

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

ANDSON FREITAS CAMPOS



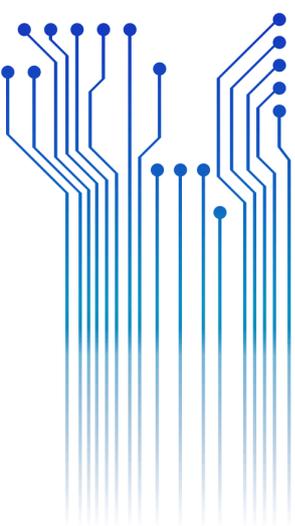
Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL EM INSTITUIÇÕES
DE ENSINO SUPERIOR DA PARAÍBA: ESTUDO DE CASO DA
UFCG



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande

2018

ANDSON FREITAS CAMPOS

GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL EM INSTITUIÇÕES DE
ENSINO SUPERIOR DA PARAÍBA: ESTUDO DE CASO DA UFCG

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

Área de Concentração: Eletrotécnica

Orientador:

Professor Luis Reyes Rosales Montero.

Campina Grande, Paraíba, agosto de 2018

ANDSON FREITAS CAMPOS

GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL EM INSTITUIÇÕES DE
ENSINO SUPERIOR DA PARAÍBA: ESTUDO DE CASO DA UFCG

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

Área de Concentração: Eletrotécnica

Aprovado em: 08 / 08 / 2018

Professor Dr. Benedito Antonio Luciano

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

Professor Dr. Luis Reyes Rosales Montero, M.Sc.

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador, UFCG

A Deus, a Ele toda honra e toda glória, aos meus pais, que sempre me incentivaram, apoiaram e foram a base para concretização deste grande sonho, dedico.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pelo dom da vida e por estar sempre ao meu lado me iluminando e renovando minhas forças. Sem a presença dele nada teria sentido.

Agradeço aos meus pais, Francisco Antonio e Audilene Alves, por acreditarem em meus sonhos, pela base sólida que me proporcionaram, pelo amor, cuidados, incentivos e sacrifícios que fizeram e têm feito por mim, a eles todo meu amor e eterna gratidão.

Agradeço a minha avó, Josefa Guilhermina, por todas as orações, conselhos e forças para seguir na caminhada acadêmica e concretizar meus sonhos.

Agradeço ao meu irmão, Allan Radax, por todos os conselhos, incentivos e apoio durante os momentos difíceis, e por ser minha referência de trajetória acadêmica, a ele toda minha admiração.

Agradeço à minha mãe de coração, Cimone Reinaldo, e a minha irmã de coração, Isadora Reinaldo, por terem me acolhido e me dado suporte em todos os momentos em que precisei, a elas minha gratidão.

Agradeço à minha madrinha, Rafaela Campos, por todas as conversas, conselhos, puxões de orelha e motivação. As risadas, que a senhora compartilhou comigo nessa etapa tão desafiadora da vida acadêmica, também fizeram toda diferença. Muito obrigado.

Agradeço aos meus amigos, futuros colegas de profissão, Marcos Rodrigo, Djalma Segundo, João Victor, Victor Licarião, André Wild, Felipe Aurélio, Mike Albuquerque, e aos demais que fiz em Campina Grande, pelas descontrações, risadas e momentos de estudo, tornando o caminho mais fácil de seguir. Como também aos que ficaram na minha cidade, Jonas Cleison, Igor Jandson, Fanny Gabriella, Áurea Denise, sempre torcendo, incentivando e prontos para ajudar.

Agradeço ao professor Luis Reyes Rosales Montero, pela disponibilidade e paciência, assim como a orientação para execução deste trabalho.

Enfim, agradeço a todos os funcionários da UFCG, amigos e parentes que de alguma forma contribuíram para realização desse sonho.

*“Entrega o teu caminho ao Senhor, confia nele, e
o mais ele fará.”*

Salmos 37:5.

RESUMO

O consumo de energia elétrica e recursos naturais vêm crescendo bastante em nossa sociedade. A preocupação com o desenvolvimento sustentável e ações de gestão energética e ambiental vem ganhando um espaço crescente nas Instituições de Ensino Superior. Isto tem se revelado a partir da abordagem educacional, na preparação de estudantes e fornecimento de informações e conhecimento sobre gestão energética e ambiental e nos exemplos práticos incorporados na operação de seus *campi*, já que 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 e a eficiência energética é peça fundamental neste cenário. Diante de tal relevância e da necessidade um desenvolvimento sustentável, o presente trabalho apresenta um estudo do cenário atual da gestão energética e ambiental nas IES do Brasil, expondo os principais conceitos, programas e sistemas de gestão que buscam proporcionar um desenvolvimento mais eficiente e racional dos recursos naturais. E também, faz uma análise dos programas de gestão energética e ambiental nas IES da Paraíba. Por fim, são feitas propostas que possam ser implementadas pela UFCG.

Palavras-chave: Gestão Energética; Eficiência Energética; Energia Elétrica; Instituições de Ensino Superior; Gestão Ambiental; Sustentabilidade.

ABSTRACT

The consumption of electric energy and natural resources has been increasing in our society. The concern with sustainable development and actions of energy and environmental management is gaining a growing space in Higher Education Institutions. This has emerged from the educational approach, in preparing students and providing information and knowledge on energy and environmental management and in the practical examples embodied in the operation of their campuses, since the role of universities is to contribute to the generation and diffusion of the knowledge, seeking alternatives that help broaden the search for sustainability and energy efficiency is a key element in this scenario. Faced with such relevance and the need for sustainable development, this paper presents a study of the current scenario of energy and environmental management in Brazilian HEIs, exposing the main concepts, programs and management systems that seek to provide a more efficient and rational development of natural resources. It also analyzes the energy and environmental management programs by the HEIs of Paraíba. Finally, proposals are made that can be implemented by the UFCG.

Keywords: Energy Management; Energy Efficiency; Electric Energy; Higher Education Institutions; Environmental Management; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: O papel da universidade na sociedade no desenvolvimento sustentável.	21
Figura 2: Principais fluxos de um campus universitário.	22
Figura 3: Investimentos Regulados em Eficiência Energética e P&D – 1998-2000.....	29
Figura 4: Investimentos Regulados pela lei para Eficiência Energética e P&D	30
Figura 5: Logomarca do PROCEL.....	31
Figura 6: Gráfico da economia de energia nos anos de 2012-2016.	32
Figura 7: Selos de Eficiência Energética.	34
Figura 8: Foto da sede do EXCEN.....	36
Figura 9: Foto da sede do CEAMAZON.....	37
Figura 10: Foto da sede do INOVEE.....	38
Figura 11: Logomarca do PEE promovido pela ANEEL	40
Figura 12: Estrutura de um programa de Gestão Energética.	43
Figura 13: Estrutura de um Sistema de Gestão Energética.	44
Figura 14: Curva de carga de um dia útil (Demand x Tempo).	48
Figura 15: Modelo de Gestão Energética para IES	86
Figura 16: Modelo de Gestão Ambiental para IES.	87
Figura 17: Interface do Sistema Web Energy.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais resultados energéticos das ações do PROCEL em 2017.	64
Tabela 2: Indicadores de resultados das ações PROCEL em 2017.....	64
Tabela 3: Recursos financeiros aplicados no PROCEL em 2017.....	64
Tabela 4: Dados do Convênio Eletrobras, UFCG e Fundação PaqTcPB.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

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
DEE	Departamento de Engenharia Elétrica
ELETRORBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESCO	Empresa de Serviços de Energia
EXCEN	Centro de Excelência em Eficiência Energética
GEA	Gestão Energética e Ambiental
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
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
P&D	Pesquisa & Desenvolvimento
PEE	Programa de Eficiência Energética

PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
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
PROINFA	Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
CO ₂	Dióxido de Carbono
GWh	Gigawatt por hora
KW	Quilowatt (10 ³ Watt)
MW	Megawatt
MWh	Megawatt por hora
R\$	Real Brasileiro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. OBJETIVOS	17
1.2. MOTIVAÇÃO	18
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2. O PAPEL DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES) RUMO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	20
2.1. EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	20
2.2. POSTURAS E PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NAS IES	22
3. GESTÃO ENERGÉTICA	23
3.1. HISTÓRIA DA ENERGIA ELÉTRICA.....	23
3.2. GESTÃO DE ENERGIA	24
3.3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	26
3.4. TÉCNICAS DE EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA	28
3.4.1. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL.....	28
3.4.2. PROCEL.....	31
3.4.3. SELO PROCEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	34
3.5. O PROCEL E AS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR.....	35
3.5.1. CENTRO DE EXCELÊNCIA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - EXCEN.....	35
3.5.2. CENTRO DE EXCELÊNCIA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA AMAZÔNIA - CEAMAZON.....	36
3.5.3. CENTRO DE INOVAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - INOVEE.....	37
3.6. PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	39
3.7. EMPRESA DE SERVIÇOS DE ENERGIA - ESCO	40
3.8. PROGRAMA DE GESTÃO ENERGÉTICA - PGE	41
3.9. ISO 50.001: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	43
4. CONCEITOS BÁSICOS IMPORTANTES.....	46
4.1. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	48
4.1.1. CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA (<i>CE</i>).....	49
4.1.2. FATOR DE CARGA DA INSTALAÇÃO (<i>fc</i>)	49
4.1.3. CUSTO MÉDIO DE ENERGIA (<i>CMe</i>)	51
5. A INCORPORAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS IES DO BRASIL.....	52
6. GESTÃO AMBIENTAL.....	57
6.1. PANORAMA HISTÓRICO DA QUESTÃO AMBIENTAL E AS IES	57

6.2.	GESTÃO AMBIENTAL E SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL.....	58
6.3.	CASOS DE IES LOCALIZADAS NO BRASIL.....	59
7.	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	62
7.1.	INICIATIVAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA VOLTADA PARA AS UNIVERSIDADES.....	62
7.1.1.	PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ANEEL.....	62
7.1.2.	PROCEL.....	64
7.2.	PANORAMA DAS AÇÕES DE GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL NAS IES DA PARAÍBA.	66
7.2.1.	UFPB.....	67
7.2.1.1.	LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E HIDRÁULICA EM SANEAMENTO	67
7.2.1.2.	COMISSÃO DE GESTÃO AMBIENTAL (CGA).....	67
7.2.2.	UFCG.....	71
7.2.2.1.	EFICIÊNCIA DO USO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE	72
7.2.2.2.	GRUPO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	72
7.2.2.3.	MELHORIA DA INFRAESTRUTURA E GESTÃO DO SISTEMA ENERGÉTICO DA UFPB/ UFCG	73
7.2.2.4.	O CENTRO DE EXCELÊNCIA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO NORDESTE.....	74
7.2.2.5.	GERÊNCIA INTELIGENTE DO CONSUMO DE ENERGIA NA UFCG.....	75
7.2.2.6.	COLETA E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA UFCG.....	76
7.2.2.7.	TRABALHOS RELEVANTES ELABORADOS POR PROFESORES E ALUNOS DA UFCG NA ÁREA DE GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL.....	76
7.2.2.7.1.	PROPOSTA PARA ECONOMIA DE ENERGIA ATRAVÉS DO PRÉ- DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DA UFCG CAMPUS I	77
7.2.2.7.2.	PRÉ-DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO NAS SALAS DE AULA DA UFCG....	77
7.2.2.7.3.	RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO	78
7.2.2.7.4.	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA UFCG POR ZONAS DE RAÍZES.....	79
7.2.3.	UEPB.....	79
7.2.3.1.	LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO AMBIENTAL (LEECA).....	79
7.2.3.2.	PROGRAMA ADOTE UMA ÁRVORE DA UEPB	81
8.	PROPOSTAS DE SOLUÇÕES PARA SEREM ADOTADAS PELA UFCG.....	82
8.1.	PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO ENERGÉTICA	82
8.1.1.	PILAR ADMINISTRATIVO.....	82

8.1.2.	PILAR TECNOLÓGICO	83
8.1.3.	PILAR COMPORTAMENTAL.....	84
8.2.	PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO AMBIENTAL.....	85
8.3.	PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE UM LABORÁTÓRIO DE GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL.....	87
8.4.	PROPOSTA DE SISTEMAS DE MONITORAÇÃO REMOTA DE CONSUMO ...	87
8.4.1.	WEB ENERGY	88
9.	CONCLUSÕES.....	90
	REFERÊNCIAS	91
	ANEXOS.....	95

1. INTRODUÇÃO

A sociedade moderna mantém sua condição de bem-estar, em grande parte, pela utilização das várias fontes de energia, especialmente, a energia elétrica. A expansão acentuada do consumo de energia, embora possa refletir o aquecimento econômico e a melhoria da qualidade de vida, tem aspectos negativos. Um deles é a possibilidade do esgotamento dos recursos utilizados para a produção de energia. Outro é o impacto ao meio ambiente produzido por essa atividade. Um terceiro são os elevados investimentos exigidos na pesquisa de novas fontes e construção de novas usinas.

Uma das maneiras mais modernas e utilizadas no mundo para conter a expansão sem comprometer a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico tem sido o estímulo ao uso eficiente. Portanto, racionalizar ou efficientizar o uso da energia elétrica e a aplicação dos métodos de gestão ambiental tornaram-se essenciais para a humanidade, uma vez que convivemos com a escassez de recursos naturais no planeta e com os efeitos do aquecimento global, devido, em parte, aos impactos causados pela geração de energia elétrica. A gestão energética e ambiental como foco do presente trabalho, estão relacionadas com uma avaliação permanente da matriz energética e dos recursos naturais, estabelecendo estratégias de curto, médio e longo prazo, nos montantes de energia elétrica e na utilização dos bens naturais.

A eficiência energética pode ser definida por meio de um conceito generalizado no que se refere às medidas a serem implementadas ou já implementadas, assim como os resultados alcançados decorrentes da melhor utilização da energia. Com o mesmo propósito, a gestão ambiental visa o uso de práticas e métodos administrativos que possam reduzir ao máximo os impactos ambientais causados pelas atividades econômicas nos recursos naturais.

A gestão energética e ambiental vem ocupando um espaço crescente no meio empresarial. O desenvolvimento da consciência ecológica em diferentes camadas e setores da sociedade mundial acaba por envolver, também, o setor da educação, a exemplo das Instituições de Ensino Superior (IES). 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. Contudo, ainda são poucas as práticas observadas nas IES, as quais têm o papel de qualificar e conscientizar profissionais que serão futuros formadores de opinião.

As IES assumem um importante destaque no processo de desenvolvimento tecnológico, na formação de profissionais e fornecimento de informações e conhecimento, deve ser utilizado também para construir o desenvolvimento de uma sociedade sustentável e justa. Para que isso aconteça, torna-se indispensável que essas instituições comecem a incorporar os princípios e práticas da sustentabilidade, seja para iniciar um processo de conscientização em todos os seus níveis, atingindo professores, funcionários e estudantes, seja para tomar decisões fundamentais sobre planejamento, treinamento, operações ou atividades comuns em seus campus.

Existem razões significativas para implantar um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e Gestão Energética numa Instituição de Ensino Superior, entre elas o fato de que as faculdades e universidades podem ser comparadas com os pequenos núcleos urbanos, envolvendo diversas atividades de ensino, pesquisa, extensão e atividades referentes à sua operação por meio de restaurantes, alojamentos, centro de convivência, entre outras facilidades.

Estes aspectos deixam evidente que as IES devem combater os impactos ambientais gerados para servirem de exemplo no cumprimento da legislação, saindo do campo teórico para a prática. No entanto, apesar de os esforços de algumas instituições públicas, ainda há vários entraves à melhoria da eficiência energética e uso dos recursos naturais no setor público. Entre os principais entraves, destacam-se a falta de capital próprio para investimento e as dificuldades para obtenção de financiamento ou obtenção de recursos em outras fontes.

1.1. OBJETIVOS

Esse trabalho de conclusão de curso tem como foco analisar o cenário atual da gestão energética e ambiental em instituições de ensino superior do Brasil e o estudo para implantação dessas medidas nas instituições de ensino superior da Paraíba. Para atingir esse objetivo, foi feito o embasamento teórico dos principais conceitos básicos, e também uma análise do histórico e evolução da gestão energética e ambiental nas instituições de ensino superior do Brasil, além do estudo das parcerias das IES com os Programas de Eficiência Energética (PEE) e P&D regulados pela ANNEL e programas de conservação de energia (PROCEL) da Eletrobrás. Após os estudos e análises realizados sobre a GEA em IES do Brasil, são propostas soluções para a implantação da gestão energética e ambiental na UFCG.

1.2. MOTIVAÇÃO

As questões ambientais, há algumas décadas, estão gerando mudanças nos processos econômicos e produtivos mundiais. Essas mudanças são reflexos das exigências da sociedade em relação a valores e ideologias, coexistindo com mercado em crescente processo de conscientização energética e ecológica, no qual os mecanismos de gestão energética e ambiental passam a ser atributos desejáveis na construção de uma imagem positiva junto à sociedade.

A energia elétrica é uma das modalidades de energia mais consumida atualmente no Brasil. O crescimento contínuo do consumo vem tornando cada vez mais crítico o fornecimento de energia no curto prazo. A busca por soluções para esse problema abrange, entre outras alternativas destaca-se, a implantação de campanhas de combate ao desperdício de energia e o investimento em ações que promove, o aumento da eficiência no uso de energia elétrica. O consumo de energia elétrica totalizou 463.948 gigawatts-hora (GWh) em 2017, o que corresponde a um crescimento de 0,8%, no primeiro resultado positivo dos últimos três anos, segundo levantamento da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Somente em dezembro, o consumo foi de 39.288 GWh, alta de 1,7% em relação ao verificado no mesmo período do ano anterior. Por esses dados e aspectos, e sabendo que o país tem um grande potencial energético e ambiental há serem explorados, foi de grande importância analisar e avaliar as medidas e projetos que estão em exercício e estão sendo implementados pelos órgão responsáveis, assim como verificar o panorama atual da gestão energética e ambiental nas IES que além de levar conhecimento, tecnologia e suporte ético para os futuros gestores, influenciam a comunidade onde atuam.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho de conclusão de curso apresenta a seguinte distribuição.

O Capítulo 1 é introdutório nele é feita uma breve contextualização do trabalho, apresenta sua motivação, são definidos os objetivos e a forma como os demais capítulos estão dispostos.

No Capítulo 2 é destacada a importância das Instituições de Ensino Superior rumo ao desenvolvimento sustentável, assim como as responsabilidades na

implementação de modelos de gestão sustentável e na formação de futuros profissionais preocupados com as questões ambientais.

O Capítulo 3 tem como principal enfoque a abordagem da Gestão Energética, através da apresentação do contexto histórico da evolução da eficiência energética no Brasil e os principais programas de incentivo à eficiência energética.

O Capítulo 4 são abordados os principais conceitos necessários para o entendimento do consumo de energia elétrica e os principais indicadores de eficiência energética em uma instalação.

O Capítulo 5 é apresentada a incorporação das ações de eficiência energética nas Instituições Públicas de Ensino Superior, mostrando o panorama atual no Brasil, com enfoque no Estado da Paraíba.

O Capítulo 6 tem como principal enfoque a abordagem da Gestão Ambiental, através da apresentação do contexto histórico da evolução da abordagem ambiental nas Instituições de Ensino Superior do Brasil.

O Capítulo 7 é exposto a evolução e o cenário atual das práticas de projetos e programas que promovem a Gestão Energética e Ambiental nas universidades públicas da Paraíba.

O Capítulo 8 é apresentada uma proposta de modelo de Gestão Energética e Ambiental que podem ser implementadas pela Universidade Federal de Campina Grande.

O Capítulo 9 é conclusivo, sendo destacadas as partes mais importantes ao longo da realização desse trabalho.

2. O PAPEL DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES) RUMO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Existem duas correntes de pensamento principais referentes ao papel das IES no tocante ao desenvolvimento sustentável. A primeira destaca a questão educacional como uma prática fundamental para que as IES, pela formação, possam contribuir na qualificação de seus egressos, futuros tomadores de decisão, para que incluam em suas práticas profissionais a preocupação com as questões ambientais. A segunda corrente destaca a postura de algumas IES na implementação de Sistemas de Gestão Energética e Ambiental em seus *campi* universitários, como modelos e exemplos práticos de gestão sustentável para a sociedade. (TAUCHEN, JOEL; BRANDLI, LUCIANA L., 2006)

2.1. EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O crescimento demográfico, o consumo incontrolável dos recursos naturais e a degradação do meio ambiente passaram a exigir ações corretivas de grande envergadura. Segundo Mayor (1998), a educação é a chave do desenvolvimento sustentável e autossuficiente. A educação deve ser fornecida a todos os membros da sociedade, de tal maneira que cada um se beneficie de chances reais de se instruir ao longo da vida.

A educação ambiental, um dos pilares do desenvolvimento sustentável, contribui para a compreensão fundamental da relação e interação da humanidade com todo o ambiente e fomenta uma ética ambiental pública a respeito do equilíbrio ecológico e da qualidade de vida, despertando nos indivíduos e nos grupos sociais organizados o desejo de participar da construção de sua cidadania (Zitzke, 2002).

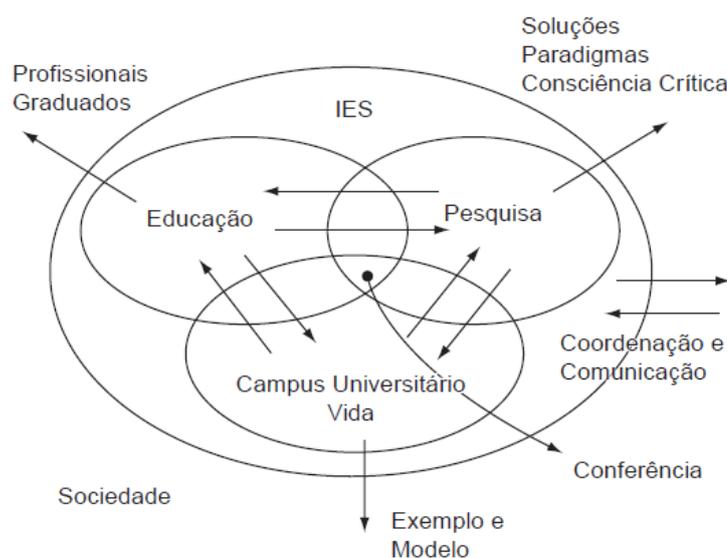
De forma geral, as IES assumem uma responsabilidade essencial na preparação das novas gerações para um futuro viável. Pela reflexão e por seus trabalhos de pesquisa básica, esses estabelecimentos devem não somente advertir, ou mesmo dar o alarme, mas também conceber soluções racionais. Devem tomar a iniciativa e indicar possíveis alternativas, elaborando propostas coerentes para o futuro (Fouto, 2002; Kraemer, 2004).

Isso vem ao encontro de Fouto (2002) que, ao discutir o papel do Ensino Superior no desenvolvimento sustentável sob a forma de um modelo representado na Figura 1.

O modelo apresentado por Fouto aponta quatro níveis de intervenção para as IES:

- I. Educação dos tomadores de decisão para um futuro sustentável;
- II. Investigação de soluções, paradigmas e valores que sirvam uma sociedade sustentável;
- III. Operação dos *campi* universitários como modelos e exemplos práticos de sustentabilidade à escala local; e
- IV. Coordenação e comunicação entre os níveis anteriores e entre estes e a sociedade.

Figura 1: O papel da universidade na sociedade, relativo ao desenvolvimento sustentável.



Fonte: Adaptado de FOUTO, 2002.

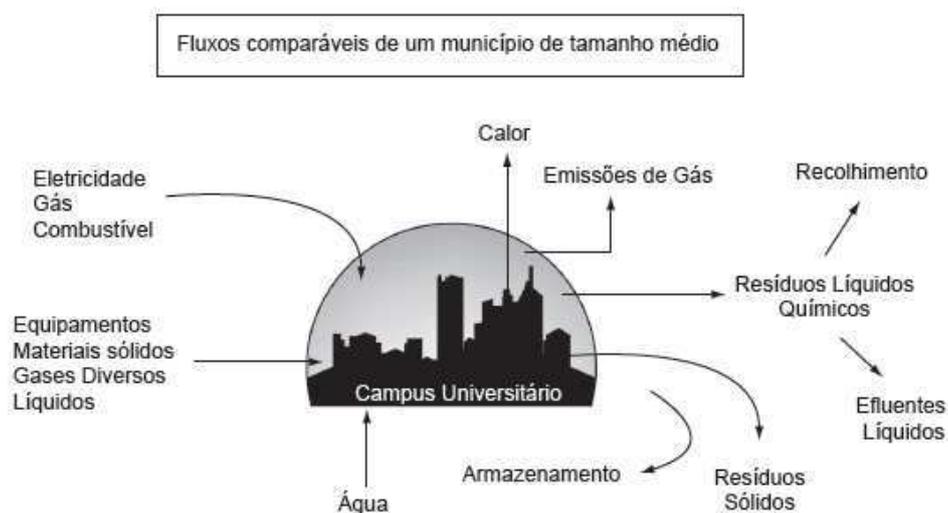
Promover a educação, a consciência pública e reorientar a educação para o Desenvolvimento Sustentável são idéias que constam nos artigos da Rio/92, nos quais se destaca a importância de determinar a integração dos conceitos de ambiente e o desenvolvimento em todos os programas de educação, em particular, a análise das causas dos problemas que lhes estão associados num contexto local, como um objetivo específico (AGENDA 21, 1992).

2.2. POSTURAS E PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NAS IES

Existem razões significativas para implantar um SGE e SGA numa Instituição de Ensino Superior. Um campus precisa de infraestrutura básica, redes de abastecimento de água e energia, redes de saneamento e coleta de águas pluviais e vias de acesso.

Como consequência das atividades de operação do campus há geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos, consumo de recursos naturais, ou seja, a visão industrial de *inputs* e *outputs*. Na Figura 2 são apresentados os principais fluxos de um campus universitário.

Figura 2: Principais fluxos de um campus universitário.



Fonte: CARETO E VENDEIRINHO, 2003.

Os consumos de energia e água são os serviços mais utilizados nas IES. Com relação ao consumo *per capita* de água nas universidades, pode-se ser comparado ao consumo médio das médias cidades. Quanto ao consumo de energia, pode-se ser comparado ao consumo dos habitantes das cidades.

3. GESTÃO ENERGÉTICA

3.1. HISTÓRIA DA ENERGIA ELÉTRICA

Desde a Pré História, o homem tem usado a inteligência para criar mecanismos que reduzam o esforço e aumentem seu conforto. Ao dominar a Técnica do fogo, melhorou sua alimentação, iluminação e segurança. Inventou a roda e outros mecanismos que multiplicaram sua força física e facilitaram o transporte. Descobriu a força das águas, dos ventos e domesticou animais, usando a força de cavalos e bois para o trabalho. Milhares de anos se passaram até que um fato marcou a história da energia: a invenção da máquina a vapor, um símbolo energético da Revolução Industrial (CPFL Energia, 2017).

O fogo então foi transformado em movimento. Isso permitiu a construção de grandes fábricas e sua aplicação nos transportes. Nesse período, os combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e gás natural) também evoluíram bastante. Até hoje representam a mais importante fonte de energia, inclusive gerando tecnologias mais avançadas. Mas foi apenas há pouco mais de 100 anos que surgiu a energia elétrica, símbolo da Era da Informação. Através dela, outras formas de energia puderam se transformar com eficiência, como: calor, iluminação e energia mecânica (CPFL Energia, 2017).

No século XX, foi descoberta outra fonte de energia: a energia nuclear, ainda muito questionada pelos elevados riscos ao meio ambiente. Além disso, está em desenvolvimento, entre outras, a conversão de energia solar diretamente em energia elétrica e a utilização do hidrogênio como fonte de energia, o que num futuro breve, também terão importante participação em nossas vidas. No Brasil, a produção de eletricidade, a partir do gás natural, em usinas termoelétricas de alta tecnologia contribuirá para o atendimento às grandes necessidades de energia do país.

A introdução da energia elétrica no Brasil data de meados do século XIX, com a instalação de usinas que tinham como objetivo principal o fornecimento de força para a mineração que estava em alta no período e que teve grande contribuição no crescimento desse nicho. Com a chegada do século seguinte, um grande número de pequenas usinas

elétricas começou a se instalar no país e que tinham por intuito a geração de luz para os serviços públicos nas cidades, entre eles, iluminação propriamente dita, fornecimento de força para bondes, sendo englobado no sistema de transporte coletivo, além de energia para os pequenos industriais.

Nesse período, também, era comum as diversas instalações de autoprodutoras que alimentavam o setor industrial, o próprio consumo doméstico e no espaço agrícola, formaram essa geração de energia visível e de grande procura. Atualmente, não só alimentam as áreas acima mencionadas, como também diversas outras.

3.2. GESTÃO DE ENERGIA

Economizar energia elétrica tem se tornado um hábito do brasileiro, já que nos últimos anos o preço pago pela energia elétrica tem tido um aumento considerável. Mas nem sempre foi assim, pois até antes da crise energética de 2001, o desperdício era enorme, por exemplo, as televisões ficavam ligadas sem ninguém assistindo, as luzes permaneciam acesas o dia todo (e não eram lâmpadas econômicas). O “apagão”, como ficou conhecido na época, fez com que a população reduzisse o consumo. O aprendizado daquela época rende frutos até hoje. Com medida simples de conscientização, o brasileiro descobriu que a conta de energia elétrica pode ficar bem menor.

Estudos internacionais indicam que medidas de educação e de treinamento em empresas resultam na redução do consumo de energia de até 5%. Os gastos para alcançar esses resultados são inferiores a 1% do custo total de um Programa de Gestão de Energia (PGE) em instalações de uma edificação. Essa medida é fundamental para alcançar um uso eficiente da energia dentro das empresas, universidades e organizações (MMA, 2015).

A gestão energética de uma instalação ou de um grupo de instalações não se trata de um racionamento de energia, redução na qualidade dos serviços prestados ou contenção de custos de uma instituição, mas sim, na conscientização sobre o padrão de consumo para gerar uma consciência coletiva em favor de uma economia benéfica a todos. As instituições que buscam uma economia com os custos da energia devem criar um PGE. Por meio dele, é possível otimizar o consumo de energia, orientado, direcionando e propondo ações e controles sobre os recursos humanos, materiais e

econômicos. Ações isoladas têm efeitos positivos, mas a experiência indica que, ao longo do tempo, elas perdem efeitos e novas oportunidades deixam de ser consideradas.

Para a gestão energética virar rotina, deve-se tomar o cuidado de criar e implementar um programa que seja transparente, factível e cuja informação seja disseminada por todos os funcionários e colaboradores. É natural que, nas fases iniciais de implementação, se encontrem resistências, já que são ações e estratégias que mudam procedimentos, hábitos e rotinas no ambiente de trabalho. Quanto mais engajados, mais os funcionários contribuirão para a eficiência energética (MMA, 2015).

A gestão e a otimização energética tratam-se uma avaliação permanente de sua matriz energética, estabelecendo estratégias de curto, médio e longo prazo, nos montantes de aquisição de energia elétrica e autoprodução.

Antes de realizar qualquer atividade, no entanto, é preciso conhecer e diagnosticar a realidade energética, para então estabelecer as prioridades, implantar os projetos de melhoria e redução de perdas e acompanhar seus resultados em um processo contínuo. Esta abordagem é válida para instalações novas, em caráter preventivo, ou instalações existentes, em caráter corretivo, em empresas industriais ou comerciais.

A gestão energética de uma instalação existente requer a adoção das seguintes medidas:

- Conhecer as informações sobre fluxos de energia, regras, contratos e ações que influenciam esses fluxos, assim como os processos e atividades que utilizam energia, gerando um produto ou serviço que possa ser medido, além das possibilidades de economia de energia.
- Acompanhar os índices de controle, como: consumo de energia, valores contratados, registrados e faturados, preços médios, custos específicos e fatores de utilização da instalação.
- Atuação nos índices com vista a reduzir o consumo energético através da implementação de ações que buscam a utilização racional de energia.

Estas avaliações constituem um primeiro e decisivo passo nesta direção, a requerer medidas e ações posteriores, desejavelmente estabelecidas de forma planejada e estruturada, com clara definição de metas, responsáveis e efetivos acompanhamentos, se possível no âmbito de um PGE, com visibilidade na corporação e na necessária

provisão de recursos físicos e humanos. Neste sentido, as auditorias energéticas constituem um instrumento essencial de diagnóstico preliminar e básico, para obter as informações requeridas para a formulação e acompanhamento desse programa de redução de desperdícios de energia.

3.3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O conceito de eficiência energética está ligado à minimização de perdas na conversão de energia primária em energia útil – energia necessária e suficiente para realizar um trabalho, excluindo-se as perdas na conversão. Para o Governo Federal a identificação da energia útil nos diversos usos finais de energia – sistema motriz, iluminação, calor de processo, aquecimento direto, eletroquímica e outros usos – contribui para um melhor planejamento de programas de conservação de energia (MMA, 2004). Para as IES, realizar estudos e conhecer as áreas onde ocorrem as maiores perdas de energia é importante para priorizar investimentos em conservação de energia e a redução de custos com energia elétrica.

Em termos econômicos, os produtos são medidos em valores ou unidades físicas de massa. Por exemplo: em determinado processo tem-se a energia como insumo e seu produto medido por dólares ou toneladas. O inverso da eficiência energética, tal como definida acima, é a intensidade energética de um produto ou processo. Esta pode ser expressa como a quantidade de energia por unidade de produto, sendo os indicadores mais utilizados “kWh/US\$” e “kWh/ton.”. No Brasil, assim como nos EUA, Canadá, Reino Unido, França, Japão, Coreia do Sul e México, utiliza-se principalmente os indicadores de intensidade energética para medir a eficiência energética/conservação de energia.

Na realidade, entende-se por eficiência energética o conjunto de práticas e políticas, que reduza os custos com energia e/ou aumente a quantidade de energia oferecida sem alteração da geração, que podem ser resumidas a seguir:

- a) Planejamento integrado dos recursos: são práticas que subsidiam os planejadores e reguladores de energia a avaliar os custos e benefícios sob as óticas da oferta (geração) e demanda (consumidor final), de forma a que a energia utilizada pelo sistema seja a de menor custo financeiro e ambiental;

- b) Eficiência na Geração, Transmissão e Distribuição: são práticas e tecnologias que estimulam a eficiência em toda a eletricidade que é gerada e entregue aos consumidores finais. Esta categoria inclui cogeração e turbinas de queima de gás natural, além de outras tecnologias capazes de disponibilizar maior quantidade de energia elétrica em plantas já existentes;
- c) Gerenciamento pelo lado da demanda: são práticas e políticas adotadas pelos planejadores de energia, que encorajam os consumidores a usar a energia de uma forma mais eficiente, além de permitir a administração da curva de carga das concessionárias;
- d) Eficiência no uso final: são tecnologias e práticas que estimulam a eficiência energética no nível do consumidor final. Essa categoria inclui praticamente todos os empregos de eletricidade e tecnologias caloríficas existentes, tais como motores, iluminação, aquecimento, ventilação, condicionamento de ar, entre outros. Também inclui tecnologias que propiciem a conservação e o melhor uso da energia, tais como geradores de energia solar e aparelhos de controle do consumo de energia.

Uma das vantagens mais convincente para se praticar a eficiência energética é a de que ela, em grande parte, é mais barata que a produção de energia. É claro que o investimento em tecnologia eficiente para vários usos-finais requererá também maiores gastos de capital e que sistemas e equipamentos eficientes são, geralmente, mais caros que as tecnologias que substituem. Porém, o custo de conservar 1 kWh, de modo geral, apresenta um custo menor que sua produção. Além disso, em muitas aplicações, o custo da eficiência energética corresponde a apenas uma pequena parcela dos custos da produção de energia. Tradicionalmente, esses custos são contabilizados por agentes diferentes, sendo ora debitados ao consumidor, à companhia de energia ou ao próprio governo. Investimentos em eficiência energética tendem a ser incrementais e modulares, com pequeno prazo de retorno, possibilitando a implementação de medidas que representem economia de energia e de recursos em período inferior ao de construção de uma usina hidrelétrica.

Apesar de as vantagens citadas, ainda existe uma barreira à implantação de medidas de eficiência energética que é a dificuldade de acesso a financiamentos, em relação aos empreendimentos de energia convencional. Tal constatação é reforçada pelo fato de ações de eficiência energética poderem ser feitas no lado da oferta de energia

como também no lado do seu uso final. A maioria dos agentes, usuários de eletricidade, nem sempre têm capacidade financeira para arcar com o investimento necessário nem tampouco conseguem atender aos requisitos mínimos requeridos para obtenção de financiamentos bancários, como garantia por exemplo.

3.4. TÉCNICAS DE EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA

3.4.1. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

A questão da eficiência energética passa a ser tratada pelo governo federal brasileiro em 1981, devido à crise do setor petrolífero. Neste ano, é criado o programa CONSERVE, voltado para o consumo energético industrial. Em 1984, são iniciadas as ações do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), que visa a avaliação e divulgação do desempenho energético de equipamentos fabricados no país. O programa funciona até 2001, com caráter voluntário. Já em 1985, com o agravamento da conjuntura do setor elétrico, é criado o Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL), sob a coordenação da ELETROBRÁS. A criação desses programas provoca mudanças significativas na forma com que as atividades relacionadas com eficiência energética eram conduzidas no país (JANNUZZI, 2002).

No ano de 1998, é instituída a obrigatoriedade de as concessionárias de energia elétrica existentes no país aplicarem recursos em eficiência energética. Na Figura 3 é apresentado um sumário das resoluções emitidas no período de 1988 a 2000, que determinavam como deveriam ser realizados tais investimentos. É possível perceber, pela análise da tabela, uma grande concentração de tais investimentos no lado da oferta, em áreas de interesse das próprias concessionárias.

Figura 3: Investimentos Regulados em Eficiência Energética e P&D – 1998-2000.

% Receita Anual	Áreas para Investimentos
(a) $\geq 1,00\%$	<p>Eficiência no uso final, do lado da oferta, e P&D</p> <p>Detalhes dos limites sugeridos e prioridades de investimento</p> <p>- No máximo 0,125% poderá ser investido em projetos de iluminação pública e marketing; - No mínimo 0,025% deve ser investido para cada um dos setores: industrial, residencial e prédios públicos (Resolução n°242/98). Esta resolução foi mais tarde modificada, estabelecendo que, no mínimo, 0,075% deve ser investido nos três setores, mas, a concessionária tem de apresentar ao menos um projeto para cada setor (Resolução n°261/99 e 271/00).</p>
(b) $\geq 1,00\%$	<p>Eficiência no uso final</p> <p>Áreas sugeridas: eficiência energética, energia renovável, geração de energia elétrica, meio ambiente e pesquisa estratégica (Manual da ANEEL para elaboração de programas de P&D).</p>
(c) $\geq 0,25\%$	<p>P&D</p> <p>Melhoria do fator de carga (investimento de, no mínimo, 30% e 10% para as concessionárias das regiões S, SE e CO e para as da região N e NE, respectivamente - Resolução n°242/98. Estes percentuais foram modificados para 15% e 5%, respectivamente, pelas resoluções n°261/99 e 271/00).</p>
(d) (a)-(b)-(c)	<p>Eficiência pelo lado da oferta</p>

Fonte: Jannuzzi, 2002.

Os investimentos em ações voltadas ao uso final da energia foi mínimo, durante esta primeira fase, e, conseqüentemente, não ocorreu uma evolução técnica e tecnológica capaz de proporcionar o desenvolvimento de equipamentos e sistemas mais eficientes.

Em julho de 2000, com a promulgação da Lei n° 9.991, são eliminados as exigências para investimentos em projetos de eficiência energética do lado da oferta, alocando-os somente para uso final e para projetos de pesquisa e desenvolvimento. A Figura 4 apresenta a configuração adotada em 2001, para a alocação de recursos para eficiência energética e pesquisa e desenvolvimento (JANNUZZI, 2002).

Figura 4: Investimentos Regulados pela lei para Eficiência Energética e P&D.

Setor	Data	Eficiência Energética	P&D ^e		
			Total	Concessionária	CT-ENERG
Geração e Transmissão	≥2000	-	≥1,00% ^d	≥0,50%	≥0,50%
	≤2005	≥0,50%	≥0,50%	≥0,25%	≥0,25%
Distribuição	≥2006	≥0,25%	≥0,75%	≥0,375%	≥0,375%

(^a) Para as distribuidoras, os investimentos deverão ser, exclusivamente, no uso final.
(^b) Excluem-se, por isenção, as empresas que gerem energia exclusivamente a partir de instalações eólicas, solares, de biomassa e PCHs.
(^c) Do montante total, metade fica para os programas das concessionárias, supervisionados pela ANEEL e metade vai para o CT-ENERG.
(^d) Até 2005, prevalece a cota de 0,25% referente ao contrato para a CGEET, CGEEP e GERASUL.

Fonte: Jannuzzi, 2002.

A partir de 2002, com o agravamento da crise energética brasileira, vários outros instrumentos legais foram estabelecidos com o intuito de se reduzir o consumo deste insumo. Na legislação de eficiência energética cita-se (ANEEL, 2007):

Decreto nº 3818, de 15 de Maio de 2001: dispõe sobre medidas emergenciais de redução do consumo de energia elétrica no âmbito da Administração Pública Federal.

- Resolução nº 001, de 16 de Maio de 2001: determina que as concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviços públicos de distribuição de energia elétrica, localizadas nas Regiões Sudeste, Centro Oeste e Nordeste adotem a redução de fornecimento de energia elétrica, às unidades consumidoras por elas atendidas.
- Resolução nº 004, de 22 de Maio de 2001: dispõe sobre diretrizes dos regimes especiais da tarifação, limites de uso e fornecimento de energia elétrica e medidas de redução de seu consumo.
- Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001: dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.
- Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001: regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências.

- Decreto nº 4.131, de 14 de fevereiro 2002: dispõe sobre medidas emergenciais de redução do consumo de energia elétrica no âmbito da Administração Pública Federal.
- Decreto nº 4.261, de 6 de junho de 2002: atribui competência ao Ministério de Minas e Energia, altera o Decreto no 3.520, de 21 de junho de 2000, que dispõe sobre a estrutura e funcionamento do Conselho Nacional de Política Energética – CNPE. Dá nova redação ao parágrafo único do art. 1º do Decreto no 4.131, de 14 de fevereiro de 2002, extingue a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica - GCE e dá outras providências.
- Resolução nº 492, de 3 de setembro de 2002: estabelece os critérios para aplicação de recursos em Programas de Eficiência Energética.

3.4.2. PROCEL

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) é um programa de governo, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME e executado pela Eletrobrás. Foi instituído em 30 de dezembro de 1985 para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. As ações do PROCEL contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia e, além disso, postergam os investimentos no setor elétrico, mitigando, assim, os impactos ambientais e colaborando para um Brasil mais sustentável. Portanto, o PROCEL promove ações de eficiência energética em diversos segmentos da economia, que ajudam o país a economizar energia elétrica e que geram benefícios para toda a sociedade. (PROCEL, 2018).

Figura 5: Logomarca do PROCEL.



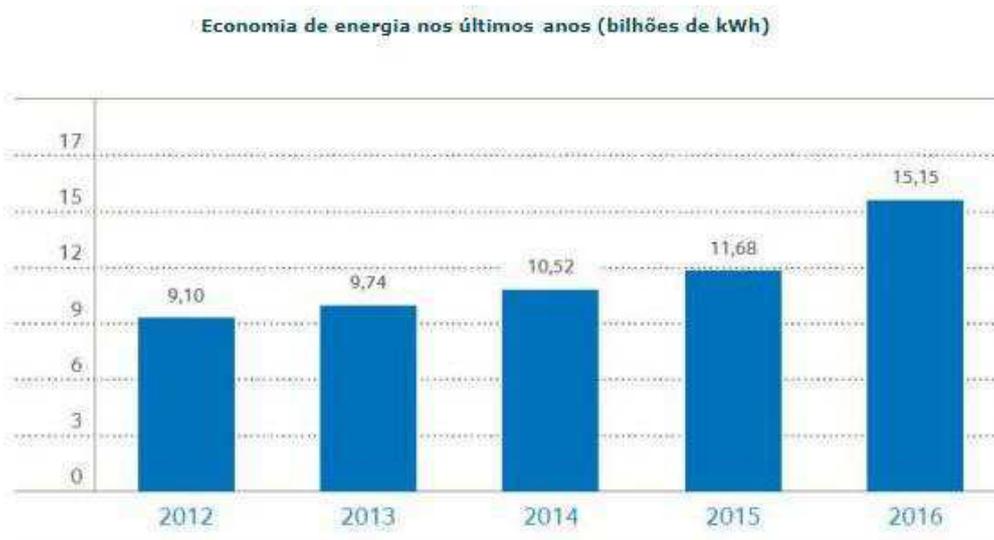
Fonte: PROCEL (2018).

Entre os anos de 1986 a 1997, foram aprovados um total de R\$ 235,5 milhões para serem investidos nos projetos financiados pelo programa. Entretanto, nem todos recursos puderam ser utilizados, devido a dificuldades de gerenciamento. Durante este período, o programa passou por várias discontinuidades, sendo que, em 1998, foi cogitada a hipótese de sua extinção (JANNUZZI, 2002). Porém, desde o início dos anos 2000, o programa tornou-se referência em eficiência energética no Brasil.

Segundo dados da ELETROBRAS, foram investidos R\$ 860 milhões durante os primeiros 20 anos do programa. A economia alcançada durante este período foi de 22 bilhões de kWh, o que proporcionou investimentos postergados no sistema elétrico brasileiro da ordem de R\$ 15 bilhões (PROCEL, 2007).

Segundo dados do PROCEL, durante o período de 1986 a 2016, a economia total obtida foi de 107 bilhões de kWh. Os ganhos energéticos anuais mais recentes podem ser verificados na Figura 6 abaixo.

Figura 6: Gráfico da economia de energia nos anos de 2012-2016.



Fonte: PROCEL (2017).

Alguns dos principais projetos desenvolvidos pelo PROCEL são:

- Selo PROCEL: certificação concedida anualmente, desde 1994, aos equipamentos que apresentam os melhores índices de eficiência energética dentro de sua categoria. Tem o propósito de estimular a fabricação de produtos mais eficientes em termos energéticos, bem como o de orientar o

consumidor a adquirir equipamentos que apresentam melhores níveis de eficiência energética.

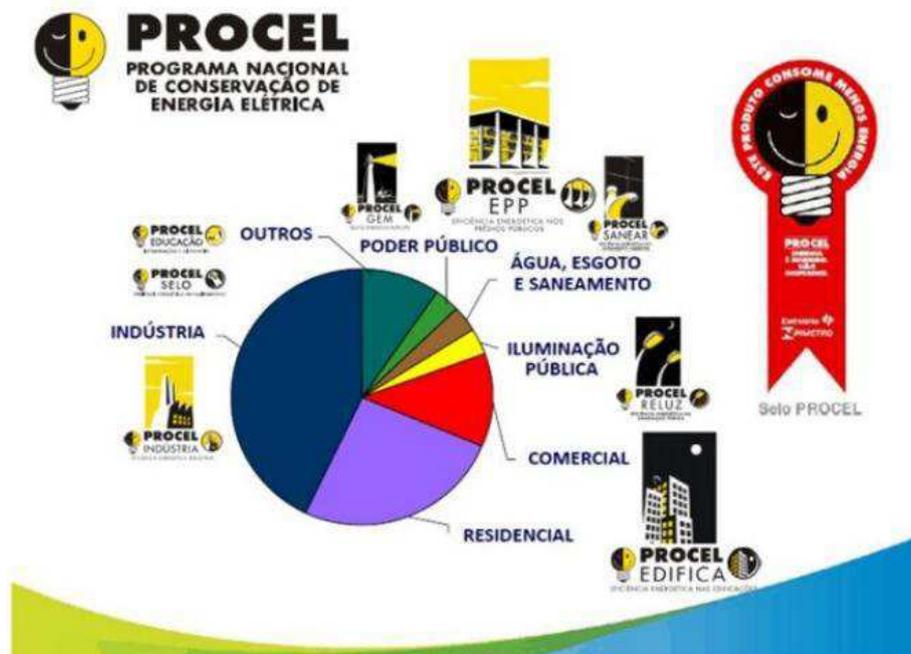
- Prédios Públicos: iniciado em 1997, é um programa com o intuito de promover eficiência energética em prédios públicos (federais, estaduais e municipais) a partir da implantação de projetos-piloto com potencial de replicação em larga escala.
- PROCEL Edifica: programa voltado para a promoção da conservação e do uso eficiente da energia elétrica em edificações, reduzindo os desperdícios e impactos sobre o meio ambiente.
- RELUZ (Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente): programa voltado para a iluminação pública, que pretende alcançar 77% do potencial de conservação de energia da rede nacional de iluminação pública.
- PROCEL Sanear: programa voltado para o uso eficiente de energia elétrica e água em sistemas de saneamento ambiental.
- PROCEL Indústria: programa com o objetivo de estimular o setor industrial a reduzir o desperdício de energia elétrica, voltado principalmente para sistemas motrizes.
- Gestão Energética Municipal: programa cujo objetivo é gerenciar o uso da energia elétrica nos municípios, controlando seu desempenho e eficiência. Para facilitar a troca de informações entre os municípios foi criada a Rede Cidades Eficientes, inspirada no programa Energie-Cités, de municípios europeus.
- PROCEL Educação: programa de educação ambiental, com o objetivo de combater o desperdício de energia. Atua em instituições de ensino. Em escolas de educação básica e ensino técnico é realizada a capacitação dos professores, para que estes se tornem agentes multiplicadores capazes de orientar a mudança de hábitos de consumo, e a formação de uma cultura de combate ao desperdício de energia. No ensino superior, o programa atua apoiando a formação de profissionais em áreas relacionadas à eficiência energética.

3.4.3. SELO PROCEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O Selo PROCEL de Economia de Energia, ou simplesmente Selo PROCEL, instituído por meio de Decreto Presidencial de 08 de dezembro de 1993, tem como finalidade ser uma 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. O selo é um produto desenvolvido e concedido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Procel, que tem na Centrais Elétricas Brasileiras S.A - Eletrobrás sua secretaria executiva.

A partir de sua criação, foram firmadas parcerias junto ao Inmetro, a agentes como associações de fabricantes, pesquisadores de universidades e laboratórios, com o objetivo de estimular a disponibilidade, no mercado brasileiro, de equipamentos cada vez mais eficientes. Para isso, são estabelecidos índices de consumo e desempenho para cada categoria de equipamento. Cada equipamento candidato ao Selo deve ser submetido a ensaios em laboratórios indicados pela Eletrobrás. Apenas os produtos que atingem esses índices são contemplados com o Selo PROCEL (PROCEL, 2006).

Figura 7: Selos de eficiência energética.



Fonte: 3ª Edição do Livro Eficiência Energética na Arquitetura (2014).

3.5. O PROCEL E AS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

O PROCEL busca disseminar informações que visam aumentar a conscientização e o conhecimento da sociedade com relação ao consumo eficiente de energia elétrica. Isso é feito por meio da publicação de material técnico, informativo e portal na internet, assim como também por ações de cunho educacional para crianças, jovens e adultos, por meio de metodologias específicas.

No ensino superior, atua em parceria com universidades de todo o país, visando consolidar uma rede de laboratórios e centros de pesquisa em eficiência energética. Conta ainda com centros de excelência, como por exemplo, o Centro de Excelência em Eficiência Energética – Excen, na Universidade Federal de Itajubá – Unifei, o Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia – Ceamazon, na Universidade Federal do Pará – UFPA, e o Centro de Educação para Eficiência Energética – InovEE, localizado na Universidade Estadual Paulista – Unesp. A finalidade dessa rede é atuar em ensino e pesquisa, além de conceber e difundir ferramentas educacionais avançadas em eficiência energética, em nível teórico e prático, com ênfase no aperfeiçoamento da formação profissional (PROCEL, 2018).

3.5.1. CENTRO DE EXCELÊNCIA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - EXCEN

O Centro de Excelência em Eficiência Energética – EXCEN, foi o primeiro centro de pesquisa em eficiência energética no Brasil. A implantação do mesmo se deu através de uma parceria entre o PROCEL e a Universidade Federal de Itajubá – Unifei, desde então a universidade virou referência em eficiência energética e um exemplo a ser seguido pelas outras instituições de ensino superior do país.

A missão do EXCEN é desenvolver e promover cursos EAD, elaborar materiais educativos, realizar estudos de custo de energia e capacitar profissionais na área energética. Além disso, os laboratórios possuem um potencial para elaboração de novas tecnologias e procedimentos operacionais que reduzam as perdas de energia.

Figura 8: Foto da sede do EXCEN.



Fonte: EXCEN (2016).

3.5.2. CENTRO DE EXCELÊNCIA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA AMAZÔNIA - CEAMAZON

A região Amazônica tem um grande potencial para a geração de energia em razão dos recursos ambientais que possui. Contudo, a exploração desse potencial precede de um levantamento histórico dos problemas sociais e ambientais que a região sofreu, originados também pela implantação de usinas hidrelétricas. E nesse aspecto reside um dos motivos para o incentivo à pesquisas que visam ao desenvolvimento de tecnologias energéticas a partir de uma perspectiva sustentável (CEAMAZON, 2018).

O CEAMAZON foi configurado para atuar como uma entidade pública de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI), vinculada à Universidade Federal do Pará e sediado no Parque de Ciência e Tecnologia Guamá. Sua concepção resultou da união de professores e pesquisadores da UFPA, apoiados pela Eletrobras, que acreditou na proposta e celebrou convênio com a instituição em 2 de junho de 2006 para criar o primeiro Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia. Desde então, contribui para o desenvolvimento regional, buscando a eficiência energética através da expansão tecnológica e oferecendo subsídios para a regulamentação do mercado de eficiência energética na Região Norte. (CEAMAZON, 2018).

O objetivo primordial do Centro é ser referência em organização de aprendizagem permanente, catalisadora de desenvolvimento, aplicando e difundindo novos conhecimentos por meio de publicações e serviços de tecnologia especializados, além

de novas proposições surgidas em dissertações de mestrado e teses de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

Figura 9: Foto da sede do CEAMAZON.



Fonte: CEAMAZON (2017).

3.5.3. CENTRO DE INOVAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - INOVEE

A implantação do Centro de Inovação em Eficiência Energética - InovEE, se deu mediante ao convênio celebrado entre ELETROBRÁS/PROCEL e a UNESP, que tem como meta viabilizar a cooperação técnica e financeira entre essas instituições buscando o desenvolvimento de pesquisas, produtos e ações de educação para eficiência energética. O Centro trabalha em parceria com os demais Centros de Eficiência Energética implementados pela ELETROBRÁS/PROCEL, buscando ampliar os conhecimentos na área de educação para otimização energética e no desenvolvimento de materiais educacionais, sobre esta temática, voltados para alunos do ensino fundamental e médio. O InovEE desenvolve pesquisas científico-tecnológicas em eficiência energética, e também produtos tecnológicos eficientes energeticamente de acordo com as normas brasileiras vigentes (INOVEE, 2014).

O InovEE tem como missão à pesquisa, extensão e ensino voltado para duas linhas de atuação: a pesquisa em eficiência energética e a educação para o uso eficiente de energia.

Portanto, alguns dos principais objetivos do centro são desenvolver:

- Pesquisas educacionais voltadas ao uso eficiente de energia elétrica.
- Produtos educacionais visando um ensino para o uso eficiente de energia elétrica.
- Pesquisas na área de Ensino de Ciências e de Engenharia.
- Ações de formação continuada de professores da Educação Básica para as áreas de Ciências.
- Pesquisas com foco em eficiência energética nas áreas residenciais, comerciais e industriais.
- Soluções em software para redes elétricas inteligentes: desenvolvimento de aplicativos para gestão, controle, segurança e/ou tarifação aplicadas a *smart grid*.
- Pesquisas de *smart grid* aplicadas a geração distribuída.
- Desenvolvimento de equipamentos para redes elétricas inteligentes: medidores digitais, sensores, atuadores, eletrodomésticos inteligentes, dentre outros.

As pesquisas e materiais desenvolvidos buscam sustentar ações que sensibilizem os jovens da necessidade de se utilizar a energia de forma eficiente, e também identificar e propor possíveis contribuições e atualizações para as ações educacionais realizadas pelo Procel.

Figura 10: Foto da sede do INOVEE.



Fonte: INOVEE (2014).

3.6. PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O Programa de Eficiência Energética (PEE) regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi criado a partir de obrigação fixada nos contratos de concessão firmados, em 1998, entre as concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica e a Agência. Com o advento da Lei nº. 9.991, de 24 de julho de 2000, foi atribuído às concessionárias e permissionárias de distribuição o dever de aplicar o montante anual mínimo de 0,5% de sua receita operacional líquida em ações de combate ao desperdício de energia elétrica (ANEEL, 2017).

Desde então, embora muitas mudanças tenham ocorrido, a essência do programa permanece inalterada: a promoção da eficiência energética. Neste sentido, pois, o objetivo do PEE continua sendo o de 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. Busca-se com isso maximizar os benefícios públicos da energia economizada e da demanda estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos e práticas racionais de uso da energia elétrica – sempre tendo em vista, em última análise, a sustentabilidade e viabilidade futura do setor elétrico (ANEEL, 2017).

Figura 11: Logomarca do PEE promovido pela ANEEL.



Fonte: ANEEL (2018).

De acordo com a regulamentação vigente, a ANEEL pode definir, por meio de publicação de Chamada no Diário Oficial da União, os critérios para desenvolvimento de Projetos Prioritários de Eficiência Energética e Projetos Estratégicos P&D. Com relação aos Projetos Estratégicos de P&D, consta da regulamentação que Projetos

Estratégicos são aqueles cujos temas são considerados de grande relevância para o setor elétrico brasileiro, compreendendo estudos e desenvolvimentos que integrem a geração de novo conhecimento tecnológico e exija um esforço conjunto e coordenado de várias empresas e entidades executoras.

Entre as Instituições Públicas de Educação Superior, encontram-se, atualmente, 63 (sessenta e três) Universidades Federais. Essas instituições desempenham um importante papel no desenvolvimento científico e tecnológico do país, respondendo por uma parcela significativa da produção científica brasileira e pela formação de profissionais nas mais diversas áreas do conhecimento. Constatou-se que, em grande parte destas instituições públicas, a conta de energia elétrica é uma de suas maiores despesas, quando elencados todos seus itens de pagamento mensal (ANEEL, 2016).

Apesar de os esforços de vários órgãos e instituições públicas, há, ainda, vários entraves à melhoria da eficiência energética no uso final de energia elétrica no setor público. Apesar de as dificuldades financeiras e/ou orçamentárias para pagar a fatura de energia elétrica e outras despesas correntes, não há nenhuma dificuldade do ponto de vista administrativo, contábil ou jurídico.

Por outro lado, quando se trata do pagamento de ações de eficiência energética, principalmente quando envolve a compra e a substituição de equipamentos, vários obstáculos são verificados. Entre os principais entraves, destacam-se a falta de capital próprio para investimento e as dificuldades para obtenção de financiamento ou obtenção de recursos em outras fontes.

3.7. EMPRESA DE SERVIÇOS DE ENERGIA - ESCO

As ESCOs são empresas de engenharia com especialização em serviços de conservação de energia, ou seja, buscam promover a eficiência energética e de consumo de água. Geralmente, essas empresas são procuradas quando se tem o interesse na redução dos custos no consumo de energia e água nas instalações de alguma instituição.

As etapas da avaliação energética, realizada por uma ESCO, consistem em dois momentos. No primeiro, é realizada uma análise abrangente através de uma pré-diagnóstico, no segundo, é realizada uma análise detalhada em um diagnóstico energético.

O pré-diagnóstico apresentará quanto a unidade do cliente gasta de energia num determinado período (usualmente 12 meses), onde e como é gasto esta energia e de que forma é possível reduzir o consumo e o custo com energia. São apresentados os valores financeiros de investimento e economias advindas do projeto. Por não ser realizadas medições de grandezas elétricas nem cotações precisas, os números tem margem de erro de 20 a 30%.

No diagnóstico energético é detalhado os sistemas e ações. O mesmo não é um projeto executivo, é um projeto básico, mas detalhará como, onde, de que forma, quem, quando será realizada a implantação. Tudo isto do ponto de vista técnico. Já do ponto de vista financeiro, o diagnóstico energético apresentará com precisão o investimento que deverá ser aportado para implantação do projeto de eficiência energética, com detalhe por sistema/oportunidade e as economias advindas de cada projeto. Com isto se tem uma visão clara da relação custo x benefício de cada oportunidade definida e também do projeto como um todo.

Portanto, especializada na condução de projetos de eficiência energética, uma ESCO é capaz de identificar oportunidades, estudar alternativas, desenvolver projetos, gerenciar e implantar obras, propor diretrizes econômicas e tarifárias, avaliar soluções técnicas, ambientais e financeiras.

3.8. PROGRAMA DE GESTÃO ENERGÉTICA - PGE

Instituições públicas e empresas que buscam a redução de gastos com energia devem criar um Programa de gestão energética, pois por meio dele é possível aperfeiçoar o consumo de energia, orientando e propondo ações e controles em relação aos recursos humanos, matéria e econômicos.

A citação abaixo feita pelo PROCEL INFO confirma a necessidade da implantação de sistema de gestão energética, devido a evolução do consumo de energia, as dificuldades enfrentadas em um mundo globalizado e competitivo, que requer uso otimizado dos recursos. E para o sucesso da gestão energética, é imprescindível o comprometimento da direção das empresas e instituições.

“O momento é propício para maior dinamismo nas ações de eficiência energética no setor industrial. As iniciativas nacionais para ações de eficiência energética industrial ainda

são muito tímidas. Contudo, a existência de metas de eficiência energética no Plano Nacional de Energia 2030 e a iniciativa do Ministério de Minas e Energia em desenvolver uma estratégia nacional de eficiência energética confirmam que esse é o momento para firmar parcerias, reorganizar esforços, estabelecer metas e priorizar recursos.” (PROCEL INFO, 2009).

A implantação de um Programa PGE deve ser a primeira iniciativa ou ação visando à redução de custos com energia em uma empresa. Ações isoladas apresentam resultados positivos, mas tendem a perder o seu efeito ao longo do tempo, por isso é importante a implantação de um PGE. Portanto, um PGE deve ser estruturado de forma que os resultados de sua implementação se mantenham e as ações adotadas permaneçam.

Um PGE criado pela alta administração das instituições/empresas e pelos responsáveis do setor de energia sinaliza uma cultura institucional e permanente contra o desperdício dentro das organizações. Com a criação do PGE objetiva-se reduzir os índices globais e específicos da energia necessária à obtenção do mesmo resultado ou produto. Portanto, para que os objetivos sejam alcançados é necessário mudanças de procedimentos, de hábitos e de rotinas de trabalho, o que, na maioria das vezes, é um obstáculo difícil de ser superado, em virtude da resistência natural que as coletividades oferecem a propostas desse tipo. Portanto, é importante e necessária a participação da direção superior da empresa e de todo o seu corpo funcional, técnico e administrativo, na busca de um objetivo comum. Com a intenção de superar as dificuldades impostas pelas resistências coletivas, a empresa deverá deixar clara a sua intenção de atingir os objetivos de racionalização do consumo de energia.

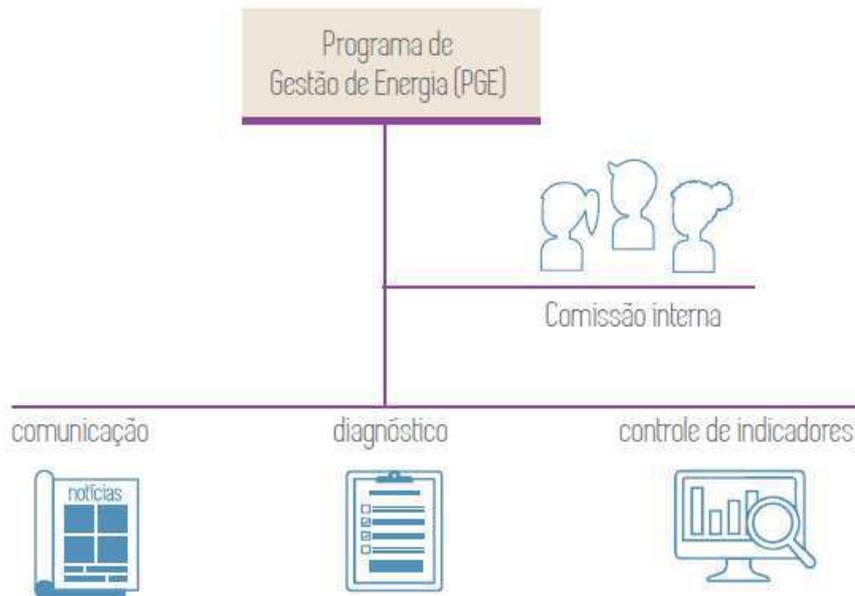
Para que os objetivos da implantação de um PGE sejam alcançados deve-se atuar em duas frentes:

- a) Ações de gestão nas instalações, incluindo:
 - Treinamento de pessoal e conscientização de funcionários;
 - Fixação de procedimentos operativos, de manutenção e de engenharia.
- b) Ações de atualização tecnológica ou construtiva, na maior da parte com a necessidade de substituição de equipamentos existentes por outros com maior eficiência.

De acordo com as ações propostas no item a, a ênfase será dada aos aspectos de educação e de treinamento, ainda que os resultados sejam obtidos no médio e longo prazo, deverão ter custos significativamente menores do que as medidas propostas no item b. Já as ações propostas no item b, a ênfase será dada a aquisição de equipamentos, o que apresentará resultados no curto prazo, porém representará investimentos elevados.

Para que um PGE tenha êxito, ele deve estar assentado em três pilares: auditoria energética (levantamento da situação atual), controle dos indicadores (análise e acompanhamento dos dados) e comunicação (divulgação e apresentação dos resultados). As ações dentro do PGE podem ser desenvolvidas simultaneamente e não há uma hierarquia entre esses pilares. Mas recomenda-se que se crie uma comissão interna que ficará responsável por sua gestão. Esta Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), deverá estabelecer os principais usos da energia nas instalações da empresa, para definir o programa de treinamento mais adequado. Nesta fase, a empresa poderá contar com a experiência de uma consultoria especializada ou com a assistência do PROCEL.

Figura 12: Estrutura de um Programa de Gestão Energética.



Fonte: MMA (2015).

3.9. ISO 50.001: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

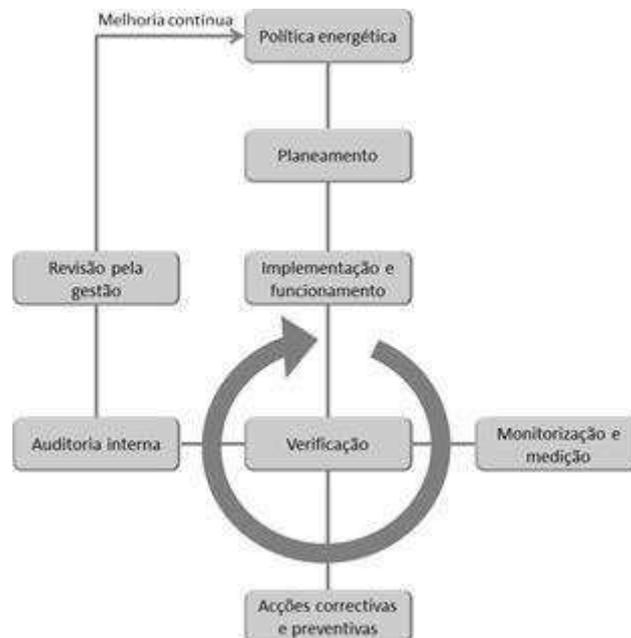
Outra possibilidade para administrar o uso eficiente é criar um Sistema de Gestão de Energia (SGE) dentro das organizações. Esse tipo de sistema está previsto na

norma ISO 50.001, publicada em 15 de junho de 2011, e permite desenvolver e implementar uma política energética, estabelecer objetivos, metas e planos de ação que consideram requisitos legais e informações relacionadas com o consumo substancial de energia. Ela é aplicável a todos os tipos e tamanhos de organização independente de condições geográficas, culturais ou sociais.

Um Sistema de Gestão de Energia trabalha com a dinâmica do *Plan, Do, Check, Act* (PDCA), ou Planejar, Fazer, Checar, Agir, em português.

- Planejar (*Plan*): estabelecer os objetivos e processos necessários para atribuir resultados de acordo com as oportunidades de aprimoramento do desempenho de energia e das políticas da organização;
- Fazer (*Do*) - implementar os planos de ação do gerenciamento energético;
- Verificar (*Check*) - monitorar e medir os processos e o produto com base em políticas, objetivos e características principais das suas operações e relatar os resultados;
- Agir (*Act*) - tomar ações para aprimorar continuamente o desempenho de energia e do SGE.

Figura 13: Estrutura de um Sistema de Gestão Energética.



Fonte: MMA (2015).

Em suma, a certificação na ISO 50001 irá demonstrar que a organização

implantou sistemas de gestão energética sustentáveis, aperfeiçoou a base de uso de energia e se comprometeu a melhorar continuamente sua intensidade energética (MONTERO, L. R. R., 2015).

Em suas projeções, a Empresa de Pesquisa Energética vislumbra uma economia no consumo energia elétrica de 4,5% acumulados até 2020, equivalente a 7 mil MW de capacidade de geração elétrica instalados, que segundo a EPE, será equivalente a uma economia de 390 mil barris de petróleo por dia (MONTERO, L. R. R., 2015).

4. CONCEITOS BÁSICOS IMPORTANTES

O gerenciamento energético de qualquer instalação requer o pleno conhecimento dos sistemas energéticos existentes, dos hábitos de utilização da instalação, dos mecanismos de aquisição de energia e da experiência dos usuários e técnicos da edificação.

A implementação de medidas estanques, não coordenadas e não integradas a uma visão global de toda a instalação ou carente de uma avaliação de custo/benefício pode não produzir os resultados esperados e minar a credibilidade do programa, dificultando a continuidade do processo perante a Direção e os ocupantes da planta (MONTERO, L. R. R., 2015).

Por isso, o primeiro passo consiste em conhecer como a energia elétrica é consumida em uma instalação e em acompanhar o custo e o consumo de energia elétrica por produto/serviço produzido, mantendo um registro cuidadoso. Os dados mensais e históricos são de grande importância para a execução do diagnóstico, podendo ser extraídos da conta de energia elétrica.

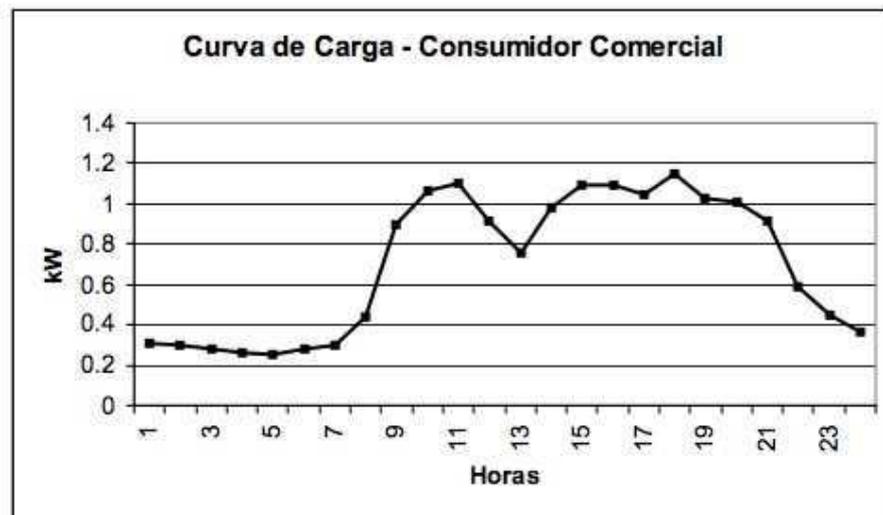
Esses dados poderão fornecer informações preciosas sobre a contratação correta da energia e seu uso adequado, bem como sobre a análise de seu desempenho, subsidiando a tomada de decisões, visando à redução dos custos operacionais.

Para realizar a análise energética, é necessário, antes, conhecer alguns conceitos.

- Energia ativa. É a energia capaz de produzir trabalho. A unidade de medida usada é o quilowatt-hora (kWh).
- Energia reativa. É a energia solicitada por alguns equipamentos elétricos, necessária à manutenção dos fluxos magnéticos e que não produz trabalho. A unidade de medida usada é o quilovolt-ampère reativo-hora (kvarh).
- Energia aparente. É a energia resultante da soma vetorial das energias ativa e reativa. É aquela que a concessionária realmente fornece para o Consumidor (kVA).
- Potência. É a quantidade de energia solicitada na unidade de tempo. A unidade usada é o quilowatt (kW).

- Demanda. É a potência média, medida por aparelho integrador, apurada durante qualquer intervalo de 15 (quinze) minutos.
- Demanda contratada. Demanda a ser obrigatória e continuamente colocada à disposição do cliente, por parte da concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixado em contrato.
- Carga instalada. Soma da potência de todos os aparelhos instalados nas dependências da unidade consumidora que, em qualquer momento, podem utilizar energia elétrica da concessionária.
- Fator de carga. Relação entre a demanda média e a demanda máxima ocorrida no período de tempo definido.
- Fator de potência (FP). Relação entre energia ativa e reativa horária, a partir de leituras dos respectivos aparelhos de medição.
- Tarifa de demanda. Valor, em reais, do kW de demanda em determinado segmento horo-sazonal.
- Tarifa de consumo. Valor, em reais, do kWh ou MWh de energia utilizada em determinado segmento horo-sazonal.
- Tarifa de ultrapassagem. Tarifa a ser aplicada ao valor de demanda registrada que superar o valor da demanda contratada, respeitada a tolerância.
- Tarifação horo-sazonal (THS). Sistema de tarifas que considera os segmentos horo-sazonais para precificar a energia.
- Horário de ponta (HP). Período definido pela concessionária, composto por três horas consecutivas, compreendidas entre 17 h e 22 h, exceção feita a sábados, domingos, terça-feira de Carnaval, sexta-feira da Paixão, Corpus Christi, Finados e demais feriados definidos por lei federal: 1º de janeiro, 21 de abril, 1º de maio, 7 de setembro, 12 de outubro, 15 de novembro e 25 de dezembro. Neste intervalo a energia elétrica é mais cara.
- Horário fora de ponta (HFP). São as horas complementares às três horas consecutivas que compõem o horário de ponta, acrescidas da totalidade das horas dos sábados e domingos e dos onze feriados indicados acima. Neste intervalo a energia elétrica é mais barata.
- Curva de Carga do Sistema. A curva de carga do sistema elétrico para um dia típico apresenta o perfil mostrado na Figura. O horário de ponta representa o período do dia em que o sistema de- manda mais carga.

Figura 14: Curva de carga de um dia útil (Demanda x Tempo).



Fonte: ELETROBRAS, 2014 .

- Período seco. É o período de 7 (sete) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro de cada ano.
- Período úmido. É o período de 5 (cinco) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.
- Segmentos horários e sazonais. Identificados também como "segmentos horosazonais", são formados pela composição dos períodos úmido e seco com os horários de ponta e fora de ponta e determinados: Horário de ponta em período seco, horário de ponta em período úmido, horário fora de ponta em período seco, horário fora de ponta em período úmido.

Esses períodos foram criados visando compatibilizar a demanda com a oferta de energia. Isto é, por meio da sazonalização tarifária (preços mais elevados e mais baixos nos períodos seco e úmido, respectivamente), mostra-se o custo da energia, conforme a lei de oferta e procura.

4.1. INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

De uma maneira geral, pode-se afirmar que a eficiência energética aumenta quando se consegue realizar um serviço e/ou produzir um bem com uma quantidade de energia inferior a que era usualmente consumida. Para se poder quantificar esta melhoria utiliza-se os chamados indicadores de eficiência energética.

Dentre os indicadores de eficiência energética pode-se citar:

4.1.1. CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGIA (CE)

Analisar o consumo de energia (kWh) ou da carga instalada (kW) é importante pois através dele podemos comparar o seu desempenho com padrões estabelecidos e assim projetar padrões eficientes de consumo de energia considerando-se utilização de produtos e processos de melhor desempenho energético. Para o cálculo do consumo específico de energia (CE), faz-se:

$$CE_i = \frac{C_i}{Q_i};$$

Onde:

CE = Consumo específico de energia;

C = Consumo mensal de energia dado em kWh/mês;

Q = Quantidade de produto ou serviço produzido no mês pela unidade consumidora;

i = índice referente ao mês de análise do histórico de dados;

4.1.2. FATOR DE CARGA DA INSTALAÇÃO (fc)

É um dos indicadores de eficiência mais importante, pois mostra como a energia está sendo utilizada ao longo do tempo. Para o cálculo do fator de carga da instalação (fc), faz-se:

$$fc = \frac{D_{med}}{D_{max}} = \frac{C}{h \cdot D_{max}};$$

Onde:

fc = fator de carga do mês na ponta e/ou fora de ponta;

D_{med} = Demanda média no mês na ponta e/ou fora de ponta;

C = Consumo de energia (kWh) no mês na ponta e fora de ponta;

h = número médio de horas mês; sendo geralmente 66 horas para a ponta, 664 horas para o período fora de ponta e 730 no total;

D_{max} = Demanda máxima registrada de potência no mês na ponta e fora da ponta;

Um fator de carga próximo de 1 (seu valor máximo) indica que as cargas elétricas foram utilizadas racionalmente ao longo do tempo. Por outro lado, um fator de carga baixo indica que houve concentração de consumo de energia elétrica em curto período de tempo, determinando uma demanda elevada.

A melhoria (aumento) do fator de carga, além de diminuir o preço médio pago pela energia consumida, conduz a um melhor aproveitamento da instalação elétrica, inclusive de motores e equipamentos e à otimização dos investimentos nas instalações.

O fator de carga da unidade consumidora depende, entre outras coisas, das características dos equipamentos elétricos e do regime de operação dos mesmos, que por sua vez tem relação com a atividade executada.

Considerando que o sistema elétrico é dimensionado para atender à carga máxima, verifica-se que para atender a uma nova carga no HP a concessionária teria de investir para aumentar a sua capacidade apenas para aquele período, ao passo que para uma nova carga no HFP não seria necessário nenhum investimento.

Medidas para aumentar o fator de carga:

- a) Alternativa Funcional: visa especialmente corrigir distorções existentes, quanto às instalações elétricas e o funcionamento dos equipamentos elétrico. A correção dessas distorções é importante porque além de reduzir o preço médio da energia, aumenta a segurança das instalações. Para tanto devem ser tomadas as seguintes providências:
 - Evitar a partida de motores com carga e/ou a partida simultânea;
 - Instalar chaves especiais de partida dos motores, para redução da corrente elétrica;
 - Dimensionar corretamente as instalações e equipamentos de proteção;
 - Efetuar manutenção preventiva, tanto das instalações quanto dos equipamentos.

- b) Alternativa Operacional: a ser aplicada depois da correção das distorções funcionais.
- Redução da demanda conservando o mesmo consumo, através da reprogramação do funcionamento dos equipamentos, evitando-se que funcionem ao mesmo tempo. Procedimentos:
 - Fazer um cronograma de utilização dos equipamentos elétricos, anotando a potência e o período de trabalho de cada um (levantamento das cargas e do seu horário de funcionamento);
 - Selecionar os equipamentos que possam operar fora do período de demanda máxima, reduzindo assim a demanda medida;
 - Reprogramar o período de funcionamento das cargas passíveis de deslocamento;
 - Aumento do consumo mensal do kWh, sem aumentar a demanda, com consequente aumento de produção, utilizando-se os equipamentos por um número maior de horas. Procedimentos:
 - Verificar se existe colocação no mercado, do incremento na produção;
 - Verificar máquinas e horários ociosos;
 - Adicionar mais turnos de trabalho, se a análise econômico-financeira for viável.

4.1.3. CUSTO MÉDIO DE ENERGIA (CM_e)

O custo médio de energia expressa o valor gasto por kWh nas instalações da empresa. Para o cálculo do custo médio de energia (CM_e), faz-se:

$$CM_e = \frac{F}{C};$$

Onde:

CM_e = Custo médio da energia elétrica (R\$/kWh);

F = valor total da fatura de energia elétrica (R\$);

C = Consumo de energia (kWh) no mês na ponta e fora de ponta.

5. A INCORPORAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS IES DO 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).

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/Eletrobrás, em Itajubá MG - outubro/2000, verificou-se que diversas ações isoladas de formação, desenvolvimento e transferência de tecnologia na área de efficientização 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 conservação de energia em suas grades curriculares, através de 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 - Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética – GECA;
- UFF/FEC - Laboratório de Conservação de Energia e Conforto Ambiental – LABCECA;
- UNB - Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética – LACAM;
- UFBA/FEP - Laboratório de Eficiência Energética e Ambiental;

- UFSC/FEESC – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE) e Capacitação do laboratório de Conforto Ambiental (LABCON);
- UFRJ/FUJB – 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.

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);
- Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPEL – Laboratório de Laboratório de Conforto e Eficiência Energética (LABCEE);
- Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE);
- Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) – Laboratório de Eficiência Energética (LEENER);
- Universidade Federal do Pará (UFPA) – Laboratório de Eficiência Energética
- Universidade Federal da Bahia (UFBA) – Laboratório de Eficiência Energética (LABEFEA)
- Universidade de São Paulo (FZEA USP) – Laboratório de Eficiência Energética e Simulação de Processos

No âmbito Paraíba é tem-se:

- 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)
- Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Laboratório de Eficiência Energética e Conforto Ambiental (LEECA)

6. GESTÃO AMBIENTAL

6.1. PANORAMA HISTÓRICO DA QUESTÃO AMBIENTAL E AS IES

As IES passaram a introduzir a temática ambiental em seus esquemas de gestão a partir dos anos sessenta. As primeiras experiências surgiram nos Estados Unidos, simultaneamente com as promoções de profissionais nas ciências ambientais, que se estenderam ao longo dos anos setenta. Já nos anos oitenta, o destaque foi para políticas mais específicas à gestão de resíduos e eficiência energética. Durante a década de noventa se desenvolveram políticas ambientais de âmbito global, que congregam todos os âmbitos das instituições (Delgado e Vélez, 2005).

Até à Conferência do Rio de Janeiro em 1992, as IES praticamente estiveram fora do palco da discussão sobre o desenvolvimento sustentável. A experiência trouxe uma lição clara: as universidades não devem se esquivar ao desafio, pois se não se envolverem, se não usarem as suas forças combinadas para ajudar a resolver os problemas emergentes da sociedade global, então serão ignoradas no despertar de um outro motor de mudança, uma outra agência ou estrutura será convidada a promover a liderança.

O período entre as Conferências de Estocolmo em 1972 e do Rio de Janeiro em 1992, foi marcado pela emergência de instituições, parcerias e redes de trabalho particularmente empenhadas em (re)conduzir as IES para o lugar que lhe estava reservado (ECOCAMPUS, 1997).

Na Declaração de Kyoto, ocorrida em novembro 1993 no Japão, as IES, em sua reunião, emitiram um chamado a seus 650 membros para que: estabelecessem e disseminassem uma compreensão mais desobstruída do desenvolvimento sustentável; utilizassem recursos das universidades para incentivar uma melhor compreensão por parte dos governos e do público em geral sobre os perigos físicos, biológicos e sociais enfrentados pelo planeta; enfatizassem a obrigação ética da geração atual para superarem as práticas de utilização dos recursos e daquelas disparidades difundidas que se encontram na raiz da insustentabilidade ambiental; realçassem a capacidade das

universidades de ensinar e empreender na pesquisa e na ação os princípios sustentáveis do desenvolvimento; e, finalmente, sentissem-se incentivadas a rever suas próprias operações, para refletir quais as melhores práticas sustentáveis do desenvolvimento (THE KYOTO DECLARATION, 1993). A partir de então, as IES passaram a ter um maior envolvimento no progresso de construção de um desenvolvimento sustentável.

É possível compreender que o envolvimento das IES com as questões ambientais está acontecendo há algumas décadas, elas tentam alertar a comunidade mundial, através de suas pesquisas, que está ocorrendo uma degradação desenfreada do meio ambiente, e que ações como a GA e SGA podem minimizar esses impactos dando condições para que o planeta possa se recuperar.

6.2. GESTÃO AMBIENTAL E SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

Ao longo dos anos, diversos encontros em vários locais do planeta aconteceram para debater sobre as questões ambientais, esses eventos ajudaram a formalizar opiniões e a estimular pensadores das diversas áreas do conhecimento no intuito de encontrar um denominador comum nas relações envolvendo sociedade, economia e a natureza.

Da mesma forma Tinoco e Kraemer (2004) acreditam que GA é um sistema que acrescenta à organização da empresa atividades de planejamento, responsabilidades, procedimentos e processos analisados de forma contínua que mantenham a instituição resguardada quanto à política ambiental. Mas para que o planejamento seja implantado é necessário conscientização a respeito da responsabilidade ambiental.

Com o SGA nas organizações, este proporciona o envolvimento de todos, onde a responsabilidade ambiental é disseminada em cada setor; seja a área de serviços gerais, área operacional, estratégica, tática, P&D, entre outras. Então, quando todos passam a enxergar as questões ambientais sob a mesma ótica, surgem produtos criativos, podendo ser exploradas oportunidades que vão desde a substituição de insumos, reciclagem, eliminação de perdas nos processos e utilização de combustíveis alternativos, até mudanças tecnológicas (MOREIRA, 2013).

O SGA traz vantagens para a imagem da empresa que é vista como mais atraente para os consumidores, devido ao benefício de ser intitulada como ambientalmente correta. (MOREIRA, 2013). Além disso, com a utilização de um SGA, é possível reduzir desperdícios como, água, energia e outros insumos, melhorando a lucratividade

da empresa. A sua implantação acontece se existir a disseminação de responsabilidades sobre os problemas ambientais por toda a empresa, resultando em um alto comprometimento do pessoal, especialmente quando suas unidades se encontram dispersas geograficamente, trazendo uma significativa melhoria nas relações de trabalho, tais como, melhoria do gerenciamento, na criatividade para novos desafios, nas relações com os órgãos governamentais, comunidade e grupos ambientalistas, acesso assegurado ao mercado externo, melhor adequação aos padrões ambientais. Tudo isso em função da cultura sistêmica da padronização dos processos, treinamento e capacitação de pessoal. (MOREIRA, 2013; DONAIRE, 2011).

A diferença na implantação dos conceitos de GA e SGA é significativa, para as organizações que visam apenas à gestão ambiental, elas formam um departamento que se preocupa em atender apenas as exigências dos órgãos ambientais e a indicar os equipamentos ou dispositivos de controle ambiental mais apropriados à realidade da empresa e ao potencial dos seus impactos (MOREIRA, 2013)

6.3. CASOS DE IES LOCALIZADAS NO BRASIL

O exemplo brasileiro mais importante de universidade que implementou um Sistema de Gestão Ambiental é a Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Por intermédio do projeto Verde Campus, a UNISINOS foi a primeira universidade da América Latina a ser certificada segundo a ISO 14001. O projeto visa à preservação, à melhoria e à recuperação da qualidade ambiental, assegurando condições de desenvolvimento socioeconômico, segurança do trabalho, proteção da vida e qualidade ambiental. Um dos resultados mais relevantes alcançados foi a criação do curso de Gestão Ambiental no ano de 2005. Com isso, a UNISINOS possibilitou a criação de laboratórios para estudos ambientais, pesquisas básicas e aplicadas e, ainda, ferramentas de geoprocessamento e demais recursos técnicos e humanos necessários para a formação de seus alunos (VERDE CAMPUS, 1997).

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) é um exemplo de tentativa da implementação de um SGA. Foi criada uma coordenadoria de Gestão Ambiental, ligada diretamente ao gabinete da reitoria, e, ainda, foi estabelecida uma política de gestão ambiental responsável. Por meio desta, privilegiou-se utilizar o ensino como uma busca contínua para melhorar a relação homem e meio ambiente, trazendo a comunidade

como parceira dessa proposta e visando uma melhor qualidade de vida pela geração do conhecimento (Ribeiro et al. 2005).

Na prática, alguns programas propostos já estão em andamento. No sistema de coleta dos resíduos químicos da UFSC, por exemplo, uma empresa terceirizada é a responsável pela coleta e destinação final adequada destes resíduos. Ainda foi desenvolvido, por meio de parceria com órgãos públicos estaduais, ONGs e associações, o Projeto Sala Verde. Esta atividade consiste em criar um espaço na instituição dedicado ao delineamento e desenvolvimento de atividades de caráter educacional, tendo como uma das principais ferramentas a divulgação e a difusão de publicações sobre Meio Ambiente (Ribeiro et al. 2005).

Também no Estado de Santa Catarina aparece a Universidade Regional de Blumenau (FURB). “A FURB é uma instituição comprometida com a proteção ambiental e com a economia dos recursos naturais, visando uma melhoria na qualidade de vida atual e futura (Política Ambiental da FURB)”. A Instituição efetivou a sua postura ambiental talmente consciente criando o Comitê de Implantação do SGA em março de 1998, constituído por representantes de toda a comunidade universitária, objetivando identificar com clareza os seus problemas ambientais, a fim de estabelecer um plano de melhoria contínua na atenuação ou eliminação desses problemas. Este Comitê, seguindo as normas da ISO 14001, elaborou a Política Ambiental da FURB e deu início ao Planejamento Ambiental, culminando com a criação do Sistema de Gestão Ambiental da Universidade em 1999. O Sistema de Gestão Ambiental da FURB é uma estrutura organizacional e de responsabilidades destinada a implementar a política ambiental e os objetivos de gestão ambiental da FURB e é composto pela Coordenadoria do Meio Ambiente, Responsáveis e Agentes Ambientais (Butzke, Pereira e Noebauer, 2002).

Conforme Ribeiro et al. (2005), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) também vem se empenhando em implementar um SGA. Inicialmente, foi realizado um diagnóstico sobre os resíduos gerados e suas diferentes destinações nas unidades da universidade. Com esta iniciativa, foi possível obter informações muito úteis acerca dos resíduos gerados pela UFRGS. Analisando o diagnóstico realizado a partir dos dados obtidos na UFRGS, foi constatada a existência de algumas iniciativas pontuais objetivando melhoras nos aspectos ambientais da universidade. Na Escola de

Engenharia, um grupo formado por estudantes do curso de Engenharia de Materiais planejou um sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU). Com o apoio da unidade, este grupo implementou o GRSU em 2004. Embora o projeto tenha atingido seus objetivos nos primeiros meses de implementação, o afastamento gradual dos estudantes que o iniciaram, associado à falta de envolvimento da alta administração, foram fatores que causaram a desestruturação do projeto. A Escola de Administração é outra unidade da UFRGS que também vem desenvolvendo atividades relacionadas à Gestão Ambiental. A partir da iniciativa de um grupo de alunos orientados por um professor, também foi proposta a implementação de um Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos nesta unidade. O grupo realizou o levantamento dos resíduos gerados e, atualmente, ações possíveis para a diminuição do consumo de energia e água estão em implantação.

Conforme a iniciativa das instituições citadas, nota-se a predominância de projetos abordando gerenciamento de resíduos. Esse gerenciamento é uma importante etapa no futuro desenvolvimento do Sistema de Gestão Ambiental.

Na visão de Ribeiro et al. (2005), ao proceder à análise dessas iniciativas na UFRGS, ainda existem barreiras na implementação do SGA, entre elas: a falta de informação da sociedade sobre práticas sustentáveis; a não valorização do meio ambiente por diversos colaboradores da organização; e a não percepção da universidade como uma fonte potencial de poluição.

7. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

De acordo com a Secretaria de Ensino Superior (SESu) do Ministério da Educação, o valor total pago em 2015 apenas pelas Universidades Federais foi de cerca de R\$ 430.000.000,00 (quatrocentos e trinta milhões de reais). Segundo essa mesma fonte, as despesas com energia elétrica dessas instituições despontam como o 3º maior grupo, representando cerca de 9% dos gastos apurados em 2015.

Sabe-se, porém, que uma parte considerável desses gastos deve-se ao uso de equipamentos ineficientes e a práticas inadequadas de instalação, uso e manutenção dos aparelhos, entre outros inconvenientes da falta de uma cultura de uso eficiente e racional de energia no país (ANEEL, 2016). Diante da problemática exposta é necessária a verificação das medidas que estão sendo tomadas pelas IES.

7.1. INICIATIVAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA VOLTADA PARA AS UNIVERSIDADES

7.1.1. PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ANEEL

O Programa de Eficiência Energética regulado pela ANEEL (PEE) tem como objetivo principal promover o uso eficiente e racional de energia elétrica em todos os setores da economia, por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício de energia e de melhoria da Eficiência Energética de equipamentos, processos e usos finais de energia. Atualmente 63 (sessenta e três) universidades federais participam dos projetos Estratégicos de P&D regulamentados pela ANEEL, esses projetos abordam temas de grande relevância para o setor elétrico brasileiro.

Diante dos grandes gastos das IES com energia elétrica e as dificuldades enfrentadas para implantação de melhorias da eficiência no uso final da energia, a ANEEL entendeu que era necessária e oportuna a publicação de uma Chamada de Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento (Chamada Nº. 001/2016), buscando selecionar projetos pilotos e demonstrativos em Instituições Públicas de Educação Superior, os quais servirão de

referência para a formulação e a implementação de ações conjuntas e coordenadas em vários órgãos e instituições públicas do país. Espera-se que a execução desses projetos forneça subsídios importantes para a formulação de políticas públicas de combate ao desperdício de energia elétrica em unidades consumidoras da administração pública (federal, estadual e municipal).

Os projetos realizados no âmbito desta Chamada possibilitarão a troca de equipamentos energeticamente ineficientes por outros mais eficientes, incentivarão a mudança de hábito de consumo de professores, alunos e funcionários das instituições de educação, a implantação de minigeração de energia elétrica nas Instituições Públicas de Educação Superior, a redução nas contas de energia elétrica dessas instituições, assim como uma nova forma de gestão energética, por meio de ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação, entre outras ações de capacitação profissional.

De modo específico, espera-se que esses projetos possam:

- Contribuir para que as referidas instituições mantenham sua capacidade de pagamento das faturas de energia elétrica;
- Facilitar a inserção da Minigeração na matriz energética brasileira e no setor público;
- Fomentar o treinamento e a capacitação de técnicos especializados em Eficiência Energética e Geração Distribuída em Instituições Públicas de Educação Superior;
- Avaliar a viabilidade economicamente da geração própria de energia e seus impactos nos sistemas de distribuição;
- Incentivar o desenvolvimento da cadeia produtiva desse segmento industrial e a nacionalização da tecnologia empregada;
- Fomentar a capacitação laboratorial em instituições públicas de ensino e pesquisa;
- Identificar possibilidades de otimização dos recursos energéticos, considerando o planejamento integrado dos recursos;
- Servir de referência para projetos de eficiência energética e geração distribuída em instituições públicas e privadas.

7.1.2. PROCEL

O PROCEL é o programa do governo brasileiro, coordenado pelo MME e executado pela Eletrobras, destinado a promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. Os resultados energéticos obtidos pelas ações do programa contribuem para a eficiência dos bens e serviços, bem como possibilitam a postergação de investimentos no setor elétrico, reduzindo os impactos ambientais.

Alguns dos principais resultados alcançados pelo PROCEL em 2017 são apresentados nas Tabelas abaixo:

Tabela 1: Principais resultados energéticos das ações do PROCEL em 2017.

Resultados	Total
Energia economizada (bilhões de kWh)	21,2
Demanda Retirada da Ponta (MW)	6.887
Emissão de CO ₂ equivalente evitada (milhão de tCO _{2e})	1,965

Fonte: Elaborada pelo autor.

O valor total da energia economizada equivale à energia fornecida, em um ano, por uma usina hidrelétrica com capacidade de 5.084 MW.

Tabela 2: Indicadores de resultados das ações do PROCEL em 2017.

Indicador	Total
Economia em relação ao consumo total de energia elétrica no Brasil (%)	4,57
Economia em relação ao consumo residencial de energia elétrica no Brasil (%)	15,83
Número de residência que poderiam ser atendidas com a energia economizada durante um ano (milhões)	11,25

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 3: Recursos financeiros aplicados no PROCEL em 2017.

Recursos Financeiros		Valor (milhões R\$)
Eletrobras	Investimento	0,04
	Custeio	7,43
	Subtotal	7,47
Lei 13.280/2016	Investimento	2,71
	Custeio	5,56
	Subtotal	8,27
Total		15,74

Fonte: Elaborada pelo autor.

O custo anual evitado, por conta dos resultados energéticos proporcionados pelas ações do Procel no ano, foi de aproximadamente R\$ 3,793 bilhões. Por sua vez, os recursos financeiros aplicados no programa totalizaram R\$ 15,74 milhões, conforme apresentado na Tabela 5.

Os resultados energéticos globais alcançados pelo programa se devem principalmente ao Selo Procel, indicando o destaque que tem sido dado ao consumidor final, por meio da orientação e do estímulo à aquisição de equipamentos mais eficientes.

A economia de energia representou 4,57% do consumo total de eletricidade no Brasil. Também deve ser ressaltado que o resultado obtido em economia de energia com a realização das ações do Procel, em 2017, é 39,89%, superior ao resultado do ano anterior.

O Procel dispõe de subprogramas que atuam diretamente na execução de ações e projetos nos segmentos público e privado (Procel Reluz, Procel Sanear, Procel GEM, Procel Edifica e Procel Indústria), assim como outros que visam alcançar a sociedade em geral, como a promoção de tecnologias eficientes e disseminação da informação (Procel Selo e Procel Info), além de promover mudanças de hábitos e capacitação acadêmica (Procel Educação) (PROCEL, 2018).

Com um investimento total de R\$ 17.858.022,53, o Procel Educação, manteve-se como uma referência para o ensino da eficiência energética no sistema educacional brasileiro, por meio da atuação das distribuidoras de energia elétrica, no âmbito do Programa de Eficiência Energética (PEE) da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), disponibilizando material didático de qualidade e metodologias específicas para públicos segmentados, beneficiando:

- 3.360 escolas;
- 10.640 professores;
- 937.616 alunos.

O Procel Educação também atua com universidades em todo o país, formando uma rede de laboratórios e centros de pesquisa em eficiência energética (EXCEN, CEAMAZON e INOVEE). Quanto à produção científica desses centros de excelência, destaca-se que, em 2017, no âmbito do EXCEN e do INOVEE, foram elaborados:

- 25 dissertações de mestrado;
- 32 monografias;
- 80 artigos publicados em anais de congressos nacionais, internacionais e em periódicos;
- 22 participações em eventos acadêmicos.

O subprograma Procel Edifica também alcançou excelentes índices no ano de 2017. Estima-se que o consumo de energia evitado, proveniente do conjunto de edificações construídas agraciadas com o Selo Procel, seja de 13,82 GWh.

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.

7.2. PANORAMA DAS AÇÕES DE GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL NAS IES DA PARAÍBA.

Atualmente, o estado da Paraíba conta com a presença de 19 campi de universidades públicas em todo o seu território. Sendo 4 da UFPB, 7 da UFCG e 8 da UEPB. Entretanto, apesar de estarem distribuídos por todo território paraibano, todos esses campus possuem uma problemática em comum, as despesas com energia elétrica.

As despesas com energia elétrica são um dos principais itens de custeio em várias instituições públicas, de modo que uma quantia vultosa de recursos públicos é destinada ao pagamento da fatura de energia elétrica dessas instituições. Parte considerável desses gastos poderia ser evitada por meio de ações de eficiência energética e da implantação de sistemas de geração própria de energia (micro ou minigeração). Porém, quando se trata do pagamento de ações de eficiência energética, principalmente quando envolve a compra e a substituição de equipamentos, vários obstáculos são verificados. A falta de capital próprio para investimento é um dos principais entraves.

7.2.1. UFPB

7.2.1.1. LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E HIDRÁULICA EM SANEAMENTO

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. (LENHS, 2018).

Nesse laboratório são desenvolvidos 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).

7.2.1.2. COMISSÃO DE GESTÃO AMBIENTAL (CGA)

Apesar de as diversas barreiras para implantações de ações na área de gestão energética, a Universidade Federal da Paraíba criou em fevereiro de 2013 uma Comissão de Gestão Ambiental (CGA), mediante Portaria de número 427 R/GR e tem como objetivo auxiliar a Reitoria no diagnóstico e formulação de estratégias de enfrentamento do passivo ambiental da Instituição, mediante a elaboração de programas de gestão ambiental. O trabalho desenvolvido pela CGA na área de Eficiência Energética busca o melhoramento da produção com menor gasto de energia e busca maneiras de utilizá-la de forma eficiente, econômica e sustentável.

O Programa executa ações como, por exemplo, a modernização de equipamentos no sentido de reduzir o consumo, o uso de lâmpadas econômicas, troca de ar-condicionado de parede por “split”. Além disso, desempenha projetos sustentáveis através do uso da energia solar, energia eólica, utilização da bioenergia para o biogás de resíduos orgânicos.

Além da CGA, outras medidas estão sendo tomadas pela direção da UFPB para tentar implementar medidas de eficiência energética. A reitoria da Universidade, juntamente com a prefeitura universitária reuniu-se em julho de 2017 com a diretoria da Energisa Paraíba para tratar de projetos que possam ser executados nos campi da

universidade para promover a utilização racional da energia elétrica, já que os gastos com energia elétrica estão altos e são necessárias medidas de combate ao desperdício e de otimização do consumo. Foram feitas, ainda, consultas sobre equipamentos, instalações e certificações.

Atualmente, a CGA da UFPB executa vários programas na área de gestão ambiental, são eles:

- Programa de coleta seletiva e compostagem;
 - A Coleta Seletiva e a Compostagem surge como um das soluções para redução da poluição e contaminação do ar, da água e do solo, e proporciona economia de recursos naturais como petróleo, madeira, alumínio, ferro, aço, água e energia. A Coleta Seletiva foi implantada na Universidade Federal da Paraíba desde 2011, motivada pelo Decreto Presidencial 5.940/06, o Programa de Coleta Seletiva realiza um trabalho sócio-econômico-ambiental, através da inclusão social dos agentes da Cooperativa Acordo Verde, da redução da quantidade de resíduos depositados nos aterros sanitários e oferece uma melhor qualidade de vida para toda a comunidade acadêmica. Já a Compostagem, surge como solução para dar destino as podas e as folhas das árvores do *campus I*, estas são transformadas em adubo orgânico e utilizadas no próprio *campus I* e em outros *campi* da UFPB, sendo uma solução economicamente viável e eficientemente ecológica.
- Programa de resíduos da construção e demolição;
 - O Programa de Resíduos da Construção e Demolição tem como objetivo a gestão do conjunto de obras e reformas no *campus I* da Universidade Federal da Paraíba. O planejamento estratégico para o desenvolvimento deste programa envolve as etapas de diagnóstico, proposição de um plano para gerência das obras e reformas, monitoramento e avaliação das medidas a serem adotadas, de modo que se tenha total controle, desde o momento de licitação da obra até a disposição final adequada de seus resíduos.
- Programa de resíduos especiais;

- Esse programa tem por objetivo o estudo e a gestão adequada de alguns tipos de resíduos perigosos presentes na Universidade Federal da Paraíba, diagnosticando o passivo presente e propondo soluções técnicas para a correção dos mesmos. Esses estudos seguem as normas propostas pela Lei N° 12.305/10 que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, classificando os resíduos estudados pelo seu nível de periculosidade: lâmpadas fluorescentes, pilhas, bateria e eletroeletrônicos.
- Programa de resíduos de serviço e saúde;
 - Este programa visa o gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde (GRSS) da Universidade Federal da Paraíba, a partir do georreferenciamento dos pontos geradores, quantificação dos resíduos em volumes semanais, conhecimento do destino final e monitoramento. Como resultado desse programa pretendesse realizar uma gestão correta dos Resíduos de Serviço de Saúde, propondo soluções para reduzir, segregar e reciclar, em conformidade com a RDC n° 306/2004 da ANVISA, que estabelece como sendo um plano de procedimentos de gestão bem elaborado, um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando a proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente, independente dos recursos disponíveis serem insuficientes.
- Programa de resíduos químicos;
 - A Universidade Federal da Paraíba, por intermédio da Comissão de Gestão Ambiental, implantou um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos. Na atualidade o tratamento de Resíduos Químicos é viável e necessário. Com ajuda de professores e alunos das áreas da química e das engenharias, a UFPB utiliza meios exequíveis de gerenciamento de resíduos químicos, promove a consciência preventiva, especificamente no que se refere à nocividade de produtos perigosos em ambientes de trabalho, levando-se em consideração as instalações operacionais e os possíveis riscos ocupacionais. Contudo, para que este programa tenha êxito é necessário a consciência de todos em relação ao uso e ao descarte de

produtos visando à prevenção da poluição, à redução, reaproveitamento e recuperação de materiais.

- Programa de gestão de áreas verdes;
 - O Programa Gestão de Áreas Verdes visa a recuperação, conservação e manutenção das áreas de mata da UFPB, aonde serão disciplinados os múltiplos usos capazes de serem desenvolvidos nessas áreas, sem comprometer a sua integridade e conservação para as gerações futuras. Podemos citar o monitoramento ambiental como exemplo de uma das ações desenvolvidas pelo programa, ele é um procedimento de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das mudas plantadas pela ação do *Trote Verde* concomitante com as variáveis ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar, quantitativa e qualitativamente, as condições das mesmas durante o seu processo de desenvolvimento, ao longo do tempo. Visando fornecer possíveis informações sobre os fatores que influenciam o estado de conservação, preservação, degradação e recuperação ambiental da região estudada.
- Programa de gestão de águas;
 - O Programa Gestão de Água, que tem como objetivo realizar o monitoramento do consumo de água na Instituição, para o possível diagnóstico da condição atual e suporte ao desenvolvimento de ações que visem a correção de pontos de desperdício, o controle da qualidade da água e o volume gasto nos poços artesianos. Além disso, o programa pretende, em parceria com outros projetos, desenvolver e implementar um sistema de reutilização de águas e de reaproveitamento de águas pluviais.
- Programa de uso e ocupação sustentável;
- Programa de educação ambiental;
 - Plano de Educação Ambiental articulado com o Plano de Logística Sustentável da Universidade Federal da Paraíba, com a finalidade de aumentar o conhecimento e desenvolver a consciência crítica da comunidade acadêmica sobre as questões ambientais. Para isso, a Comissão vem desenvolvendo diferentes atividades na área de

educação ambiental, como, por exemplo, o Trote Verde, que vem promovendo a interação entre calouros e Universidade através da recuperação de áreas de mata degradadas dentro do *Campus*. Somam-se ao Trote Verde as atividades de divulgação de campanhas de educação ambiental através das redes sociais, site da Comissão e apresentações em centros e departamentos da UFPB. Com a aquisição de impressoras de sinalização e a consolidação do canal do *Youtube* TV CGA – UFPB, serão iniciadas com a comunidade acadêmica, campanhas de educação ambiental de massa, que permitirá atingir um número cada vez maior de pessoas a fim de despertar a consciência ambiental.

- Programa de consumo consciente.

7.2.2. UFCG

A Universidade Federal de Campina Grande também enfrenta dificuldades na implementação de medidas que reduzam os gastos e otimizem o consumo no uso final com energia elétrica.

Atualmente, a UFCG tem tido uma atuação discreta quando o assunto é gestão energética. A universidade não possui uma comissão de gestão energética. Porém, a reitoria juntamente com a prefeitura universitária busca implementar algumas ações isoladas para conscientização da comunidade universitária quanto ao desperdício no consumo de energia. A coordenação de engenharia da prefeitura universitária da UFCG tem realizado pesquisas para diagnosticar e propor medidas que colaborem com a redução do consumo de energia elétrica em alguns blocos da universidade. Porém, a falta de recursos financeiros impede a realização de algumas medidas.

Entretanto, desde a fundação da UFCG algumas medidas já foram propostas e divulgadas por meio de artigos, relatórios de conclusão de curso e estágio, e outros projetos estão atualmente em execução. Algumas ações tomadas no âmbito da UFCG serão apresentadas a seguir.

7.2.2.1. EFICIÊNCIA DO USO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE

A mobilização iniciada em 2001 por professores de departamentos da UFCG, antiga UFPB na época, para criação do projeto Eficiência do Uso Integrado dos Recursos Hídricos e Energéticos no Município de Campina Grande contou com participação de 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. Também contou com o apoio da *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 outros órgãos. Porém, infelizmente o projeto não obteve êxito devido a falta de financiamento pelo PROCEL/Eletrobras.

O objetivo principal do projeto era analisar e propor alternativas de soluções, de forma sistemática, às questões energéticas e hídricas no município de Campina Grande.

7.2.2.2. GRUPO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A ideia da criação de um grupo de Eficiência Energética na UFPB/UFCG surgiu em junho de 2001, contando com a participação de professores e alunos. Entre eles destacam-se:

- 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).

Durante uma reunião foi criado o plano estratégico do Grupo visando trazer benefícios a Universidade. Porém, a proposta não foi aceita pela Câmara Departamental e o projeto foi arquivado.

7.2.2.3. MELHORIA DA INFRAESTRUTURA E GESTÃO DO SISTEMA ENERGÉTICO DA UFPB/ UFCG

Em 2003, houve a iniciativa por parte de alguns professores do departamento do DEE da UFPB/UFCG, para criação do projeto Melhoria da Infraestrutura e Gestão do Sistema Energético da UFPB/UFCG. A equipe de coordenação contou a participação dos seguintes professores:

- Equipe de coordenação:
 - Moema Soares de Castro (Coordenadora Geral);
 - Américo Perazzo Neto;
 - Antonio M. Nogueira Lima;
 - Benedito Antonio Luciano;
 - Ubirajara Rocha Meira;
 - Wellington Santos Mota;
 - Zaqueu Ernesto da Silva.

O objetivo do projeto era prover a UFPB/UFCG de um sistema de gestão de energia, realizar o diagnóstico energético da instituição e construir um protótipo de sala de aula, utilizando iluminação eficiente além de implantar o uso de fontes alternativas de energia. Para que o objetivo fosse alcançado foram estabelecidas metas a serem cumpridas, entre elas:

- Elaborar Proposta de Plano de Gestão de Energia da UFPB-UFCG;
- Prototipagem do uso eficiente de energia na iluminação em sala de aula da UFCG;
- Construção de nova rede elétrica para o Campus de Campina Grande da UFCG;
- Recuperação da Rede Elétrica do Campus I-UFPB;
- Implantação de um sistema de aquecimento de água usando energia solar no RU e HU de J. Pessoa-UFPB;
- Implantar sistema híbrido de geração eólica /fotovoltaica /diesel –UFCG;
- Utilização do biogás no campus de Ciências Agrárias em Areias-UFPB.

Entre os benefícios que o projeto proporcionaria, destacam-se:

- Prover a instituição de um sistema de gerenciamento de energia e de equipamentos básicos necessários para análise energética;
- Melhorar a qualidade da energia utilizada;
- Renovar parte da estrutura de fornecimento energia elétrica;
- Proporcionar oportunidades de atividades extra classe para os alunos (estagio, cursos, TCC, participação em congresso e na empresa júnior);
- Propiciar a divulgação do uso racional de energia e de fontes renováveis;
- Revitalizar grupos de pesquisas, dando novo impulso com o uso do biogás, energia solar e eólica.

Devido a dificuldades encontradas na sua execução, os resultados esperados não foram alcançados e o projeto acabou sendo encerrado.

7.2.2.4. O CENTRO DE EXCELÊNCIA EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO NORDESTE

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 4: Dados do Convênio Eletrobras, UFCG e Fundação PaqTcPB.

Contratante	Centrais Elétricas Brasileira S. A.
CNPJ	1180000207
Contratada	Universidade Federam de Campina Grande - UFCG
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 8.66/1993 - 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	21/02/2011 00:00
Signatários	Eletrobras, UFCG e Fundação PaqTcPB

Fonte: Eletrobras, 2011.

7.2.2.5. GERÊNCIA INTELIGENTE DO CONSUMO DE ENERGIA NA UFCG

Em andamento, encontra-se o projeto coordenado pelo professor Dr. Edmar Candeia Gurjão, membro do Departamento de Engenharia Elétrica da UFCG (DEE) em parceria com a *Federation of Education and Reserch* (Ministério Federal de Educação e Pesquisa) da Alemanha. A partir do uso de sensores, a plataforma alemã acessará os dados da UFCG e plotarão as curvas do consumo de energia.

A execução do projeto na UFCG deu-se em função da das seguintes necessidades:

- Controle do consumo para evitar problemas na demanda contratada;
- Evolução do sistema para gerar energia no próprio campus, por exemplo energia solar com armazenamento de energia;
- Detecção de consumos anômalos;
- Redução do consumo de energia.

Diante das necessidades expostas, o objetivo do projeto é criar um sistema para gerenciar e registrar o consumo de energia em cada prédio do campus, além de realizar a detecção do consumo anômalo, gerar energia localmente e proporcionar o gerenciamento remoto do sistema.

Atualmente, o projeto encontra-se em execução no campus I da UFCG, com sede no Laboratório de Eletrônica do Bloco Labmet, e conta com as seguintes condições:

- Cinco medidores instalados e transmitindo dados (Blocos CJ, CV2 e BO, Reitoria e BP);
- Três medidores em instalação;

- Servidor de dados instalado;
- Sistema de monitoramento de baterias construído.

Em um segundo estágio do projeto, pretende-se que os equipamentos obedeçam a comandos remotos, por exemplo, desligar o ar-condicionado, sob comando, quando seu uso não for necessário em certo horário é uma das ações.

7.2.2.6. COLETA E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA UFCG

Na área de gestão ambiental, a UFCG desenvolve vários projetos de extensão voltados para a problemática socioambiental, entre eles destacam-se:

- Projeto Coleta e caracterização dos resíduos sólidos gerados na UFCG – Campus I: sensibilização da comunidade acadêmica da problemática socioambiental, coordenado pela professora Dra. Luiza Eugênia da Mota Rocha Cirne.
 - Este projeto de coleta seletiva solidária, iniciado em 2006, realiza medições entre gestores alunos, empresários síndicos e outros geradores visando o fortalecimento da cooperativa COTRAMARE mediante a implantação de coleta seletiva no município.
 - O projeto de coleta seletiva, que tem por objetivo elaborar estratégias de sensibilização, divulgação e implantação do projeto junto à comunidade acadêmica e do entorno da UFCG, assim como sensibilizar a comunidade acadêmica e demais munícipes para os problemas de ordens ambiental, sanitária e social, e propor e articular a implantação do Plano de Gestão Integrada de Resíduos sólidos.

7.2.2.7. TRABALHOS RELEVANTES ELABORADOS POR PROFESORES E ALUNOS DA UFCG NA ÁREA DE GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL

Publicações de artigos, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, livros, relatórios de estágio e pesquisa são alguns dos produtos finais elaborados nas universidades brasileiras. Diante disso, alguns dos trabalhos relevantes realizados no âmbito da UFCG, alguns podem ser citados:

7.2.2.7.1. PROPOSTA PARA ECONOMIA DE ENERGIA POR MEIO DO PRÉ-DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DA UFCG CAMPUS I

Em 2015, alunos do curso de engenharia civil, junto ao seu professor orientador Dr. Luis Reyes Rosales Montero, realizaram um estudo do consumo de energia elétrica do Campus I da UFCG com o intuito de realizar um pré-diagnóstico para eficiência energética na Universidade Federal de Campina Grande.

O objetivo desse trabalho foi realizar um pré-diagnóstico do consumo da energia elétrica e principalmente do condicionamento de ar da Universidade Federal de Campina Grande, levando em consideração e base os requisitos técnicos de qualidade do nível de eficiência energética de prédios comerciais, identificar o uso e condicionamentos dos climatizadores que são os maiores consumidores e os readequá-los a um novo sistema. Entre as propostas sugeridas pelo trabalho destacam-se:

- Troca de tipo de ar condicionado;
- Sistema de climatizador evaporativo;
- Utilização de climatização natural em dias de temperaturas amenas;
- Utilização da iluminação natural;
- Implantação das lâmpadas de LED;
- Geração de energia solar fotovoltaica.

7.2.2.7.2. PRÉ-DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO NAS SALAS DE AULA DA UFCG

O Pré-diagnóstico Energético nas Salas de Aula da UFCG é resultado de um estudo realizado por alunas de Engenharia Química (Camylla Renatha Q. Costa, Cindy Fernandes Pinho, Juliana de Souza Tomaz, Ruth Nobrega Queiroz) sobre a orientação do professor Dr. Luis Reyes Rosales Montero.

O objetivo do estudo é instrumentalizar os responsáveis pelas instituições e por seus setores de energia com ferramentas e conhecimentos que os capacitem a executar um gerenciamento energético que leve ao uso eficiente da energia dentro de suas instituições e que mantenha seus usuários motivados a colaborar com as ações propostas.

As ações de eficiência energética propostas pelo trabalho para a UFCG contemplam as principais de medidas:

- Treinamento pessoal, com o objetivo de criar um ambiente de conscientização nos colaboradores da instituição;
- Fixação de procedimentos operativos, de manutenção e de engenharia, objetivando a perenidade do programa a ser desenvolvido;
- Atualização tecnológica, com a substituição de equipamentos existentes por outros mais eficientes.

7.2.2.7.3. RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Em 2005, o aluno Claudio de Sá Soares, sobre a orientação do professor Dr. Benedito Antonio Luciano, realizou seu estágio supervisionado na UFCG. O objetivo do trabalho foi a familiarização com aspectos práticos e teóricos relativos à eficiência energética, referente aos transformadores de distribuição e com aspectos de iluminação.

O estágio foi cumprido em duas etapas:

- Na primeira etapa foi realizado um levantamento dos transformadores instalados no Campus I da UFCG, observando: local de instalação, características, verificação de perdas e levantamento de preços dos transformadores;
- Na segunda parte foi realizada uma análise das atividades desenvolvidas no âmbito do Convênio FUNAP/FINEP/ENERGÉTICO II, coordenado pela professora Dra. Moema Soares de Castro, destacando o envolvimento com medições de grandezas elétricas no secundário de transformadores instalados no sistema de distribuição de energia elétrica do Campus I da UFCG.

Um dos resultados importante gerado a partir dos estudos realizados nesse trabalho foi que a estimativa da quantidade de energia elétrica consumida pelas perdas nos transformadores, utilizando-se o padrão de cobrança de energia elétrica (kWh) da época e considerando o mês comercial como tendo 30 dias e em cada dia 24h, a quantidade de energia consumida para suprir essas perdas é de 8164,8 kWh. Além disso, mostrou o panorama do consumo de energia elétrica pelo blocos CA, REENGE e CD, localizados no Campus I da UFCG.

7.2.2.7.4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA UFCG POR ZONAS DE RAÍZES

Em 2012, sobre orientação do professor Dr. Luis Reyes Rosales Montero, o aluno Orlando Xavier de Oliveira desenvolveu um trabalho intitulado de Estação de Tratamento de Esgoto da UFCG por Zonas de Raízes.

O objetivo do trabalho era propor de forma sustentável o tratamento do esgoto da Universidade Federal de Campina Grande usando zona de raízes, idealizado seguindo a lógica do biofiltro, diminuindo poluentes e evitando a poluição de córregos e rios, ao mesmo tempo em que depois de a água ser tratada parte dela é reaproveitada na irrigação e a outra despejada no açude de Bodocongó de forma a não poluí-lo.

Como resultado o trabalho mostrou e definiu por que as zonas de raízes são a melhor alternativa para serem utilizadas na montagem e tratamento de estações de esgoto, visto que as mesmas apresentam sistemas que são facilmente operados e que podem também ser implantados no local onde o esgoto é gerado, economizam energia e são menos susceptíveis a variações nas taxas de aplicação de esgoto. Também, são de fácil integração ao ambiente e são caracterizados como tecnologia apropriada e autossustentável.

7.2.3. UEPB

7.2.3.1. LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO AMBIENTAL (LEECA)

O Laboratório de Eficiência Energética e Conforto Ambiental (LEECA) 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 sentinelas;
 - 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.

Apesar de a existência do laboratório na UEPB, segundo a coordenação de Engenharia e Arquitetura da Pró-Reitoria de Infraestrutura (PROINFRA), atualmente

nenhuma medida de eficiência energética está sendo executada nos campi da universidade.

7.2.3.2. PROGRAMA ADOTE UMA ÁRVORE DA UEPB

Criado em 2006, mas só iniciado as atividades como projeto de Extensão em 2007, transformado em programa em 2010 e institucionalizado em 2012, o programa de arborização “Adote uma Árvore” da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) tem alcançado bons resultados. Idealizado pelo professor e biólogo Ivan Coelho Dantas, o programa já cultivou e distribuiu mais de 350 mil mudas, contribuindo para diminuir o déficit de árvores da cidade de Campina Grande e regiões circunvizinhas, e com o meio ambiente paraibano.

Atualmente, o programa mantém uma produção de aproximadamente 50 mil mudas, distribuídas nos viveiros Horto Lauro Xavier e Psicultura Arthur Freire, instalados nas margens do Açude de Bodocongó, no Campus de Campina Grande, e também no horto que funciona no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), no Campus de Lagoa Seca. Neles são cultivadas plantas como ipê amarelo, rosa, branco e roxo, ipê de jardim, aroeira, craibeira, jasmim, flamboyant, mirim, palmeira mexicana, pata-de-vaca, madeira nova, entre outras espécies.

O Adote uma árvore visita escolas e empresas e ganha destaque em eventos como Semana do Meio Ambiente e a Semana da Árvore. Para funcionar, o projeto envolve um grupo de professores, estudantes, funcionários e técnicos agrícolas. O Adote uma Árvore tem ajudado a produzir uma consciência e ajudado a melhorar o meio ambiente.

8. PROPOSTAS DE SOLUÇÕES PARA SEREM ADOTADAS PELA UFCG

8.1. PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO ENERGÉTICA

As soluções propostas a seguir devem contar com a implantação de diversas ações de gestão e programas que visem o uso eficiente da energia elétrica. Estas ações para implantação da Gestão Energética podem ser divididas em três grandes pilares: o de caráter administrativo, o tecnológico e o comportamental.

8.1.1. PILAR ADMINISTRATIVO

O administrativo trata das questões que envolvem a Gestão de Contratos e Faturas de energia elétrica e, neste sentido, devem ser desenvolvidos trabalhos mensais de conferência, análise, pagamento e contatos com as concessionárias visando a correção de eventuais equívocos nas faturas de energia elétrica. Além disso, devem ser desenvolvidas atividades desde os cálculos de adequação tarifária, necessários à correta contratação de demandas, passando por todo o processo de negociação dos contratos de fornecimento de energia elétrica, até a assinatura e acompanhamento dos mesmos. Para melhor exemplificar, podem ser tomadas as seguintes ações:

- Projeto multa zero, com o objetivo de reduzir a valores próximos de zero a quantidade de “multas” pagas nas faturas de energia. A correção do fator de potência, através da instalação de bancos de capacitores podem apresentar economias nos custos com energia elétrica das universidades;
 - Ações para eliminar atrasos de pagamento de faturas. As faturas de unidades consumidoras atendidas em baixa tensão podem ser colocadas em débito automático, agilizando assim o processo de conferência e encaminhamento para pagamento ao Departamento Financeiro da Reitoria;
 - Adequação tarifária (multas devido a ultrapassagem de demanda). Realizar estudos referentes a adequação e ajustes nas contratações das demandas, podem gerar economia.

- Contratação de energia. Criar um programa de gestão de contratos com o objetivo de administrar os contratos de fornecimento de energia elétrica das unidades atendidas em média tensão;
- Gestão de faturas. A atividade de gestão de faturas pode render diversas recuperações e economias para as universidades, pois possibilita identificar cobranças equivocadas das concessionárias de energia elétrica, tais como: faturamento incorreto, cobranças indevidas, não atendimento a enquadramentos e outros.

8.1.2. PILAR TECNOLÓGICO

O amparo tecnológico do programa buscará implementar novas tecnologias que possam trazer maior eficiência ao uso da energia elétrica nas instalações das universidades, ou seja, abrange desde o cálculo e aquisição dos Bancos de Capacitores necessária à correção do baixo fator de potência das instalações elétricas, passando pela instalação e manutenção do sistema de gerenciamento de energia elétrica, até chegar ao uso final da energia, por meio do investimento em projetos de eficiência. Para melhor exemplificar, podem ser tomadas as seguintes ações:

- Sistema de Gerenciamento de energia elétrica;
 - A criação de um sistema de gerenciamento de energia elétrica que envolva a coleta, análise e monitoração de dados de consumo de energia em tempo real. O desenvolvimento de um sistema de gerenciamento é um poderoso instrumento para mudança de hábitos e racionalização do consumo de energia, permitindo o acompanhamento contínuo das cargas elétricas, segundo os mesmo critérios de medição das concessionárias de energia;
- Programa de uso racional de energia e fontes alternativas;
 - Fazem parte do escopo desse programa ações de aquecimento de água por meio de aquecedores solares, uso de gás natural, troca de sistemas de iluminação, treinamento de manutenção em aparelhos de ar-condicionado, definição de normas e padrões de instalação e de edificações, geração solar fotovoltaica e a partir de biogás;

- **Projetos de Eficiência Energética.** As universidades devem reservar uma verba anual para implantar projetos de reforma de usos finas nos seus campi, com o objetivo de tornar mais eficientes os sistemas que utilizam energia elétrica nas instalações prediais nas instituições. Pode ser privilegiados projetos nas seguinte áreas:
 - Troca de lâmpadas, reatores e luminárias por outros energeticamente mais eficientes;
 - Troca de equipamentos de ar condicionado;
 - Troca das fontes de energia para aquecimento de água elétrico por solares.

8.1.3. PILAR COMPORTAMENTAL

O pilar comportamental atua na conscientização de toda a comunidade universitária, demonstrando a importância da economia e da racionalidade no uso da energia elétrica, por meio da distribuição de kits educacionais compostos por folhetos, adesivos, camisetas, canecas, cartazes, etc. Além disso, complementa sua atuação promovendo treinamento aos funcionários da universidade que atuam na área elétrica, enfocando a questão do uso racional e eficiente e, palestras de conscientização abertas a todos os professores, funcionários e alunos.

- **Treinamento, capacitação e divulgação do programa.** Realizar palestras, investir em cursos para os funcionários e efetuar divulgação dos trabalhos e resultados. Além dessas ações outra atividade importante é o apoio a disponibilização contínua de dados relativos aos resultados e atividades do programa a alunos, professores e funcionários.

Figura 15: Modelo de gestão energética para IES.



Fonte: Elaborada pelo autor.

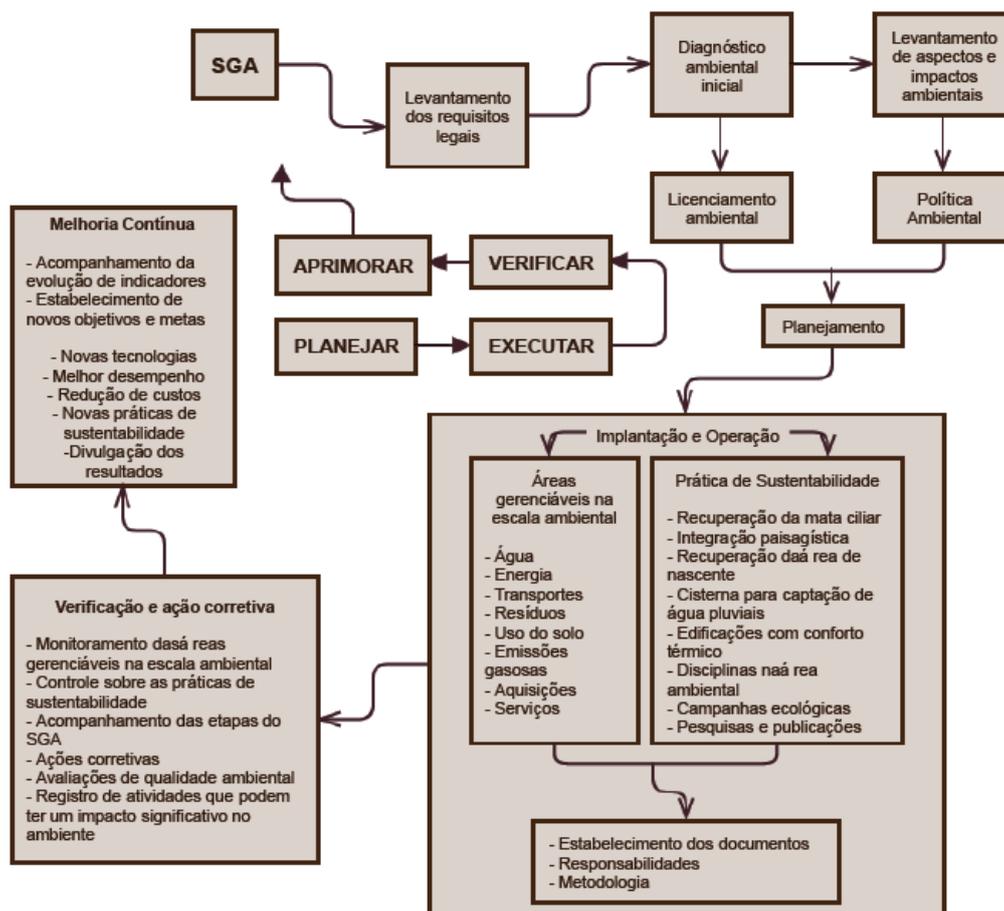
8.2. PROPOSTA DE MODELO DE GESTÃO AMBIENTAL

A gestão ambiental em universidades deve incluir análises responsáveis e detalhadas de cada fluxo num campus, devendo ser baseada em unidades físicas, porém permitindo também que sejam considerados:

- Questões econômicas;
- Incluir a avaliação de indicadores consistentes;
- Envolver o estudo detalhado destes indicadores a fim de compreender e estimar o potencial de melhoria do sistema;
- Servir de melhoria contínua dos parâmetros ambientais do sistema, de acordo com o comprometimento ambiental exemplar que as instituições precisam demonstrar.

As ações para implantação de um Sistema de Gestão Ambiental nas IES podem seguir o modelo proposto por TAUCHEN E BRANDLI – A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior ser divididas em três grandes pilares: o de caráter administrativo, o tecnológico e o comportamental.

Figura 16: Modelo de gestão ambiental para IES.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 16 é apresentada uma proposta de procedimentos para implantar um modelo de gestão ambiental.

O levantamento dos requisitos legais e aspectos ambientais deverá influenciar a definição da Política Ambiental de um campus. Depois de identificados os aspectos ambientais. Com a identificação dos aspectos ambientais da atividade exercida pela IES e a criação da política ambiental, pode-se avaliar e determinar quem será responsável por cada etapa do processo, quais as mudanças físicas necessárias e, principalmente, qual a receita disponível para investir nesse projeto de melhoria. Após a execução do proposto, segue-se com o monitoramento das etapas produtivas, buscando corrigir falhas que possam existir e minimizar possíveis problemas que não condizem com o objetivo do SGA

Como etapa final desse ciclo, faz-se necessária uma análise crítica sobre o que foi melhorado, se a política ambiental foi seguida e se o SGA conseguiu atingir seus

objetivos. Por ser um ciclo, o SGA, a partir daí, volta a aplicar sua política, buscar possíveis novos aspectos ambientais que passam a ser observados. Avaliar novamente os recursos disponíveis para melhorar o processo, seguir o monitoramento das ações e realizar novas análises, sempre com o objetivo principal do ciclo que é a melhoria contínua do SGA.

8.3. PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE UM LABORÁTÓRIO DE GESTÃO ENERGÉTICA E AMBIENTAL

A criação de um Laboratório de Gestão energética e Ambiental, que englobe Pesquisa, Ensino e Extensão, promoveria oportunidades de treinamentos aos alunos da UFCG, difusão de novos conhecimentos para a sociedade, redução de gastos com energia na 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.

Há uma necessidade de interação entre a universidade, em particular o DEE da UFCG, 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.

8.4. PROPOSTA DE SISTEMAS DE MONITORAÇÃO REMOTA DE CONSUMO

A monitoração remota é uma tecnologia que permite a medição e comunicação de informações que são do interesse das distribuidoras e clientes. Também usada com finalidade de eficiência elétrica em fábricas, escritórios e residências, o monitoramento do uso de energia de cada seção ou equipamentos e os fenômenos decorrentes (como a temperatura) em um ponto de controle por monitoração remota facilita a coordenação para o uso mais eficiente da energia.

A vantagens da implantação do sistema monitoração remota são muitas, dentre elas:

- Facilidade e fidelidade da informação;
- Baixo custo de operação e manutenção;
- Coleta automatizada de dados em tempo real.

Atualmente, há várias possibilidades de monitoração e medição de energia. É interessante que a Universidade Federal de Campina Grande implante um sistema de monitoração remota de energia elétrica no seu campus. Um exemplo de sistema de medição remota que pode ser implantado é o da Web Energy.

8.4.1. WEB ENERGY

O sistema Web Energy é um serviço de monitoramento de energia elétrica para gestão, controle, monitoração e, principalmente, redução dos custos de energia. O sistema faz parte de uma solução para gerenciamento eficiente da energia, recebendo dados de controladores dedicados, com “*software*” especializado para promover o armazenamento dos dados e possibilitar as consultas eletrônicas a relatórios e gráficos que auxiliam no gerenciamento do consumo de energia elétrica.

Além disso, permite ações de consultoria em eficiência energética, possibilitando a gestão eficaz da energia elétrica.

Toda a captação, administração, controle de acesso e consolidação dos dados é realizada em um único sistema. O sistema se destina a:

- 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 17: Interface do Sistema Web Energy.

The screenshot displays the 'Demonstracao(1)' window in the Web Energy system. The interface includes a sidebar with navigation options like 'Relatório', 'Gráficos', and 'Administração'. The main area shows a table of measurement points with columns for 'Pontos de Medição', 'Horário', 'Últimos Valores', and 'Alarmes'. A summary box at the bottom indicates that 17 measurement points are listed across 14 controllers, with 13 points having communication issues with the server and 1 point having issues with the concessionaire.

Pontos de Medição	Horário	Últimos Valores	Alarmes
Bauru / Altos da Cidade - Ambiente Externo		Indisponível (Código 2)	
Condomínio - Medidor Óleo	2 anos	10,000 LITROS	1,00
Edifício Morumbi Office Tower - Água de Abastecimento	14 horas	1,100 m³	1,00
Guarulhos Fundação - CC Terreo	3 anos	4,047 A	1,00
Medicao - Edifício Comercial	22 meses	233,0 kW	0,91 Ind
Medicao - Indústria Química	2 dias	11.845,4 kW	0,94 Ind
Medicao - Papel e Celulose	23:30	1.702,4 kW	1,00
Medicao - Supermercado	23:30	295,7 kW	0,96 Ind
Metalúrgica - Concessionária de Energia	2 anos	654,0 kW	0,94 Ind
Plásticos - Concessionária de Energia	12 meses	0,0 kW	1,00
Restaurante Cia - Medidor Gás			1,00
Shopping Center - Concessionária de Energia	5 anos	0,0 kW	1,00
Show Room - IOM7550	5 anos	230,2 kW	0,92 Ind
Show Room - Loja 01	5 anos	0,0 kW	1,00
Show Room - PM210	5 anos	0,0 kW	1,00
Show Room - PM850	5 anos	0,0 kW	1,00
Universidade - Concessionária de Energia	2 anos	300,5 kW	0,90 Ind

Resumo

Foram listados 17 ponto(s) de medição em 14 controlador(as)

- Foram listados 13 ponto(s) de medição Sem Comunicação com o Servidor
- Foram listados 1 ponto(s) de medição Sem Comunicação com a Concessionária

Fonte: WEB ENERGY, 2018.

9. CONCLUSÕES

Com este trabalho, foi possível avaliar o panorama da gestão energética e ambiental nas instituições de ensino superior do Brasil e da Paraíba. O presente trabalho teve como objetivo analisar e propor práticas de gestão de energia e ambiental nas operações de serviços das Universidades Federais da Paraíba.

Nesse cenário, percebeu-se a importância do papel das universidades na contribuição da geração e difusão do conhecimento, buscando alternativas que ajudem a ampliar os meios de busca de sustentabilidade. Constatou-se que, em grande parte das IES, a conta de energia elétrica é umas das maiores despesas, quando elencados todos seus itens de pagamento mensal. Verificou-se também, que uma parte considerável desses gastos deve-se ao uso de equipamentos ineficientes e a práticas inadequadas de instalação, uso e manutenção de aparelhos, entre outros inconvenientes da falta de uma cultura de uso eficiente e racional de energia no país.

Portanto, os investimentos em ações de eficiência energética e ambiental no âmbito das Instituições de Ensino Superior são de extrema importância tanto para as próprias universidades como para a sociedade, já que as universidades têm o papel de apresentar modelos que devem ser seguidos pela sociedade.

Neste trabalho foram propostos modelos de Gestão Energética e Ambiental para serem implantados pelas Instituições de Ensino Superior da Paraíba, para que elas possam promover o uso eficiente e racional da energia elétrica e dos recursos naturais, e assim serem exemplos de desenvolvimento sustentável para sociedade.

REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Programa de Eficiência Energética**. 2017. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/programa-eficiencia-energetica>>.
- [2] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Nota Técnica nº 0412/2017 – SPE/ANEEL**. 2017. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/34_arquivo/2017/075/documento/nt412_2017.pdf>. Acesso em 29 de jun. de 2018.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001. Sistemas de Gestão Ambiental – Especificação e diretrizes para uso**. Rio de Janeiro. ABNT, 1997a.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] BRASIL. Procel Info. **Procel**. Disponível em: < www.procelinfo.com.br>. Acesso em 11 de Jun. de 2018.
- [7] ELETROBRÁS. **Procel**. Disponível em: <<http://eletrobras.com/pt/Paginas/Procel.aspx>>. Acesso em 11 de Jun. de 2018.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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>>.
- [12] FOUTO, A. R. F. **O papel das universidades rumo ao desenvolvimento sustentável: das relações internacionais às práticas locais**. Dissertação. (Mestrado

em Gestão e Políticas Ambientais Relações Internacionais do Ambiente), 2002. Disponível em: http://campus.fct.unl.pt/campusverde/W_RIA_ARFF.doc Acesso em 08 de jun. de 2018.

[13] 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.

[14] 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>>.

[15] 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.

[16] IMS. **Power Net P-600 G4**. Disponível em:< <http://www.ims.ind.br/produto-detalhe/power-net-p-600-g4>>. Acesso em 28 de julho de 2018.

[17] KRAEMER, MARIA E. P. **Gestão Ambiental: Um Enfoque no Desenvolvimento Sustentável**, 2004. Disponível em <http://www.gestaoambiental.com.br/kraemer.php>. Acesso em 28 de jul. de 2005.

[18] 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.

[19] LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Portal do LABEEE**. Universidade Federal de Santa Catarina, SC. Disponível em:< <http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/desenvolvimento/laboratorios>>. Acesso em 11 de jul. de 2018.

[20] 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.

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

[22] 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.

[23] 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.

[24] MACIEL, JASMYNE K. V. S.; MONTERO, LUIS R. R. **Eficiência Energética em Instalações Prediais**, 2015. Livro – Universidade Federal de Campina Grande, 22 de maio de 2016, Campina Grande – PB

[25] MONTERO, LUIS R. R. **Gestão e Eficiência Energética na Indústria**, 2015. Universidade Federal de Campina Grande, 2015, Campina Grande – PB.

[26] 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.

[27] 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.

[28] 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.

[29] 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.

[30] 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.

[31] 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>>.

[32] 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/wpcontent/uploads/sites/52/2015/09/Gest%C3%A3oP%C3%BAblica-de-Energia-El%C3%A9trica-O-Programa-Permanente-Para-o-Uso-Eficiente-de-Energia-na-USP-PURE-II-CBEE-2007.pdf>>.

[33] 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.

[34] TAUCHEN et al. Gestão Ambiental: Um modelo da Faculdade Horizontina. **In: XII SIMPEP**. Bauru, SP. Disponível em: <http://simpep.feb.unesp.br>. Acesso em 02 de jul. 2018.

[35] ZITZKE, V. A. Educação Ambiental e Ecodesenvolvimento. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. v. 9, 2002. Disponível em: <http://www.fisica.furg.br/mea/remea/vol9/a13art16.pdf>. Acesso em 28 de jun. 2018.

[36] KRAEMER, MARIA E. P. **Gestão Ambiental: Um Enfoque no Desenvolvimento Sustentável**, 2004. Disponível em <http://www.gestaoambiental.com.br/kraemer.php>. Acesso em 28 de jul. de 2005.

[37] KRAEMER, MARIA E. P. **Gestão Ambiental: Um Enfoque no Desenvolvimento Sustentável**, 2004. Disponível em <http://www.gestaoambiental.com.br/kraemer.php>. Acesso em 28 de jul. de 2005.

[38] 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#>>.

ANEXOS

ANEXO A: GUIA PARA ELABORAR O PRÉ-DIAGNÓSTICO DAS INTALAÇÕES ELÉTRICAS DA UFCG CAMPUS I. Autor: Dr. Luis Reyes Rosales Montero.

GUIA PARA ELABORAR O PRE-DIAGNOSTICO DAS INSTALAÇÕES ELETRICAS DA UFCG CAMPUS I

Por

LUIS REYES ROSALES MONTERO

professorluisreyes@hotmail.com

PROJETO DE PESQUISA – UAEE/CEEI/UFCG 2013

A análise das instalações, ou diagnóstico energético, serve para descobrir se existem operações desnecessárias dentro da empresa. Por meio do diagnóstico energético é possível descobrir a existência de ajustes inadequados de termostatos, verificar o nível adequado de iluminação, se há ventilação desnecessária ou em excesso, entre outros possíveis fatores de desperdício de energia elétrica.

Iluminação

Verifique se a intensidade da iluminação é apropriada. Devem ser usados 160 a 450 lux (unidade de iluminância) para salas de recepção e corredores. Para lugares de trabalho mais detalhado, que requer maior iluminação, são necessários 750 a 1.100 lux; Faça uma análise da iluminação:

1. A luminária é adequada para direcionar a luz para onde é necessária?
2. A reflexão é boa?
3. A cor da luz é apropriada para a tarefa?
4. A luminária está na altura correta?
5. A luz natural está sendo bem aproveitada?
6. A iluminação localizada pode ser efetivamente usada em alguns locais?
7. As lâmpadas e luminárias são limpas periodicamente?
8. As luzes são desligadas sempre que não são necessárias?
9. Quantas luminárias podem ser desligadas por um único interruptor?
10. Quem desliga as lâmpadas?
11. As mesas ou máquinas de trabalho podem ser agrupadas por requisito de intensidade luminosa?
12. Quem usa o espaço e qual o período de uso?
13. Uma lâmpada de menor potência pode ser utilizada na luminária?
14. As superfícies refletem ou absorvem luz?
15. Qual é a localização das luminárias no ambiente?
16. A localização das luminárias causa ofuscamento?
17. Podem ser usadas fontes de luz mais eficientes em cada ambiente?
18. Fotocélulas e temporizadores podem ser efetivamente usados?

Processos

Vários processos dependem fundamentalmente de motores. Depois dos motores, a carga de processo mais comum é o aquecimento.

Faça a análise dos processos:

1. Os equipamentos ou processos podem ser agrupados para eliminar o transporte do equipamento ou material em processo?
2. A temperatura é alta demais nesses processos?
3. Há fuga de calor?
4. O isolamento térmico pode ser feito de maneira mais eficiente?

5. A energia dos gases de exaustão pode ser reaproveitada para calor de processo ou co-geração?
6. O pré-aquecimento é requerido nesses processos?
7. O processo pode ser fracionado ou interligado a outros processos?
8. O produto é aquecido, resfriado e aquecimento novamente? Se afirmativo, o processo contínuo se torna mais adequado?
9. Os processos podem ser alinhados para promover o uso mais efetivo do equipamento?
10. Os acionamentos e os mancais são lubrificados regularmente?
11. O sistema de correias transportadoras pode ser eliminado ou modificado?
12. As áreas quentes podem ser isoladas das áreas frias?
13. O que é melhor no processo: um motor grande ou vários motores pequenos?
14. Quais equipamentos podem ser desligados à noite?
15. O trabalho em dois ou três turnos pode tornar os processos mais eficientes?
16. Existe algum equipamento que é mantido em operação em lugar de ser desligado quando está em espera ou armazenando temporariamente material?
17. O ar comprimido é produzido em dois ou três estágios?
18. A água requerida pelo processo é muito quente?
19. Os fluidos podem ser reaproveitados?
20. O fluido é resfriado demasiadamente?
21. O aquecedor de água está próximo do uso de água quente?
22. A exaustão do processo é maior do que a requerida pela segurança ou qualidade do processo?
23. A tubulação, quente ou fria, é isolada apropriadamente?
24. A temperatura é controlada de modo que só é adicionado o calor necessário?
25. O calor suprido ou adicionado está no ponto de uso ou é transmitido para área de necessidade?

Motores e Acionamentos

Faça a análise dos motores e acionamentos utilizados:

1. O motor satisfaz a carga exigida?

2. O motor pode ser desligado e religado em vez de funcionar a vazio?
3. É necessário o processo motorizado?
4. Quem lubrifica os motores e os acionamentos? Com que regularidade?
5. O calor do motor pode ser reciclado?
6. Qual é o tipo de acionamento utilizado? É o mais eficiente?
7. Qual é a tensão?
8. O motor pode ser limpo para reduzir o acúmulo de calor?
9. Como a carga é ajustada?
10. Dois ou mais motores trabalhando em conjunto apresentariam melhor resultado?
11. O motor tem boa manutenção e está em boas condições?
12. Existem passagens de corrente para a terra?
13. O motor está localizado em local úmido?
14. Quem liga e desliga o motor e qual é a periodicidade necessária?
15. Qual é a eficiência do motor?

Outros Equipamentos

1. Todos os transformadores são realmente necessários?
2. O transformador, quando em uso, está sempre muito quente?
3. O transformador pode ser desligado quando não estiver em uso?
4. As conexões elétricas estão bem instaladas?
5. Os taps de tensão estão na posição apropriada?
6. O equipamento está corretamente aterrado?
7. Os condutores estão dimensionados corretamente para a carga?
8. Qual é o fator de potência?

Conceito de Otimização (Eficiência Energética)

_ Otimizar é obter o melhor resultado

_ Maximizar o efeito útil

- Eletricidade (Potência Mecânica, etc.)

- Energia Térmica (Vapor, Calor, Frio, etc.)

_ Minimizar as irreversibilidades (perdas)

Objetivo (Função)

_ Otimização da Compra de Energia;

_ Utilização de Equipamentos Eficientes;

_ Desenvolvimento de Estudos de Fontes Alternativas de Energia;

_ Viabilidade Técnico- Econômica das MCE's (payback, VPL, TIR,

Relação)

_ Custo/ Benefício, Fluxo de Caixa);

_ Endomarketing em Otimização/Eficiência.

O que é diagnóstico energético?

É a aplicação de um conjunto de técnicas que permitem determinar o grau de eficiência com que utilizada a energia elétrica.

Etapas de um diagnóstico energético:

_ Diagnósticos

_ Planejamento

_ Organização

_ Integração

_ Direção

_ Controle

Diagnósticos

_ Análise do histórico do consumo de energia relacionado com os níveis de produção

_ Operação dos equipamentos e características dos processos e tecnologias utilizadas

Planejamento

- _ Escolher alternativas concretas para as ações a serem tomadas assim como o tempo de execução
- _ Determinar a quantidade de recursos financeiros para a aplicação do programa

Organização

- _ Especificar as funções, hierarquias e obrigações de todos os grupos e pessoas envolvidas no programa de economia de energia

Integração

- _ Escolher a pessoa ou grupo de pessoas que serão responsáveis pela execução do programa
- _ Definir a equipe e instrumentação necessária para realizar o diagnóstico e monitorar os avances do programa

Direção

- _ Delegar a autoridade necessária ao responsável pelo programa
- _ Definir os mecanismos de supervisão e os meios de comunicação

Controle

- _ Estabelecer normas de consumo de energia, manutenção e operação
- _ Monitoração através de um sistema integral de informação energética

Objetivos de um diagnóstico energético

- _ Estabelecer metas de economia de energia
- _ Projetar e aplicar um sistema integral para economia de energia
- _ Avaliar técnica e economicamente as medidas de conservação e economia de energia

- _ Diminuir o consumo de energia sem afetar os níveis de produção

Atividades

- _ Registrar as condições de operação dos equipamentos, instalações e processos
- _ Calcular índices energéticos ou de produtividade e atualizar no projeto
- _ Determinar potenciais de economia

Aspectos a diagnosticar

- _ Operativo
- _ Econômico
- _ Energéticos

Operativos

- _ Inventário de equipamentos consumidores de energia
- _ Detecção e avaliação de fugas e desperdícios
- _ Análise do tipo e frequência de manutenção
- _ Possibilidade de substituição de equipamentos

Econômicos

- _ Preços atuais e possíveis trocas dos preços dos energéticos
- _ Custo dos energéticos e seu impacto nos custos totais
- _ Estimativa econômica de desperdício
- _ Relação custo-benefício de medidas para eliminar desperdício

Energéticos

- _ Formas e fontes de energia utilizadas
- _ Volumes consumidos
- _ Estrutura de consumo

_ Possibilidade de autogeração e cogeração

Viabilidade Técnico – Econômica

- 1 - Payback e Tempo de Retorno;
- 2 - Valor Presente Líquido- VPL;
- 3 - Taxa Interna de Retorno- TIR;
- 4 - Relação Benefício Custo;
- 5 - Receita Requerida;
- 6 - Estabelecimento de Fluxo de Caixa;
- 7 - Análise de Sensibilidade.

Implantação de Medidas

Três são as opções:

- a) Investimento com recursos próprios
- b) Investimento com obtenção de financiamentos
 - BNDS
 - 1% faturamento anual das concessionárias
 - RGR (Reserva Global de Reversão) Fundo do Setor Elétrico
- c) Investimento através de Contrato de Performance (ESCO's)

Otimização na Compra de Energia

1. Estudo das Tarifas de Energia Elétrica Vigentes (Software AnCE 2.0, Enercalc etc.), alterações na legislação;
2. Troca de Tensão de Fornecimento;
3. Gerenciamento Pelo Lado da Demanda- GLD (aumento fator de carga etc.);
4. Ultrapassagem de Demanda Contratada;
5. Correção de Fator de Potência (instalação de bancos de capacitores);

6. Qualidade de Energia - “Power Quality” (harmônicas, flicker, sag, swell, DEC, FEC, DIC, FIC);
7. Ações Jurídicas (ECE, Plano Cruzado, ICMS);
8. Planejamento Energético: MAE, Co- geração, Comercialização, etc.

Utilização de Equipamentos Eficientes – Transformadores

- 1 - Elevação de Fator de Potência;
- 2 - Realocação de Transformadores;
- 3 - Desequilíbrio de Tensão;
- 4 - Desequilíbrio de Corrente;
- 5 - Sobrecarga (Efeito Joule);
- 6 - Ajuste de TAP's;
- 7 - Transformador a Vazio;
- 8 - Troca de Transformadores Antigos.

Utilização de Equipamentos Eficientes – Circuitos de distribuição

- 1 - Elevação de Fator de Potência;
- 2 - Redistribuição de Cargas;
- 3 - Ajuste de Tensão;
- 4 - Sobrecarga (Efeito Joule);
- 5 - Redimensionamento de condutores;
- 6 - Centro de Carga;
- 7 - Aterramento.

Utilização de Equipamentos Eficientes – Motores elétricos

1. Elevação de Fator de Potência;
2. Motores Superdimensionados: pode- se obter até 30% de economia

(software Bell Motor 1.0);

3. Troca por Motores de Alto Rendimento: pode- se obter até 10% de economia, sendo aconselhável em processos contínuos, mais de 7000h por ano (software Bell Motor 1.0);

4. Evitar cultura de Rebobinamento de Motores, optando por troca dos motores;

5. Aplicação de Controladores de Velocidade: pode- se obter entre 15- 30% de economia (exaustores, ventiladores, bombas, etc.).

Utilização de Equipamentos Eficientes – Iluminação

1. Aplicação de Luminárias de Alto Rendimento: pode- se obter até 50% de economia;

2. Aplicação de Reatores Eletrônicos;

3. Aplicação de Lâmpadas Eficientes (lm/ W);

4. Aproveitamento de Iluminação Natural;

5. Utilização de Sensores de Presença: pode- se obter até 15% de economia.

6. Instalação de Telas Translúcidas;

7. Instalação de Reatores “Dimmerizáveis”;

8. Redução de Iluminância quando possível;

9. Desligamento de Circuitos em Horário de Almoço;

10. Individualização de Comando da Iluminação;

11. Mudança do Horário de Limpeza.

Utilização de Equipamentos Eficientes – Outras medidas

1. Desligamento de Computadores em Horário de Almoço;

2. Uso de *Energy Star* para reduzir consumo de monitores;

3. Sistemas de Aquecimento Elétrico, e etc.

DESCRIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO - ZONA DO DIAGNOSTICO - BLOCOS - AREAS

ALUNO
Blocos

SITUAÇÃO ATUAL DAS LAMPADAS CORREDORES

SITUAÇÃO ATUAL DAS LAMPADAS DAS SALAS
DIAGNOSTICO

INTERRUPTORES SALAS
DIAGNOSTICO

ILUNINAÇÃO EXTETERNA

DIAGNOSTICO DAS LUMINARIAS

--

AR CONDICIONADO / VENTILADOR

DIAGNOSTICO

--

PARARAIO/FUSIVEL TRANSFORMADOR

--

POTENCIA INSTALADA

DIAGNOSTICO

--

CONSULTAR TABELA 03 PARA PREENCHIMENTO

--

DIAGNOSTICO DAS INSTALAÇÕES ELETRICAS

DESCRIÇÃO

--

JUSTIFICATIVAS PARA TROCA DE EQUIPAMENTOS

IDENTIFICAR - SE HOUVER - ALTERNATIVA MODELOS

--

CARACTERISCIAS DOS PRODUTOS A SEREM SUBTITUIDOS

--

--

QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS POR BLOCOS
VALOR ESTIMADO

Cálculo mensal de energia a ser reduzida

--

CALCULO DA DEMANDA A SER DIMINUIDA POR TRASFORMADOR
--

--

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA E SITES DE PRODUTOS REFERENCIADOS
--

LISTAGEM DE PESQUISAS CORRELATAS

--



TABELAS PARA PREENCHIMENTO DO MATERIAL A SER SUBSTITUÍDO

<u>TABELA 01 SALAS E CORREDORES:</u>

<u>TABELA 02: PROTEÇÃO (DISJUTORES)</u>

LAMPADAS EXTERNAS	<u>TABELA 04:</u> TIPO DE PRODUTO

