2018).
- Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPEL – Laboratório de Laboratório de Conforto e Eficiência Energética (LABCEE)
 - Foi criado a partir de convênio firmado entre a UFPEL e a Eletrobrás (ECV 937/03), com o objetivo de instrumentar o estudante e o profissional de arquitetura com os conhecimentos básicos relativos às diversas áreas do Conforto no Ambiente Construído, através de experimentos, estudos práticos e pesquisas, envolvendo os diversos aspectos do conforto ambiental. Além destas atividades, mais ligadas ao ensino e pesquisa, o LabCEE tem desenvolvido atividades de extensão, através de consultorias externas, bem como coordenado programas e projetos na área de eficiência energética, no âmbito da UFPEL (PORTAL, 2018).
- Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE)
 - O Laboratório de Eficiência Energética em Edificações foi criado no ano de 1996 e está vinculado ao Núcleo de Pesquisa em Construção do

Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Atua visando reduzir o consumo específico de energia em edificações novas e existentes, através da implantação de novas tecnologias de iluminação, condicionamento de ar e isolamento térmico sem, no entanto, reduzir os níveis de conforto (LABEEE, 2018).

- Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) – Laboratório de Eficiência Energética (LEENER)
 - O LEENER – Laboratório de Eficiência Energética – UFJF, inaugurado em julho de 2001 e lotado na Faculdade de Engenharia da UFJF, visa apoiar as ações de formação, transferência de tecnologia e pesquisa e desenvolvimento, na área, bem como criar um ambiente capacitado para realização de palestras e interação com a comunidade, podendo assim disseminar a cultura do combate ao desperdício de energia elétrica. Foi criado diante da necessidade de atender as demandas do curso após a implantação da disciplina de eficiência energética na UFJF, proposta pelo Procel durante o o seminário: PROCEL nas Instituições de Ensino Superior (IES) que ocorreu em 2000 na cidade de Itajubá, MG.
- Universidade Federal do Pará (UFPA) – Laboratório de Eficiência Energética
 - Voltado para pesquisa em nível de estágio/graduação/mestrado/doutorado, ele pertence ao GEDAE (grupo sede do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Energias Renováveis e Eficiência Energética da Amazônia - INCT-EREEA) que integra a Rede Nacional de Eficiência Energética em Edificações – R3E e a Rede Eletrobrás Procel Solar. O Grupo está vinculado ao curso de graduação em Engenharia Elétrica e ao programa de pós-graduação.
- Universidade Federal da Bahia (UFBA) – Laboratório de Eficiência Energética (LABEFEA)
 - Criado com apoio da Eletrobras. O LABEFEA está envolvido em projetos para estudantes de graduação e pós-graduação de Engenharia Elétrica, Engenharia de Computação e Engenharia de Controle e Automação. Realiza pesquisas nos campos de sistemas elétricos de potência, eletrônica de potência, geração distribuída e controle e gerenciamento de microrredes. Inclui a UFCG e a UFSC como parceiras educacionais e de pesquisa (LABEFEA, 2018).

- Universidade de São Paulo (FZEA USP) – Laboratório de Eficiência Energética e Simulação de Processos
 - Voltado para pesquisas de interesse agroindustrial. Estudos de eficiência energética aplicada a processos agroindustriais; desenvolvimento e aplicação de tecnologias voltadas a mecanismos de desenvolvimento limpo (MDL); estudos de aproveitamento de fontes renováveis de energia; modelagem matemática e simulação numérica de processos biotecnológicos e equipamentos de interesse agroindustrial com vistas à pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I).

No Brasil existem diversos laboratórios para ensino e pesquisa e três centros de excelência: o Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia (Ceamazon), na Universidade Federal do Pará (UFPA), o Centro de Excelência em Eficiência Energética (Excen), na Universidade Federal de Itajubá (Unifei) e o Centro de Inovação em Eficiência Energética (InovEE), na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), em Guaratinguetá –SP (PROCEL, 2017).

Com Centro de Excelência em Eficiência Energética (EXCEN), a Universidade Federal de Itajubá é um modelo a ser seguido. As principais atividades do EXCEN é promover cursos EAD, desenvolvimento de materiais educativos, estudos de custos de energia, capacitar profissionais atuantes em temas energéticos. Nos laboratórios, verifica-se o potencial de novas tecnologias e dos procedimentos operacionais mais adequados para redução de perdas de energia.

No âmbito Paraíba é apresentada:

- Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Pós Graduação em Engenharia Elétrica – Disciplina de Eficiência Energética;
- Universidade Federal da Paraíba (UFPB) – Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento (LENHS)
 - O LENHS é resultado do desenvolvimento de ações integrantes do Programa Nacional de Eficiência Energética no Saneamento Ambiental – PROCEL SANEAR – das Centrais Elétricas Brasileiras S. A. – Eletrobrás. Este laboratório desenvolve serviços especializados, atividades de ensino, pesquisa e extensão, relacionadas ao uso eficiente de energia e água no saneamento. Seu objetivo maior é gerar economia por intermédio do combate aos desperdícios e

incrementos na eficiência energética e hidráulica de sistemas e equipamentos, reduzindo custos e aumentando a competitividade setorial (LENHS, 2018).

Durante visita ao Laboratório de Eficiência Energética e Conforto Ambiental vinculado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (LEECA) da Universidade Estadual da Paraíba, Campus I, foram obtidas as seguintes informações:

- O Laboratório de Eficiência Energética e Conforto Ambiental foi entregue à comunidade acadêmica em 27 de junho de 2011 pela reitoria da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, através do Programa Nacional de Conservação e Energia Elétrica – PROCEL, em parceria com a Eletrobrás e a Fundação Parque tecnológico da Paraíba – PaqTcPB.
- Executa as seguintes atividades:
 - Avaliação das condições de conforto luminoso de edificações;
 - Avaliação das condições de conforto térmico de edificações;
 - Avaliação das condições de conforto acústico de edificações;
 - Desenvolvimento de estudos voltados para a avaliação da eficiência energética de edificações através da portaria nº 372 de 2010 do INMETRO;
 - Desenvolvimento de estudos voltados para a avaliação da eficiência energética de edificações através da portaria nº 018 de 2012 do INMETRO;
 - Desenvolvimento de estudos voltados para a simulação da eficiência energética em edificações;
 - Monitoramento da qualidade da água de abastecimento através de indicadores sentinela;
 - Desenvolvimento de estudos voltados para a simulação de sistemas de saneamento básico;
 - Desenvolvimento de estudos voltados para as análises multicritérios e multidecisores em sistemas ambientais;
 - Desenvolvimento de estudos voltados para a gestão e análise de risco de sistemas ambientais urbanos;
 - Realização de medições de indicadores de conforto ambiental, climatológicos, de segurança do trabalho e de qualidade da água.
- O laboratório possui alunos de Engenharia Civil e Engenharia Sanitária e Ambiental, Engenheiro Civil, Arquiteto, Químico, Engenheiro Sanitarista e Ambiental;
- Projetos de Pesquisa:

- Monitoração de vigilância da qualidade das águas de abastecimento do município de Juazeirinho (PB);
 - Percepção e análise do conforto térmico de uma edificação de ensino superior em Campina Grande-PB;
 - Ocorrência de contaminantes emergentes nas águas superficiais da sub-bacia do médio curso do rio Paraíba;
 - Análise de risco no controle e vigilância da qualidade da água no sistema de tratamento da cidade de Campina Grande - PB.
- Equipamentos: Luxímetro, Decibelímetro, Termômetros variados, infravermelhos, medidor de cor, etc.

Figura 1: LEECA na UEPB – Sala de Pesquisa e Estudos.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 2: LEECA na UEPB – Sala de Equipamentos e Experimentos em Aulas Práticas.



Fonte: Próprio Autor.

5 INICIATIVAS E ATIVIDADES NO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA – UFCG E NO BRASIL

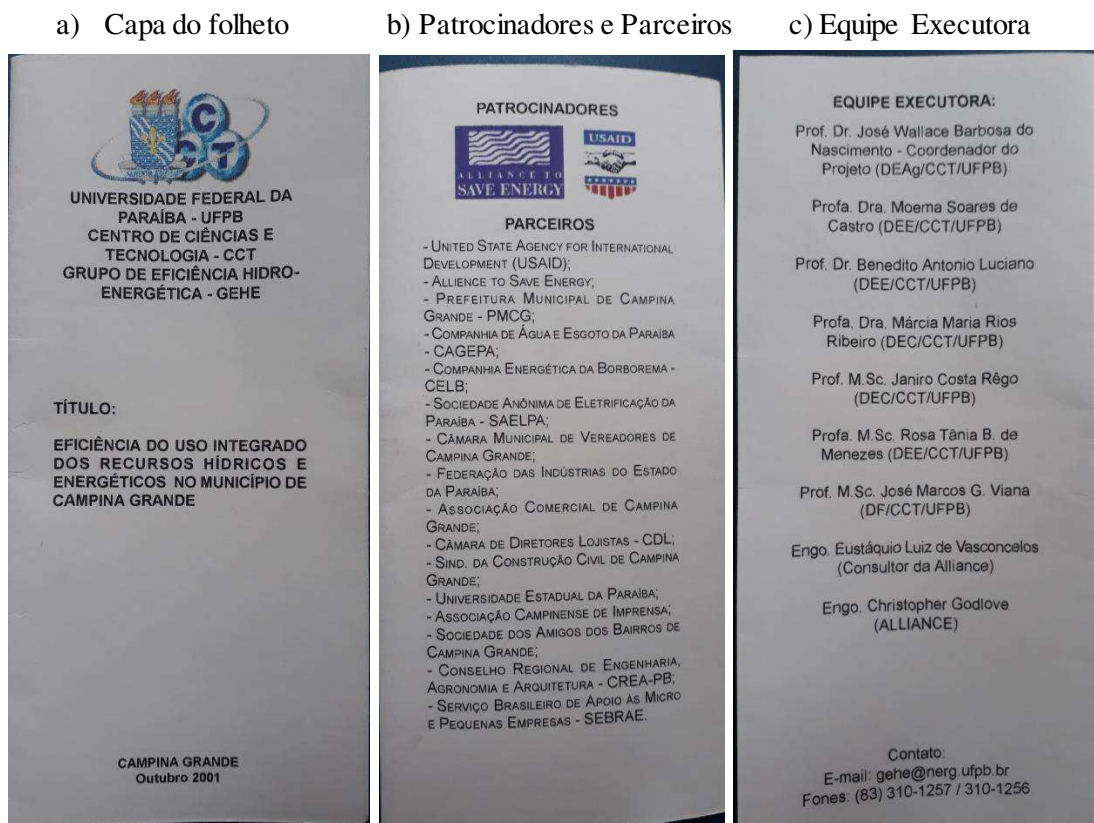
5.1 Projeto

Em 2001, uma mobilização iniciada por Professores de departamentos da UFCG, anteriormente UFPB, não houve êxito por falta de financiamento pela PROCEL/Eletronbras. Este Projeto de grande movimentação, intitulado como Eficiência do Uso Integrado dos Recursos Hídricos e Energéticos no Município de Campina Grande, contou com o apoio de patrocinadores internacionais e parceiros como a *United State Agency for International Development* (USAID), a Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e vários outros órgãos de competências diversas (vide figura 3.b).

A Equipe Executora contou com professores do Departamento de Engenharia Elétrica (Prof. Dr. Benedito Antonio Luciano, Profa. Dra. Moema Soares de Castro e Profa. M.Sc. Rosa Tânia B. de Menezes), professores do Departamento de Engenharia Civil, professores do Departamento de Engenharia Agrícola, professores do Departamento de Física, Consultor da Alliance (um dos parceiros) e Engenheiro da Alliance (vide figura 3.c).

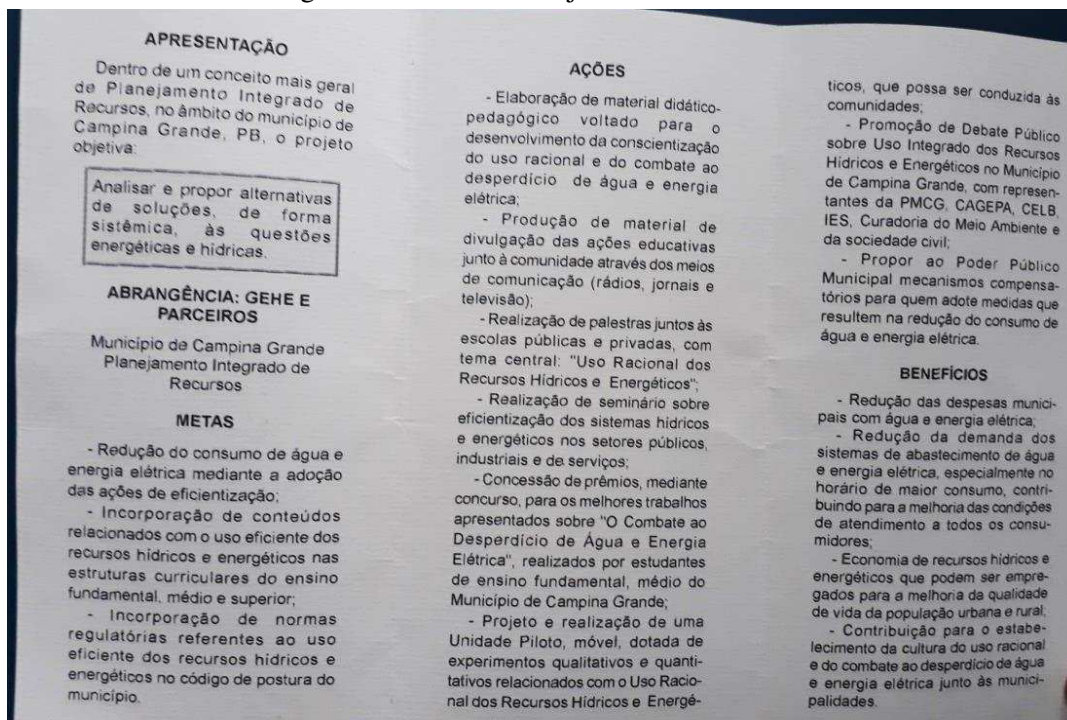
O objetivo principal do projeto, conforme pode ser visto no folheto da figura 4, era analisar e propor alternativa de soluções, de forma sistemática, às questões energéticas e hídricas.

Figura 3: Folheto de divulgação do Projeto.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 4: Folheto do Projeto – Parte Interna.



Fonte: Próprio Autor.

5.2 Grupo de Eficiência Energética

Em Junho de 2001, outro projeto foi iniciado com o intuito de se criar um Grupo de Eficiência Energética da UFCG. Porém, este também não obteve êxito devido a não aprovação da Câmara Departamental.

Durante uma reunião foi criado o plano estratégico do Grupo visando trazer benefícios a Universidade. Na elaboração de um planejamento estratégico é essencial descrever a Missão, Visão e Ameaça do Projeto. Uma das ameaças previstas pelos participantes seria a não aprovação da Câmara Departamental, que acabou sendo ocorrido de fato.

O trabalho foi arquivado e a partir da colaboração do professor Dr. Benedito Antonio Luciano Benedito pôde ser feito um registro (figura 5).

No Grupo eram participantes:

- Chefe do DEE: Moema Soares de Castro;
- Coordenador do GEE: Benedito Antonio Luciano;
- Integrantes do GEE: Raimundo Carlos Silveiro Freire; Rosa Tânia de Menezes e Ubirajara Rocha Meira;
- Alunos: Maria Betânia Gama dos Santos (Aluna de Doutorado); Mary Karlla Araújo Guimarães (Aluna de Doutorado); Newmark Heiner da Cunha Carvalho (Aluno de Mestrado); Everaldo Fernandes Monteiro (Aluno de Eng. Civil) e José Edmilson de Sousa Filho (Aluno de Iniciação Científica de Engenharia Elétrica).

Figura 5: Planejamento Estratégico do Grupo de Eficiência Energética.



Fonte: Próprio Autor.

5.3 Disciplina de Gerenciamento de Energia

No curso de engenharia elétrica da UFCG é possível propiciar aos estudantes uma visão sistemática de eficiência energética, qualidade de energia, impacto ambiental e economia de energia por meio da disciplina de gerenciamento de energia, que é uma disciplina optativa da ênfase de eletrotécnica.

A disciplina tem como objetivos específicos:

- Apresentar e discutir os principais aspectos que norteiam o uso racional energia, sem que isto implique abrir mão do conforto e da produtividade;
- Estudar os tipos de tarifas e preços vigentes relativos à energia elétrica;
- Contextualizar os sistemas de energia elétrica face à ordem econômica e política vigente;
- Apresentar e discutir os conceitos de eficiência energética e qualidade de energia elétrica em seus aspectos teóricos e práticos;
- Identificar os principais distúrbios e fenômenos eletromagnéticos que degradam a qualidade da energia elétrica;
- Discutir as aplicações energéticas, sob os pontos de vistas de eficiência, da viabilidade econômica, dos impactos sociais e dos impactos ambientais.

5.4 Disciplina de Eficiência Energética na Pós-Graduação

É importante destacar que a pós-graduação em Engenharia Elétrica possui a disciplina de Eficiência energética a qual propicia a atualização científica e tecnológica sobre as diversas formas de energia e as formas eficientes de como utilizá-las.

A disciplina tem como objetivos específicos:

- Prover uma revisão atualizada sobre as principais formas de energia disponíveis na natureza;
- Estudar as leis que fundamentam os princípios de conversão energética;
- Realizar análise comparativa entre eficiência energética e eficiência exergética;
- Apresentar os conceitos de eficiência energética e qualidade de energia elétrica em seus aspectos teóricos e práticos;
- Identificar os principais distúrbios e fenômenos eletromagnéticos que degradam a qualidade da energia elétrica;

- Discutir as aplicações energéticas, sob os pontos de vistas de eficiência, viabilidade técnica e econômica, assim como os impactos sociais e ambientais a elas associados.

5.5 O Centro de Excelência em Eficiência Energética do Nordeste

Na formação profissional, a Eletrobras Procel atua em parceria com universidades de todo o país. Em 2011, foi estabelecida uma parceria com a Eletrobrás para instalação de um Centro de Excelência em Eficiência Energética do Nordeste na Universidade Federal de Campina Grande.

De acordo com o convênio (contrato ECV-DTD 002/2011 /2011), o objeto foi “Estruturar um Centro de Excelência que forneça orientação continuada à Eletrobrás e ao Procel no que se refere à implantação de sistemas de geração distribuída, sob ponto de vista de eficiência energética em prol do sistema elétrico e da sociedade brasileira.” (ELETROBRÁS, 2011).

O projeto de execução do Centro de Excelência em Eficiência Energética da UFCG não foi concluído.

Tabela 3: Dados do Convênio Eletrobrás UFCG e Fundação PaqTcPB.

Contratante	Centrais Elétricas Brasileira S.A
CNPJ	00001180000207
Contratada	UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CNPJ	05055128000176
Espécie	ECV-DTD 002/2011
Objeto	Estruturar um Centro de Excelência que forneça orientação continuada à Eletrobras e ao Procel no que se refere à implantação de sistemas de geração distribuída, sob o ponto de vista da eficiência energética em prol do sistema elétrico e da sociedade brasileira.
Fundamento Legal	LEI 8.666/1993 - ARTIGO 116
Modalidade de Licitação	Convênio
Valor/Base de Preços	5915941.66
Recursos Orçamentários	PRÓPRIOS
Créditos	6159410400
Vigência	1825
Data de Assinatura	16/02/2011
Data do DOU	2011-02-21 00:00:00

Signatários	Eletrobras, UFCG e Fundação PaqTcPB
--------------------	-------------------------------------

Fonte: ELETROBRAS, 2011.

Há uma necessidade de interação entre a universidade, em particular o departamento, e a Concessionária de Energia (Energisa) para a busca de investimentos, diante das chamadas de projetos do PEE. Além disso, é necessário manter vínculos com a Eletrobras de forma a continuar os projetos que não foram concluídos e inicializar novos projetos.

5.6 Gerência Inteligente do Consumo de Energia na UFCG

Atualmente, um projeto coordenado pelo professor Dr. Edmar Candeia Gurjão, e que conta com a participação de outros pesquisadores do Labmet da UFCG, está em andamento na UFCG.

Percebendo que havia apenas a identificação do consumo total da UFCG e havendo a preocupação em evitar problemas na demanda de energia contratada, o projeto tem como objetivo identificar os padrões de consumo de energia elétrica em cada bloco e caso haja alguma anomalia no perfil do consumo, identificar qual a fonte causadora da anormalidade. De forma específica, de acordo com informações concedidas pelo professor Edmar, as necessidades decorrentes são:

- Controle do consumo para evitar problemas de demanda contratada;
- Evoluir o sistema para gerar energia localmente: e.g energia solar + armazenamento;
- Detecção de consumos anômalos;
- Reduzir o consumo de energia.

E os objetivos do projeto são:

- Gerenciar o consumo;
- Registrar o consumo de energia elétrica em cada bloco;
- Detecção do consumo anômalo;
- Gerar energia localmente;
- Gerenciar remotamente o sistema.

Até então já há cinco medidores instalados e transmitindo dados (Bloco CJ, CV2 e BO, Reitoria e BP).

Em um segundo estágio do projeto, será feito com que os equipamentos obedecem comandos. Desligar o ar-condicionado, sob comando, quando seu uso não for necessário em certo horário, por exemplo, é uma das ações.

O projeto conta com a parceria do *Federation Ministry of Education and Reserch* (Ministério Federal de Educação e Pesquisa) da Alemanha, a qual fomenta pesquisas em Universidades de outros Países. Com o uso dos sensores, a plataforma alemã processará os dados da UFCG e enviará comandos e informações do consumo de energia de cada bloco.

O aparato utilizado para a medição e registro dos dados de energia (vide figura 7), foi elaborado no Laboratório de Eletrônica do Bloco Labmet, visto na figura 6.

Figura 6: Laboratório de Eletrônica do Labmet.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 7: Aparelho de Medição.



Fonte: Próprio Autor.

5.7 Trabalhos Relevantes Publicados por Laboratórios de Universidades do Brasil

Publicações de artigos, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, livros, relatórios de pesquisa são alguns dos produtos finais de laboratórios de eficiência energética existentes em diversas universidades brasileiras. Diante dos laboratórios apresentados e dentre as inúmeras publicações, algumas podem ser citadas:

- *Innovations in the Brazilian regulations for energy efficiency of residential buildings (LABEEE/UFSC)*

Em resumo, o foco principal desse artigo de periódico é a avaliação de edifícios naturalmente ventilados, estratégias bioclimáticas para encorajar a ventilação natural e a iluminação natural, e avaliação do sistema de aquecimento de água. Também apresenta uma revisão dos Esquemas de Avaliação Energética da Casa e mostra a

diferença entre o Esquema Brasileiro e os aplicados por outros países (LABEEE, 2018).

- **Uso Finais de Água em Escolas de Florianópolis (LABEEE/UFSC)**

Este relatório de iniciação científica teve como objetivo estimar os usos finais de água potável e assim verificar o potencial de economia através de um sistema de aproveitamento de água pluvial, ou reuso de águas cinzas, ou equipamentos economizadores, ou combinados em duas escolas do município de Florianópolis, Santa Catarina (LABEEE, 2018).

- **Análise das condições de conforto térmico no clima quente e úmido de São Luís (MA): estudos de campo em salas de aula naturalmente ventiladas e climatizadas (LABEEE/UFSC)**

Esta dissertação visa a investigação acerca das condições de aceitabilidade e conforto térmico humano em salas de aula naturalmente ventiladas controladas por seus ocupantes, no contexto do clima tropical equatorial quente-úmido da cidade de São Luís (Maranhão, Brasil). Nesse contexto, os usuários de ambientes naturalmente ventilados apresentam-se suscetíveis ao desconforto por calor, tendo em vista as elevadas temperatura e umidade do ar interno, o que provoca a demanda por maior movimento do ar nesses espaços (LABEEE, 2018).

- **Eficiência Energética de Sistemas de Abastecimento de água para diferentes pressões disponíveis nas entradas das edificações (LENHS/UFPA)**

Este trabalho tem como objetivo o estudo comparativo da eficiência energética de sistemas de abastecimento de água para diferentes pressões disponíveis nos pontos de entrada das edificações. Basicamente, o estudo compara os custos de implantação e operação dos sistemas de distribuição de água projetados para atender edificações com instalações abastecidas diretamente e indiretamente pela rede (LENHS, 2018).

- **Experiências com a Elaboração de Diagnósticos Energéticos através do Programa de Eficiência Energética no Pará (Laboratório de Eficiência Energética/ GEDAE/UFPA).**

Em resumo, o artigo apresenta três estudos de caso de diagnósticos energéticos realizados pelo Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas da

Universidade Federal do Pará (GEDAE/UFPA), em parceria com a concessionária local, Rede-Celipa, dentro do seu programa de eficiência energética (PEE/ANEEL). As metodologias aplicadas, os pontos positivos e negativos e os resultados alcançados são apresentados. Os diagnósticos foram realizados em um clube recreativo, um hospital e uma pequena clínica, resultando em uma redução total de 128 kW de demanda na ponta e 397 MWh/ano de energia elétrica consumida (BLASQUES et.al, 2009).

6 SOLUÇÕES E PROPOSTA: LABORATÓRIO DE GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL (LABGEA)

O laboratório visa articular ações e pesquisas relacionadas ao uso eficiente da energia e ao fomento a sua captação, conduzindo, por exemplo, estudos energéticos e ambientais, sistemas de avaliação gerencial e planos de melhorias por meio de quatro frentes de ações: técnicas, educacionais e comunicação e de relacionamento. Essas iniciativas são orientadas pela inovação e promoção do conhecimento, favorecendo o desenvolvimento cultural do ideal de sustentabilidade nos âmbitos da sociedade contemporânea e participação efetiva da comunidade acadêmica.

O Projeto norteia o propósito da UFCG de alocar alunos de graduação nas atividades de extensão universitária, estágios, bem como ofertar cursos de extensão voltados a gestão energética e trabalhos de conclusão de curso.

A instalação do laboratório poderá promover oportunidades de treinamentos aos alunos da UFCG, difusão de novos conhecimentos para a sociedade, redução de custos da UFCG, elaboração de uma política permanente de manutenção preventiva sobre gestão de água e energia, tratamento de águas residuais no Campus, promoção de campanhas de conscientização do uso racional de água entre alunos e servidores, divulgação das metas e resultados obtidos para todos os usuários da Instituição de Ensino Superior (IES), promoção do uso racional da energia elétrica na construção ou reforma de edificações, entre outros.

Além disso, haveria a monitoração de oportunidades de obtenção de recursos financeiros por parte dos órgãos já mencionados neste trabalho (Eletrobrás, por exemplo).

De forma geral, o laboratório engloba o Ensino, a Pesquisa e a Extensão. Esta estrutura pode ser compreendida ao visualizar a figura 8.

Figura 8: Diagrama de atividades do Laboratório de Gestão Energética e Ambiental (LABGEA).



Fonte: Próprio Autor.

Sabe-se que a implantação de um Laboratório requer convênios, investimentos e apoios de programas governamentais. De forma a apresentar um esboço de um Laboratório de Gestão Energética e Ambiental, salientando o grande valor que agregaria a universidade, a seguir são descritas as frentes de ações que o LABGEA atuaria, como proposta apresentada pelo referido trabalho.

6.1 Pesquisa

A pesquisa abarca o desenvolvimento de projetos em diferentes áreas, apoio a projetos de outras universidades, apoio a pesquisas e projetos interdisciplinares que objetivam a sustentabilidade energética e ambiental das indústrias, residenciais, instituições públicas e privadas.

Ainda no âmbito da pesquisa, o gerenciamento e a inclusão de sistemas de monitoração contínua da energia são ações importantes para com a universidade.

6.1.1 Participação de alunos

Para que as pesquisas aconteçam é necessário haver a participação de acadêmicos das mais diversas áreas da engenharia e arquitetura da universidade. Visto que a busca pela eficiência energética é ampla, isso possibilita o compartilhamento de conhecimentos para um objetivo final comum em prol da sustentabilidade.

6.1.2 Integração de Projetos

Alguns dos projetos de gestão e eficiência energética desenvolvidos na Universidade Federal de Campina Grande poderiam ser alocados para o LABGEA.

A ausência de um laboratório de gestão energética e ambiental permite que haja dispersão entre as pesquisas da área energética, assim, a ideia de que há necessidade de um centro de pesquisa, para projetos de finalidades similares, na Universidade é fortalecida.

Além da integração de projetos, a interligação de laboratórios também seria imprescindível. Um exemplo claro é o projeto de Gerência Inteligente do Consumo de Energia da UFCG, descrito neste trabalho, que tem como objetivo monitorar o consumo de energia. O monitoramento se faz por meio do uso de um circuito eletrônico desenvolvido na própria universidade em um laboratório de eletrônica. Deste modo, haveria uma ação conjunta entre o Laboratório de Eletrônica e o LABGEA. No que abrange a monitoração, tomadas de medidas e gestão do consumo seriam ações voltadas para o LABGEA.

6.2 Ensino

Além da teoria inserida na estrutura curricular, uma maneira de capacitar os alunos, ingressados na graduação, para o mercado de trabalho é ofertando cursos/minicursos que, neste caso, seriam oferecidos pelo LABGEA.

O objetivo de cursos promovidos por esse laboratório é preparar o estudante a desenvolver habilidades e competências para realizar uma variedade de projetos de combate ao desperdício de energia, sendo capaz de propor ações que conduzam à redução no consumo de energia tomando como base nas vantagens competitivas dos equipamentos tecnologicamente mais eficientes. Desta forma, o participante torna-se capaz de atuar na sociedade como multiplicador para a disseminação de uma cultura voltada ao combate ao desperdício de energia elétrica e a sustentabilidade ambiental.

6.2.1 Metodologia

Fomentar a ligação entre a teoria e a prática da sustentabilidade, por meio de estudos de caso, constitui uma excelente base para estudar esforços sobre sustentabilidade (LEAL FILHO, 2000). Metodologia de estudo de caso é uma ferramenta de pesquisa comum e adequada, utilizada nos estudos de sustentabilidade no ensino superior (CORCORAN, 2004 apud GRAHEIN, 2017). No estudo de caso, o avaliador pode comparar as instituições em um

esforço para identificar boas práticas e o que precisa ser aprimorado. Este trabalho é particularmente importante para a reforma em suas próprias instituições (CORCORAN, 2004 apud GRAHEIN, 2017).

Mediante o embasamento realizado com ementas de disciplinas de eficiência energética, alguns assuntos que poderiam ser abordados nos cursos de extensão universitária seriam:

- Análise tarifária de energia;
- Gerenciamento de contratos de energia;
- Gerenciamento de indicadores de eficiência energética;
- Arquitetura eficiente;
- Diagnóstico, otimização e auditoria energética;
- Fontes alternativas de energia e suas características econômicas e de comercialização;
- Gerenciamento de processos de gestão energética;
- Sistemas eficientes de iluminação;
- Eficiência Energética em Saneamento Ambiental;
- Geração na ponta e Cogeração;
- Eficiência Energética em Sistemas Motrizes;
- Eficiência em Refrigeração e Conforto Térmico;
- Qualidade de Energia;
- Eficiência Energética em Edificações;
- Uso racional de água em Edificações.

6.2.2 Materiais

Quadro branco, computador, projetor multimídia, catálogo de fabricantes, instrumentos pertencentes ao LABGEA e materiais didáticos elaborados por colaboradores do laboratório.

6.2.3 Apoio acadêmico

O laboratório proporcionará apoio acadêmico com oportunidades de estágio supervisionados, orientação de TCC, promoção de palestras, material didático, apoio aos mestrandos e doutorandos, obtenção de verbas de pesquisa oferecidas por instituições de fomento para destiná-las como bolsas pesquisas para os alunos. Ainda, o LABGEA poderá ser

utilizado como apoio à disciplinas de graduação (como a disciplina de Gerenciamento de Energia para alunos de Engenharia Elétrica e a disciplina de Eletrotécnica Geral para alunos de outras Engenharias da UFCG), apoio à disciplina de Eficiência Energética da pós-graduação em Engenharia Elétrica da UFCG, apoio ao cursos de pós-graduação de Recursos Naturais ou outros que tenham relação com a gestão ambiental na UFCG e ser um centro de visitas de alunos de escolas públicas e privadas.

6.3 Extensão

O LABGEA deve ser alocado nas instalações da UFCG campus I e realizar atividades em conjunto com outras unidades além de ter como público-alvo instituições que fazem parte da sociedade como instituições educacionais e esportivas, poder público, indústria, comércio, transporte, hospitais, agronegócios, residências, setor empresarial e poder particular.

Com frentes de ações técnicas, educacionais, de comunicação e de relacionamento, o laboratório objetiva prestar serviços de gestão energética e ambiental às prefeituras e ao estado, receber apoio de empresas, estabelecer parcerias com o Sebrae, Energisa, Eletrobras e outras instituições.

6.3.1 Ações

Visando o gerenciamento dos recursos energéticos, a catalisação do desenvolvimento social e ambiental e o fornecimento de soluções eficientes, as atividades de extensão propostas ao LABGEA englobam:

- Palestras;
- Campanhas de Conscientização ambiental;
- Campanhas de Conscientização sobre consumo de energia;
- Consultoria;
- Eficiência nas escolas;
- Capacitação para o uso racional de energia e água em residências;
- Concessão de entrevistas relacionadas ao tema de sustentabilidade e energia;
- Desenvolvimento e acompanhamento da execução de diagnósticos energéticos, sistemas de avaliação gerencial e planos de melhorias;
- Desenvolvimento de projetos de extensão com parceiros;
- Elaboração de programas de conservação de energia;

- Participação em Congressos e eventos;
- Diagnósticos energéticos;
- Organização de eventos na área ambiental.

Os trabalhos sociais e voluntários também são essenciais para o bom funcionamento da sociedade.

A universidade tem uma responsabilidade social que não pode ser simplesmente esquecida. A pesquisa pura (da fronteira do conhecimento) é importante para o desenvolvimento, mas num país com tantos contrastes a responsabilidade social é imperativa. Isso tem levado diversos pesquisadores a desenvolverem trabalhos em comunidades e a realizarem pesquisas com materiais de baixo custo, que podem proporcionar melhoria da qualidade de vida da população mais carente (BRAGA; JÚNIOR; PINTO, 2007).

6.4 Estrutura

6.4.1 Equipamentos

Para o desenvolvimento de atividades, o LABGEEA deve estar equipado com:

- Computadores;
- Osciloscópios;
- Fotômetro;

Figura 9: Fotômetro.



Fonte: LabCon, 2018.

- Luxímetro;
- Decibelímetro;

Figura 10: Decibelímetro.



Fonte: LabCon, 2018.

- Termômetros variados;
- Amperímetro;
- Projetor multimídia;
- Voltímetro;
- Termovisor;
- Multímetro;
- Medidor de vazão;
- Medidor de harmônicos;
- Analisador de energia;

Figura 11: Analisador de Energia PowerNET P-600.



Fonte: IMS, 2018.

- Tacômetro;
- Medidor de cor;
- Analisador de frequência;
- Câmera termográfica (infravermelho);
- Lousa Interativa (Smart Board Modelo Sb 680 77”);
- Solarscôpio;
- Anemômetro;
- Datalogger;
- Terrômetro;
- Multimetro de painel.

6.4.2 Softwares

- Programas de simulação para projetos de eficiência energética
 - *Design Builder*: O DesignBuilder combina a simulação avançada de energia com a tecnologia de modelagem mais rápida do mercado, para que arquitetos, engenheiros e avaliadores de energia possam reduzir o impacto de um prédio no meio ambiente.
 - *EnergyPlus*: Programa para simulação energética em edificações: aquecimento, condicionamento ambiental, iluminação, ventilação e outros fluxos de energia. Baseado no BLAST e DOE-2, inclui simulações inovadoras como intervalos de tempo menores que uma hora, sistemas modulares, conforto térmico e sistemas fotovoltaicos. Este simulador oferece uma interface despojada, mas estão sendo desenvolvidas, outras interfaces gráficas (BRASIL, 2018).
 - *Dialux*: *Software* para cálculo luminotécnico com interface parecida com a do AutoCAD.
- Programas de Simulação de abastecimento de água
 - *Epanet*: Simulador de abastecimento de água amplamente testado e credível. É um programa de computador que permite executar simulações estáticas e dinâmicas do comportamento hidráulico e de qualidade da água em redes de distribuição pressurizada (LENHS, 2018).

- EPA SWMM: O Storm Water Management Model – SWMM (Modelo de Gestão de Drenagem Urbana - SWMM), da EPA, é um modelo dinâmico chuva-vazão que simula a quantidade e a qualidade do escoamento superficial, especialmente em áreas urbanas; pode ser utilizado para a simulação de um único evento chuvoso, bem como para uma simulação contínua de longo prazo (LENHS, 2018).

6.4.3 Sistemas de Monitoração e Soluções de Mercado para Gerenciamento de Energia

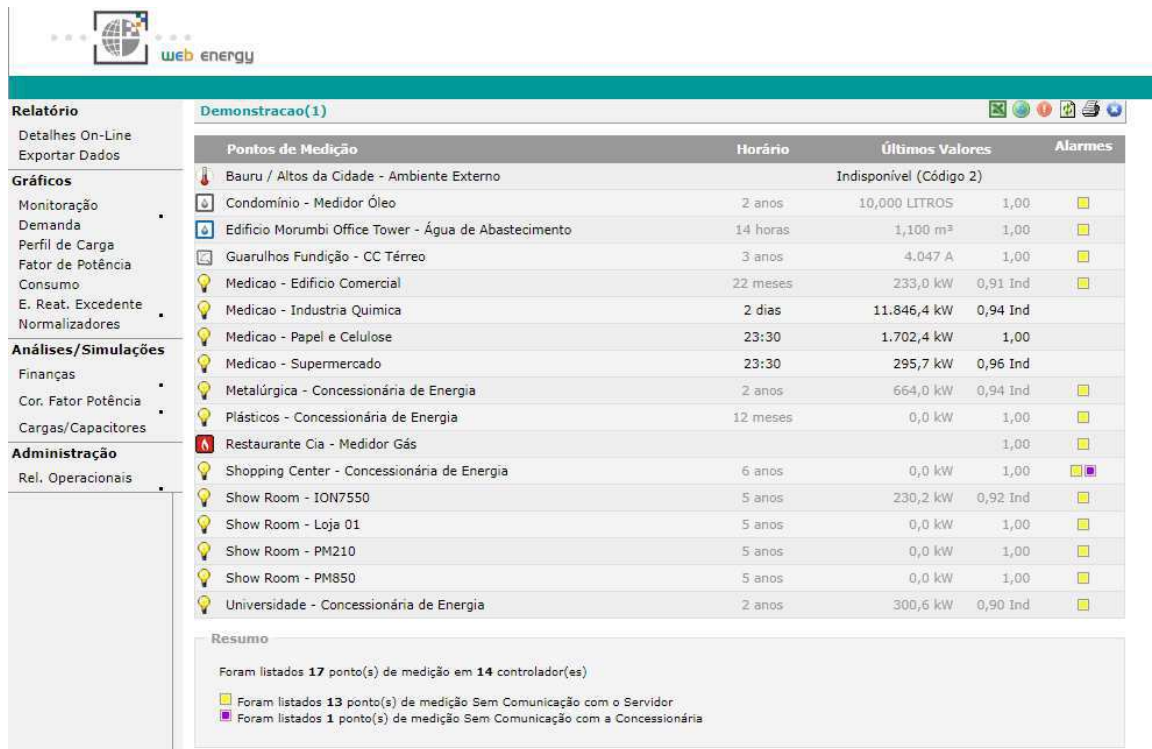
Atualmente há várias possibilidades de monitoração e medição de energia. É interessante que o laboratório possa levar e conhecer tecnologias e sistemas que permitam que o usuário tenha uma participação muito mais ativa no seu consumo de energia. Ressalta-se também a necessidade em ter uma gestão de energia na universidade como um todo.

6.4.3.1 Sistema Web Energy

Um sistema bastante usado é o Web Energy. Este é um Serviço de monitoramento de energia elétrica, 24 horas por dia, via internet, para gestão, controle, monitoração e principalmente, redução dos custos de energia. A Web Energy disponibiliza soluções para gerenciamento eficiente da energia, usando controladores dedicados e software especializado para promover o armazenamento dos dados e possibilitar as consultas eletrônicas. O sistema se destina a (WEB ENERGY, 2018):

- Consumidores que estejam interessados em reduzir custos e que desejam gerenciar seus sistemas elétricos com eficiência.
- Empresas que possuam plantas ou operações descentralizadas.
- Grupos corporativos que utilizam a internet para consolidar informações de consumo de energia.
- Empresas de consultoria que desejam prestar serviços de eficiência energética.
- Comercializadoras de energia para gestão e planejamento.

Figura 12: Interface do Sistema Web Energy.



Fonte: WEB ENERGY (2018).

6.4.3.2 Gerenciador de Energia

O Gerenciador de Energia, antigo Registrador de Pulsos, é um equipamento que possui aplicações como: Monitoração do uso de energia elétrica em tempo real; Controle do fator de potência durante o posto horário fora de ponta capacitivo (desligamento de banco de capacitores durante as madrugadas); Previsão financeira da próxima fatura de energia elétrica; Registro histórico do perfil de consumo da instalação e das interrupções no fornecimento da concessionária; Determinação e manutenção do melhor contrato de fornecimento junto à concessionária (enquadramento tarifário); entre outros (ANALO, 2018).

Figura 13: Gerenciador de Energia Analo



Fonte: ANALO (2018).

6.4.3.3 Plataforma Hemera

A plataforma Hemera oferece às empresas de distribuição de energia elétrica, água e gás, acompanhamento de informações sobre seus clientes. O monitoramento contínuo dos dados demanda rotinas sistemáticas de coleta e análise. Se por um lado o volume de informações aumenta, por outro, a aplicação da tecnologia pode reduzir o tempo investido em análise convertendo-o em tempo de ação. Esta é a proposta da plataforma Hemera da CAS.

Desenvolvido para oferecer apoio operacional e estratégico às concessionárias e distribuidoras, o CAS Hemera contribui com a otimização de recursos e tempo por todo o processo de medição, análise, ação e faturamento.

Esse sistema de medição é utilizado pela Concessionária Energisa.

De acordo com ENERGISA (2018), o acesso é feito por um sistema de medição denominado “Hemera”, que mede o consumo de energia de grandes consumidores, possibilita a transmissão de dados de consumo e outras informações. Na telemedição, o medidor eletrônico é associado a um equipamento chamado gateway, que funciona com um chip de celular. Os cliente telemedidos têm acesso a relatório de Consumo, Demanda e Fator de Potência, que podem ser gerados de forma personalizada, ou seja, o próprio usuário define os dados que serão exibidos por período, bem como algumas customizações referentes a grandeza, tipo do relatório (gráfico), intervalos de tempo, etc.

7 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi realizado um estudo panorâmico das instituições de ensino superior do Brasil e dos programas de eficiência energética com o objetivo de elaborar um modelo de laboratório de gestão energética e ambiental com vertentes de ensino, pesquisa e extensão.

A educação e busca por novas tecnologias tem feito o País avançar em ações de conservação e eficiência energética. Tendo em vista os bons resultados obtidos pelos Programas de Eficiência Energética, é importante que continue existindo novas iniciativas de gerência de energia e água e procura por soluções eficientes.

Durante a pesquisa verificou-se que a disciplina de eficiência energética se faz presente na estrutura curricular de várias Engenharias e da Arquitetura. Ainda, observaram-se que os laboratórios existentes nas universidades têm obtido bons resultados com o desenvolvimento de projetos, cursos de capacitação, diagnósticos energéticos e preocupação com a comunidade. Isso pôde ser comprovado ao analisar as parcerias que já foram estabelecidas entre os laboratórios e setores públicos e privados da sociedade que atuam.

Deste modo, é fundamental a integração do ensino, da pesquisa e da extensão em um laboratório de gestão energética e ambiental.

Com o ensino, o objetivo é buscar o desenvolvimento do aluno como cidadãos mais integrados no seu contexto sócio econômico, disseminar o conhecimento de novas tecnologias sustentáveis e dar-lhe uma visão diferenciada do processo de ensino-aprendizagem, com a qual podem se sentem verdadeiramente engenheiros.

Com a pesquisa, os envolvidos têm a oportunidade de pensar, resolver problemas e desenvolver projetos como profissionais capacitados para tratar as questões de eficiência energética.

A partir do Plano Nacional de Energia – 2030 do MME constatou-se que uma das principais barreiras a Projetos de Eficiência Energética é que há uma baixa compreensão dos potenciais benefícios que isso pode trazer ao cliente. Assim, com a extensão, o objetivo é realizar o diagnóstico energético e possibilitar que os proprietários enxerguem se há o desperdício de energia dentro de suas plantas industriais, comércios e residências. Ainda, possibilitar um desenvolvimento social consciente na população mais carente de informação.

Observou-se uma escassez de apoios a projetos na área da gestão energética na Universidade Federal de Campina Grande. Conforme foi mencionado no trabalho é preciso ter iniciativa para buscar investimentos e parcerias com as Concessionárias. A dificuldade de obtenção de recursos é um obstáculo e a dificuldade de financiamento é apresentada pelo

Plano Nacional de Energia 2030 como a barreira principal dos projetos de eficiência energética.

De modo geral, o laboratório permitirá relacionar questões entre ciência, tecnologia e sociedade. É importante para a universidade poder ampliar recursos do P&D, parcerias de empresas, ampliar a pesquisa, incentivar o consumo sustentável, mobilizar a sociedade, criar projetos, produtos e serviços.

Portanto, a expectativa é que o laboratório modelado neste trabalho possa ser pensado como algo necessário para a comunidade acadêmica da Universidade Federal de Campina Grande, considerando, então, a formação de excelentes profissionais com consciência ecológica e visão sustentável que podem transformar a sociedade.

REFERÊNCIAS

- [1] ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. Quem Somos? Disponível em: < <http://www.abesco.com.br/pt/quem-somos/>>. Acesso em 21 de jul. de 2018.
- [2] ALBA, D. apud BRAGA, Henrique A. C.; JÚNIOR, Janízaro P. S; PINTO, Danilo P. *Analysis of management and educational processes for sustainability in public Spanish universities*. 197-215.2007. **A disciplina eficiência energética: características e metodologia de ensino-aprendizagem**. COBENGE, 2005.
- [3] ANALO. Gerenciador de Energia. Produto comercial. Disponível em: < http://www.analo.com.br/produtos_gerenciador_de_energia.htm>.
- [4] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Programa de Eficiência Energética**. 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica>>.
- [5] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Nota Técnica nº 0412/2017 – SPE/ANEEL**. 2017. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/34arquivo/2017/075/documento/nt412_2017.pdf>. Acesso em 29 de jun. de 2018.
- [6] BRAGA, Henrique A. C.; JÚNIOR, Janízaro P. S; PINTO, Danilo P. **A disciplina eficiência energética: características e metodologia de ensino-aprendizagem**. COBENGE, 2005. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/14/artigos/MG-5-61172855749-1115724136623.pdf>>. Campina Grande, PB.
- [7] BRAGA, Henrique A. C.; OLIVEIRA, Edimar José de; PINTO, Danilo P. **A disciplina de eficiência energética do curso de Engenharia Elétrica da UFJF**. COBENGE, 2001. Disponível em: <<http://www.pp.ufu.br/Cobenge2001/trabalhos/NTM006.pdf>>. Porto Alegre, RS.
- [8] BRASIL. **Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000**. Institui a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas do setor de energia elétrica. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-9991-24-julho-2000-359823-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em 11 de jun. de 2018.
- [9] BRASIL. **Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004**. Autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.847.htm>. Acesso em 13 de jun. de 2018.
- [10] BRASIL. Procel Info. **Procel**. Disponível em: < www.procelinfo.com.br>. Acesso em 11 de Jun. de 2018.
- [11] CORCORAN et al. apud DRAHEIN et al. *Case studies, make-your-case studies and case stories: a critique of case-study methodology in sustainability in higher education*. Environmental Education Research, Vol. 10, n.1, p. 7-21, 2004. Gestão de energia e água em Instituições de Ensino Superior, uma análise de práticas de sustentabilidade nas operações de serviço da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica no Brasil. **Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**. Ponta Grossa, PR. 2017.

- [12] ELETROBRÁS. **Procel**. Disponível em: <<http://eletrobras.com/pt/Paginas/Procel.aspx>>. Acesso em 11 de Jun. de 2018.
- [13] ELETROBRÁS. **Contas Públicas**. 2011. Brasil. Disponível em:< http://www.eletrobras.com.br/EM_Servicos_ContasPublicas/mostra_contrato.asp?contrato=ECV-DTD%20002/2011%20%20&Ano=2011>. Acesso em: 22 de jul. de 2018.
- [14] ENERGISA. Relatório de Consumo/Demanda. Disponível em:< <https://www.energisa.com.br/empresa/Paginas/grandes-empresas/espaco-grandes-clientes/relatorio-consumo-demanda.aspx>>. Acesso em 01 de agosto de 2018.
- [15] EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Plano nacional de energia 2030. Eficiência Energética: um desafio estratégico para o MME**. Disponível em: <www.epe.gov.br > Acesso em: 10 Jun. 2018.
- [16] FINEP. CT-Energy. [2018?]. Disponível em:< <http://www.finep.gov.br/afinep/66-fontes-de-recurso/fundos-setoriais/quais-sao-os-fundos-setoriais/28-ct-energ>>.
- [17] FZEA USP. Laboratório de Eficiência Energética e Simulação de Processos. Universidade de São Paulo – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. **Portal FZEA**. Disponível em:<http://www.fzea.usp.br/?page_id=4146>. Acesso em 9 de jul. de 2018.
- [18] GUERRA, Jorge C. C.; KRUGER, Eduardo L.; SOUZA, Andréa de. Os programas brasileiros em eficiência energética como agentes de reposicionamento do setor elétrico. **Revista Tecnologia e Sociedade**. Curitiba, v. 7, n. 12, jan./jun. 2011. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/issue/view/182>>.
- [19] GUERREIRO apud GUERRA, Jorge C. C.; KRUGER, Eduardo L.; SOUZA, Andréa de. Notas do seminário tecnologias energéticas do futuro: novas perspectivas energéticas, eficiência energética e regulação. Curitiba, 2006. Os programas brasileiros em eficiência energética como agentes de reposicionamento do setor elétrico. **Revista Tecnologia e Sociedade**. Curitiba, v. 7, n. 12, jan./jun. 2011.
- [20] IMS. **Power Net P-600 G4**. Disponível em:< <http://www.ims.ind.br/produto-detalle/powernet-p-600-g4>>. Acesso em 28 de julho de 2018.
- [21] LabCon – Laboratório de Conforto Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS. [2018]. Disponível em:< <https://www.ufrgs.br/labcon/>>. Acesso em 30 de julho de 2018.
- [22] LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Portal do LABEEE**. Universidade Federal de Santa Catarina, SC. Disponível em:< <http://www.labee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/desenvolvimento/laboratorios>>. Acesso em 11 de jul. de 2018.
- [23] LABEFEA – Laboratório de Eficiência Energética. Universidade Federal da Bahia, Ba. [2018]. **Portal do LABEFEA**. Disponível em: <http://www.labefea.eng.ufba.br/index.html>. Acesso em: 12 de jul. de 2018.

[24] LEAL FILHO, W. *Dealing with misconceptions on the concept of sustainability. International Journal of Sustainability in Higher Education*. Vol.1, n.1, 2000.

[25] LENHS – Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento. **Portal LENHS**. Universidade Federal da Paraíba, PB. [2018]. Disponível em:< <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/>>. Acesso em 11 de jul. de 2018.

[26] Linse - Laboratório de Inspeção de Eficiência Energética em Edificações. **Linse**. Universidade Federal de Pelotas, RS. [2018?]. Disponível em:< <http://linse-ufpel.com.br/index.php>>. Acesso em 11 de jul. de 2018.

[27] OPORTUNIDADES de Eficiência Energética na Indústria: Visão Institucional. In: Portal da Indústria. Brasília, Brasil. 2010. Disponível em:< <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2012/9/oportunidades-de-eficiencia-energetica-para-a-industria/#sumario-visao-institucional%20>>. Acesso em 06 de jul. de 2018.

[28] PINTO, D. P.; OLIVEIRA, E. J.; BRAGA, H. A. C. A disciplina de eficiência energética do curso de Engenharia Elétrica da UFJF. In: COBENGE - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, XXIX. *Anais...*, 19 a 22 de setembro de 2001, Porto Alegre - RS.

[29] PINTO, D. P.; JÚNIOR, J. P da S.; BRAGA, H. A. C. A disciplina eficiência energética: Características e metodologia de ensino-aprendizagem. *Abenge*. v. 26, n. 01, pag 43-51. Junho, 2007. Disponível em:< <https://www.researchgate.net/publication/269583888>>. Acesso em 12 de julho de 2018.

[30] PORTAL Ufpel. **Laboratório de Conforto e Eficiência Energética**. Universidade Federal de Pelotas, RS. [2018?]. Disponível em:< <https://wp.ufpel.edu.br/nulab/laboratorio-de-conforto-e-eficiencia-energetica-labcee/>>. Acesso em 11 de jul. de 2018.

[31]RELATÓRIO Procel 2018. PROCEL. 2018. Disponível em:< http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2018/docs/Procel_rel_2018_web.pdf>. Acesso em 21 de jul. de 2018.

[32] RUZENE, Juliana Santos. Gestão energética e ambiental de edificações: avaliação de metodologias para certificação. 2011. 138 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011. Disponível em:<<http://hdl.handle.net/11449/97077>>.

[33] SAIDEL, M.A; FAVATO, L.B. **Gestão pública de energia elétrica: O programa permanente para o uso eficiente de energia na USP**. II CBEE. Disponível em:< <http://www.sef.usp.br/wp-content/uploads/sites/52/2015/09/Gest%C3%A3o-P%C3%ABlica-de-Energia-El%C3%A9trica-O-Programa-Permanente-Para-o-Uso-Eficiente-de-Energia-na-USP-PURE-II-CBEE-2007.pdf>>.

[34] SOUZA, Hamilton M. et al. Reflexões sobre os principais programas em eficiência energética existentes no Brasil. **Revista Brasileira de Energia**. [S.l.], v. 15, n. 7, Sem. 2009, pp. 7-26. Disponível em: < https://new.sbpe.org.br/wp-content/themes/sbpe/img/artigos_pdf/v15n01/v15n01a1.pdf>. Acesso em 11 de jun. de 2018.

[35] VERDE, Victor de S. V. **A conservação de energia elétrica no novo modelo institucional do setor elétrico brasileiro**. Dissertação: Mestrado em Planejamento

Estratégico. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 2000. Disponível em: < <http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/vs villa2.pdf> >.

[36] WEB ENERGY. Site de Gestão de Energia Elétrica. Disponível em: < [https://www.google.com.br/search?q=web+energy&oq=web+ener&aqs=chrome.1.69i57j0l5.2462j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8#](https://www.google.com.br/search?q=web+energy&oq=web+ener&aqs=chrome.1.69i57j0l5.2462j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>) >.