



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Mestrado em Engenharia Ambiental

Carine de Oliveira Santos da Silva

**USO DA ENERGIA ELÉTRICA NO INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE *CAMPUS* CAMPOS
GUARUS**

Rio de Janeiro

Março de 2016



UFRJ

Carine de Oliveira Santos da Silva

USO DA ENERGIA ELÉTRICA NO INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE *CAMPUS* CAMPOS
GUARUS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof.^ª Dr.^ª Cristina Aparecida Gomes Nassar

Rio de Janeiro
2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Carine de Oliveira Santos da.

Uso da energia elétrica no Instituto Federal Fluminense *campus*
Campos Guarus /Carine de Oliveira Santos da Silva. – 2016.
f.:= 101p.

Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) –
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e
Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de
Janeiro, 2016.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristina Aparecida Gomes Nassar

1. Eficiência energética. 2. Gestão 3. Sustentabilidade. 4.
Instituto Federal Fluminense I. Nassar, Cristina Aparecida Gomes.
II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e
Escola de Química. III. Título.



UFRJ

**USO DA ENERGIA ELÉTRICA NO INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE
CAMPUS CAMPOS GUARUS**

Carine de Oliveira Santos da Silva

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristina Aparecida Gomes Nassar

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela Banca:

Prof.^a Dr.^a Cristina Aparecida Gomes Nassar
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Orientadora

Prof. Dr. Estevão Freire
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Sergio Luiz Costa Bonecker
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Rodrigo Martins Fernandes
Instituto Federal Fluminense

Rio de Janeiro
2016

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos meus sobrinhos Ana Sophia, Júlia e João Pedro, minhas grandes alegrias, toda a minha família e aos meus amigos que torceram por mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me fortalecer todos os dias e não me deixar desistir deste sonho.

À minha orientadora, prof^a Dra. Cristina Nassar, pela paciência, incentivo, disponibilidade e orientação ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do Programa de Engenharia Ambiental/UFRJ, pelos relevantes conhecimentos compartilhados.

Aos meus pais, Anilton e Juciara por minha educação, pelo estímulo e incentivo a todo momento. Amo vocês.

Às minhas irmãs, Dra. Viviane, Me. Patricia e Me. Caroline por serem um exemplo para mim, por compreenderem os momentos de ausência e pelas orações.

Ao grande amor da minha vida, meu esposo, Anderson pela parceria, paciência, orações e compreensão em todo esse período do Mestrado e por todo amor dedicado a mim.

À amiga e professora Alba Rosa por revisar esse texto.

Ao professor Edimar Pereira pelas contribuições e sugestões no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os colegas do IFFluminense *campus* Campos Guarus que colaboraram de diversas formas para realização desta dissertação, fornecendo gentilmente informações importantes e participando da pesquisa através do questionário, em especial a Diretora Geral do *campus*, Christiane, por permitir a realização desta pesquisa e ao professor Luiz Fernando pela valiosa colaboração.

Às amigas Adriana e Elisângela por toda ajuda e incentivo.

Ao Instituto Federal Fluminense pelo apoio e oportunidade.

Aos colegas da PROEX/IFF, em especial a Paula Bastos, por permitir minha ausência para me dedicar aos estudos.

RESUMO

SILVA, Carine de Oliveira Santos da. Uso da energia elétrica no Instituto Federal Fluminense *campus* Campos Guarus. Rio de Janeiro, 2016. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

Diante da crescente preocupação com o uso racional dos recursos naturais que estão cada dia mais escassos, a eficiência energética tem surgido como uma importante ferramenta no processo para redução dos impactos ambientais gerados pela expansão da oferta de energia. O estudo teve como objetivo analisar o padrão de consumo de energia elétrica e seus custos, com ênfase na iluminação e nos aparelhos de ar-condicionado do Instituto Federal Fluminense *campus* Campos Guarus. Foi realizado um diagnóstico que verificou os gastos da Instituição com energia elétrica e os hábitos dos servidores e alunos com relação ao desperdício de energia, através da análise de contas de energia, observação *in loco* nos diferentes setores administrativos e salas de aula, e entrevistas com aplicação de questionário com os servidores. Foram propostas algumas alternativas para a redução do consumo de energia, e uma análise de viabilidade econômica destas medidas. Além disso, foram divulgados materiais com ações de boas práticas ambientais para a redução de energia. Os resultados demonstraram que a arquitetura do ambiente não foi projetada de forma sustentável, com iluminação e ventilação natural ineficientes, e que não existe uma cultura para o uso das mesmas, levando ao desperdício de energia. Foi ainda demonstrada a necessidade de ações contínuas de conscientização e sensibilização dos usuários do *campus*. Os cálculos realizados demonstraram que é possível atingir uma economia de energia com trocas eficientes no sistema de iluminação, sendo constatado que a lâmpada de LED foi a melhor opção para essa economia, já que ocorrerá uma redução no consumo de 1.466,52 kWh mensais e o tempo de retorno do investimento será rápido, pouco mais de 8 meses, segundo os cálculos de “payback”, VPL e TIR realizados.

Palavras-chave: Eficiência energética, Gestão, Sustentabilidade, Instituto Federal Fluminense

ABSTRACT

SILVA, Carine de Oliveira Santos da. The use of electricity at Fluminense Federal Institute Campos Guarus campus. Rio de Janeiro, 2016. Dissertation (Master's degree) – Environmental Engineering Program, Polytechnic School and School of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

Given the growing concern about rational use of natural resources that are more every day, energy efficiency has emerged as an important tool in the process of reducing environmental impacts by expanding the supply of energy. The study aimed to analyze the pattern of electricity consumption and its costs, with emphasis on illumination and air conditioning units of the Fluminense Federal Institute Campos Guarus campus. A diagnosis was performed in order to check the institution's energy expenses and the habits of servers and students regarding the waste of energy, through the analysis of bills, visitations to different administrative sectors and classrooms and interviews use application of questionnaires with servers. Some alternatives have been proposed to reduce power consumption, and an economic feasibility analysis of these measures. Furthermore, materials have been disclosed with actions of good environmental manners to reduce energy. The results showed that environmental architecture was not designed in a sustainable way, with inefficient illumination and natural ventilation, and that there has never been a culture for their use, leading to waste of energy. It was also demonstrated the need for continuous actions of awareness and sensitization of campus users. The calculations performed have shown it is possible to achieve energy savings with efficient exchanges in the illumination system, and it revealed that the LED bulb is the best option for this economy, bringing a fast return of the resource to be invested, since the consumption will reduce to 1.466,52 kWh a month and the time to investment return will be quick, a little more than 8 months, according to payback, NPV and IRR calculations.

Keywords: Energy Efficiency, Management, Sustainability, Fluminense Federal Institute

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição geográfica dos Institutos Federais pelo Brasil	27
Figura 2 – Cenário da Rede Federal	28
Figura 3 – Mapa de distribuição dos <i>campi</i> e unidades do IFFluminense.....	29
Figura 4 – Correlação percentual da oferta de energética no Brasil no período de 2011 a 2014	41
Figura 5 – Correlação percentual dos principais equipamentos responsáveis pelo consumo de energia elétrica em Instituições públicas.....	42
Figura 6 – Imagem aérea do IFFluminense <i>campus</i> Campos Guarus	49
Figura 7 – Gráfico representativo dos valores gastos com energia elétrica no <i>campus</i> Campos Guarus, no período de 2012 a 2015	57
Figura 8 – Gráfico representativo do consumo mensal de energia elétrica entre 2012 e 2015	58
Figura 9 – Gráfico representativo da Temperatura Compensada Média durante o período de 2012 a 2015 na cidade de Campos dos Goytacazes.....	59
Figura 10 – Gráfico da média de consumo de energia elétrica por estação do ano.....	59
Figura 11 – Gráfico do consumo de energia elétrica, do <i>campus</i> Campos Guarus por dias trabalhados.....	60
Figura 12 – Aspecto geral de uma sala de aula no IFFluminense <i>campus</i> Campos Guarus com as cortinas fechadas.....	63
Figura 13 – Aspecto geral do banheiro do bloco D do IFFluminense <i>campus</i> Campos Guarus demonstrando a falta de necessidade de iluminação artificial.....	64
Figura 14 – Aspecto geral do corredor do bloco A do IFFluminense <i>campus</i> Campos Guarus demonstrando a falta de necessidade de iluminação artificial.....	64
Figura 15 – Aspecto geral do corredor do bloco A do IFFluminense <i>campus</i> Campos Guarus demonstrando a falta de necessidade de iluminação artificial.....	65
Figura 16 – Aspecto geral do corredor do bloco D do IFFluminense <i>campus</i> Campos Guarus demonstrando a falta de necessidade de iluminação artificial.....	65

Figura 17 – Abertura para aproveitamento da luz natural no corredor do bloco D do IFFluminense <i>campus</i> Campos Guarus demonstrando a falta de necessidade de iluminação artificial.	66
Figura 18 – Relação percentual de pessoas que já observaram ou não pontos de desperdício de energia elétrica no <i>campus</i>	68
Figura 19 – Relação percentual de pessoas que utilizam iluminação natural no ambiente de trabalho.....	69
Figura 20 – Relação percentual que utilizam a ventilação natural no ambiente de trabalho. .	69
Figura 21 – Relação percentual de pessoas que consideram o ambiente confortável com o ar-condicionado desligado.....	70
Figura 22 – Relação percentual de pessoas que desligam a iluminação quando o ambiente está vazio.....	70
Figura 23 – Relação percentual de pessoas que desligam o ar-condicionado quando o ambiente está vazio.....	71
Figura 24 – Relação percentual de pessoas que desligam o computador quando o ambiente está vazio.....	71
Figura 25 – Relação percentual de pessoas que desligam a impressora ao final do expediente	72
Figura 26 – Relação percentual de pessoas que programam o computador para desligar automaticamente após alguns minutos sem utilização.....	72
Figura 27 - Imagem dos aparelhos de ar-condicionado instalados em nichos no IFFluminense <i>campus</i> Campos Guarus.....	76
Figura 28 – Adesivo com dicas de boas práticas sustentáveis fixados nas paredes, ao lado dos interruptores.....	81
Figura 29 – Cartaz com divulgação de boas práticas sustentáveis, fixados nos setores administrativos.....	82
Figura 30 – Cartaz com divulgação de boas práticas sustentáveis, fixados em murais do IFFluminense <i>campus</i> Campos Guarus.....	83
Figura 31: Cartaz colocado em todas as salas de aula do IFFluminense <i>campus</i> Campos Guarus, pela coordenação de turno, após a pesquisa e campanhas realizadas.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação das modalidades tarifárias disponíveis para as unidades consumidoras enquadradas no Grupo A	45
Tabela 2 – Valores gastos com pagamento de energia elétrica nos anos de 2012 a 2015.....	58
Tabela 3 – Contabilização mensal dos dias letivos entre 2012 e 2015 no IFFluminense <i>campus</i> Campos Guarus.....	60
Tabela 4 – Comparação da iluminância dos setores do IFFuminense <i>campus</i> Campos Guarus com os valores recomendados pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.....	61
Tabela 5 – Potência total instalada em lâmpadas.....	74
Tabela 6 – Potência total instalada em equipamentos de ar-condicionado.....	76
Tabela 7 – Quantidade de lâmpadas em sala de aula por bloco.....	85
Tabela 8 – Consumo de lâmpadas tubulares fluorescentes de 40w e de 32w.....	87
Tabela 9 – Orçamento dos equipamentos necessários para troca de lâmpadas.....	87
Tabela 10 – Consumo de lâmpadas tubulares fluorescentes e tubulares de LED.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A3P	Agenda Ambiental para Administração Pública
ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
ABILUX	Associação Brasileira da Indústria de Iluminação
ACU	Congresso da Associação das Universidades Commonwealth
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CEFETs	Centros Federais de Educação Profissional e Tecnológica
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural
Copernicus	CO-operation Programme in Europe for Research on Nature and Industry through Coordinated University Studies
EAD	Educação a Distância
EEE	Eficiência Energética em Edificações
IES	Instituições de Ensino Superior
IFET	Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia
IFFluminense	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	International organization for standardization
LED	Light Emitting Diode
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MWh	Megawatt-hora
ONU	Organização das Nações Unidas
OIA	Organismo de Inspeção Acreditado
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
Procel EPP	Programa de Eficiência Energética em Prédios Públicos
Pronatec	Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego
RSA	Responsabilidade Socioambientais
TAEs	Técnicos Administrativos em Educação
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
W	Watss

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivos.....	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1 Desenvolvimento sustentável.....	19
2.1.2 As Instituições de ensino superior e o desenvolvimento sustentável.....	22
2.1.3 Os Institutos Federais.....	26
2.2 Programa Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P.....	29
2.3 Geração de energia elétrica.....	31
2.3.1 Eficiência energética.....	34
2.3.2 Crises energéticas no Brasil.....	38
2.3.3 Energia elétrica em prédios públicos.....	42
2.3.4 Ações da Comissão de Eficiência Energética no Instituto Federal Fluminense.....	43
2.3.4.1 Contrato de Fornecimento de energia elétrica.....	44
2.3.5 Sugestões do PROCEL para a redução do consumo de energia elétrica.....	47
3 METODOLOGIA.....	49
3.1 Área de estudo.....	49
3.2 Levantamento de dados.....	50
3.3 Economia de energia elétrica.....	54
3.4 Análise econômica.....	54
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1 Análise das faturas.....	57
4.2 Análise da iluminância.....	61
4.3 Fase de diagnóstico.....	62
4.3.1 Visita as instalações.....	62
4.3.3 Sistemas de iluminação.....	73
4.3.4 Sistema de condicionamento de ar.....	75
4.3.5 Outros equipamentos.....	77
4.4 Alternativas para uso racional de energia elétrica no IFFluminense <i>campus</i> Campos Guarus.....	77

4.5 Campanha contra o desperdício.....	80
4.6 Análise das propostas de economia no sistema de iluminação.....	85
4.6.1 Eliminação do desperdício.....	85
4.6.2 Substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares de 40 W por 32 W.....	86
4.6.2.1 Análise econômica.....	87
4.6.3 Substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED.....	88
4.6.3.1 Análise econômica.....	89
5 CONCLUSÕES.....	91
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
APÊNDICE A – Questionário para obter a opinião e percepção dos técnicos administrativos em educação do IFFluminense sobre o uso de energia elétrica.....	99
APÊNDICE B – Tabela de anotações dos hábitos de estudantes praticados no IFFLUMINENSE <i>campus</i> Campos Guarus.....	101

1 INTRODUÇÃO

A questão ambiental tem ganhado espaço nos debates em diferentes setores da sociedade. Muito se tem discutido acerca do uso racional e eficiente dos recursos naturais.

A intervenção causada pela humanidade na natureza se intensificou com a Revolução Industrial e desde então segue aumentando. Por isso é necessário agir com prontidão na criação de condições socioeconômicas, institucionais e culturais para estimular um progresso tecnológico poupador de recursos naturais, assim como uma mudança nos padrões de consumo para que a “capacidade de carga” do planeta Terra não seja ultrapassada, ou seja, a exploração dos recursos naturais não pode ser maior do que a capacidade do planeta em renová-los. A população está consumindo os recursos de forma cada vez mais intensa e pode estar acabando com um sistema insubstituível de recursos naturais, e como não temos dados que estime com precisão essa capacidade de carga é preciso agir com precaução (ROMEIRO, 2010; AMEND *et al.*, 2010).

Em 2009, um grupo de cientistas ambientais liderado por Johan Rockström do Stockholm Resilience Centre, na Suécia, e Will Steffen, da Universidade Nacional Australiana definiu um quadro com nove “fronteiras planetárias”. Os cientistas identificaram e mensuraram nove processos e sistemas da Terra e suas fronteiras que marcam a zona segura para o planeta, a população pode agir dentro dessas fronteiras sem causar danos irreversíveis ao meio ambiente, entendendo-se estas como uma pré-condição para o desenvolvimento sustentável e a manutenção da humanidade (INSTITUTO AKATU, 2015).

A tese central dos autores é a de que os humanos se tornaram o principal vetor de mudança global sistêmica, essa mudança sinaliza a transição do Holoceno para o Antropoceno. O Holoceno é o estado em que o planeta se encontra há aproximadamente nos últimos dez mil anos que possibilitou o desenvolvimento dos seres humanos com condições climáticas (temperatura, precipitações, extremos climáticos) benignas e estáveis em muitas regiões do planeta após a era glacial. E o Antropoceno é o período mais recente da história do planeta, acredita-se que seu início tenha ocorrido na revolução industrial. “Como conceito contém essas duas dinâmicas centrais: o fator antrópico como principal

vetor de mudança sistêmica e o abandono progressivo do domínio estável do Holoceno.” (VIOLA, FRANCHINI, 2012).

As nove fronteiras planetárias são: mudanças climáticas; perda da integridade da biosfera (perda de biodiversidade e extinção de espécies); destruição do ozônio estratosférico; acidificação dos oceanos; fluxos biogeoquímicos (ciclos do fósforo e do nitrogênio); mudança do sistema terrestre (por exemplo, o desmatamento); utilização da água doce; carga atmosférica de aerossóis (partículas microscópicas na atmosfera que afetam o clima e os organismos vivos); introdução de novas entidades (por exemplo, poluentes orgânicos, materiais radioativos, nanomateriais, e microplásticos). Quatro dessas nove fronteiras planetárias já foram ultrapassadas: mudanças climáticas, de perda de integridade da biosfera, de mudança do sistema terrestre e de alteração de ciclos biogeoquímicos (fósforo e nitrogênio). Sendo que mudanças climáticas e integridade da biosfera são consideradas pelos cientistas como “fronteiras fundamentais”. Ao alterar significativamente uma destas fronteiras, o planeta pode ser impulsionado para um novo estado. Este estudo é um alerta para a atual condição do planeta (INSTITUTO AKATU, 2015).

As palavras de Kraemer enfatizam:

“O impacto da espécie humana sobre o meio ambiente tem sido comparado, por alguns cientistas, às grandes catástrofes do passado geológico da Terra. A humanidade deve reconhecer que agredir o meio ambiente põe em perigo a sobrevivência de sua própria espécie e pensar que o que está em jogo não é uma causa nacional ou regional, mas sim a existência da humanidade como um todo. É a vida que está em jogo. Não podemos conceber um ecossistema sem o homem, não podemos encontrar o homem sem algum ecossistema.” (KRAEMER, 2004a, p.4)

A energia elétrica, por sua vez, gera impacto no meio ambiente desde a captura de recursos naturais, passando pelos processos de geração e transmissão até seu uso final pelos consumidores (REIS; SANTOS, 2015). Diversas atividades dependem desse recurso que por muitas vezes é mal utilizado. Para a expansão da oferta e demanda de energia deve-se levar em conta aspectos econômicos e técnicos sem dissociar seus efeitos sobre a sociedade e o meio ambiente (HOLLANDA; VAREJÃO, 2014). Além disso, o Brasil passa por uma grave crise hídrica, a falta de chuvas vem ocasionando uma queda no nível de água dos reservatórios das hidrelétricas e o uso mais intenso das termelétricas. As distribuidoras recorrem a energia das térmicas cujo custo de produção é mais alto e isso gerou mais um aumento na conta de energia dos consumidores, que são as bandeiras tarifárias (HOLLANDA; VAREJÃO, 2014).

A energia elétrica é um requisito básico de cidadania e segundo Reis e Santos (2015), o número de brasileiros que não tem acesso à energia está estimado em doze a vinte milhões. Os autores afirmam que existe uma forte relação entre energia e inclusão social dos indivíduos, sendo assim a eletricidade tem seu papel na construção do desenvolvimento.

A fim de satisfazer a demanda por energia, não houve a preocupação com a forma como ela deveria ser utilizada, gerando forte exploração dos recursos naturais causando danos ao meio ambiente através do uso desordenado dos recursos energéticos, levando ao desperdício (REIS; SANTOS, 2015). A busca de alternativas para minimizar os problemas ambientais deve ser feita de forma integrada e coletiva por isso é necessário o envolvimento de todos os conhecedores dos problemas e das soluções para a proteção do meio ambiente. (BORDIGNON, 2011).

Deste modo, as Instituições de ensino superior têm um papel importante a desempenhar em prol do desenvolvimento sustentável, por isso devem adotar princípios e práticas de sustentabilidade. Entre essas práticas deve conter o uso racional e eficiente de energia elétrica. Eliminando-se o desperdício, a necessidade de geração de energia diminui e como consequência reduz a pressão sobre os recursos naturais, e ainda há um retorno financeiro com economia na conta de energia elétrica.

Neste contexto, buscou-se uma instituição pública de ensino superior para ser analisada quanto ao aspecto do consumo de energia elétrica, o *campus* Campos Guarus do Instituto Federal Fluminense.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste estudo é analisar o padrão de consumo de energia elétrica e seus custos, com ênfase na iluminação e nos aparelhos de ar-condicionado, que sirva de base para ações de gestão e eficiência energética da Instituição.

Os objetivos específicos são:

- a) avaliar o consumo e o gasto com energia elétrica na Instituição;
- b) avaliar os hábitos de estudantes e servidores na utilização de energia elétrica;

- c) propor melhorias no *campus* para redução de energia elétrica, sem comprometer o nível de conforto proporcionado aos usuários;
- d) analisar economicamente a implantação das medidas de redução do consumo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Desenvolvimento sustentável

O conceito de sustentabilidade surgiu na década de 70, com a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, em Estocolmo, na Suécia. Os governos se reuniram para discutir os limites dos recursos naturais em âmbito planetário. Neste momento a questão ambiental ganha visibilidade pública e é inserida na agenda de discussão internacional.

Segundo Sachs (2009), durante a preparação da conferência surgiram duas diferentes premissas sobre os riscos da degradação do meio ambiente: os que previam abundância (“the cornucopians”) e os catastrofistas (“doomsayers”). Os primeiros acreditavam desnecessárias as preocupações com o meio ambiente e que isso só atrasaria o crescimento dos países em desenvolvimento, sendo possível superar a escassez de recursos naturais e dos efeitos da poluição através da tecnologia. Enquanto os catastrofistas consideravam que o crescimento demográfico e econômico ou o crescimento do consumo deveriam ser estagnados imediatamente para que a humanidade não desapareça em consequência da exaustão dos recursos ou pela sobrecarga de poluição.

No Encontro de Founex (Suíça), em 1971 e depois na Conferência de Estocolmo, essas posições foram descartadas, surgindo uma alternativa intermediária, como descreve Sachs (2009):

“Uma alternativa média emergiu entre o economicismo arrogante e o fundamentalismo ecológico. O crescimento econômico ainda se fazia necessário. Mas ele deveria ser socialmente receptivo e implementado por métodos favoráveis ao meio ambiente, em vez de favorecer a incorporação predatória do capital da natureza ao PIB” (SACHS, 2009, p.52).

Em 1983, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, presidida pela Primeira-Ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. Em 1987, a comissão publicou um relatório, com o título “Nosso Futuro Comum”, que intensificou o debate sobre a incompatibilidade entre o desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e de consumo vigentes (MADEIRA; BARBOSA, 2007).

Nesse Relatório, conhecido também como o “Relatório de Brundtland”, o desenvolvimento sustentável foi conceituado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente (1991) como sendo “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”.

Barbosa (2008) enfatiza que esse relatório destaca as questões sociais, principalmente no que se refere ao uso da terra, sua ocupação, suprimento de água, abrigo e serviços sociais, educativos e sanitários, além de administração do crescimento urbano, e ainda considera que a pobreza generalizada não é mais inevitável e que o desenvolvimento de uma cidade deve privilegiar o atendimento das necessidades básicas de todos e oferecer oportunidades de melhoria na qualidade de vida da população. Apesar do conceito existente no relatório de Brundtland ser questionável por não definir quais são as necessidades do presente nem quais serão as do futuro, ele chamou a atenção do mundo sobre a necessidade de se encontrar novas formas de desenvolvimento econômico, sem reduzir os recursos naturais e sem causar danos ao meio ambiente.

Gallo (2007) defende que o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança na qual o uso dos recursos naturais, a alocação dos investimentos produtivos, o desenvolvimento da tecnologia e as mudanças institucionais precisam estar em acordo com as necessidades do presente e das gerações futuras.

A ideia de sustentabilidade se intensificou com mudanças significativas na discussão internacional sobre a problemática ambiental, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, ocorrida em junho de 1992, no Rio de Janeiro, a Rio 92. Nesse momento foram assinados importantes acordos internacionais, entre eles a Agenda 21. Os debates, declarações e documentos tiveram como referência os temas de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Na Agenda 21 reconheceu-se a importância de assumir a ideia de sustentabilidade em qualquer programa ou atividade de desenvolvimento (KRAEMER, 2004b).

A Agenda 21 global é um instrumento para o desenvolvimento sustentável e a proteção do meio ambiente com apoio das comunidades locais. A partir de 1992, alguns estados e vários municípios no Brasil resolveram construir suas Agendas 21. Em nível nacional o processo começou em 1997 por iniciativa do Ministério do Meio Ambiente e a participação

de cerca de 40 mil pessoas nas discussões estaduais, sendo concluído em 2002 (GALLO, 2007). Conforme relataram Barbieri e Silva (2011): “A Agenda 21, é um programa de ação abrangente para guiar a humanidade em direção a um desenvolvimento que seja ao mesmo tempo socialmente justo e ambientalmente sustentável”.

Segundo Gallo (2007), para a construção da Agenda 21 Brasileira foram realizados diagnósticos setoriais e um amplo processo de consulta que apontaram a situação atual, os conflitos, as estratégias e ações prioritárias de seis áreas básicas:

- gestão dos recursos naturais;
- agricultura sustentável;
- cidades sustentáveis;
- redução das desigualdades sociais;
- infraestrutura e integração regional;
- ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável.

Em 2002, foi realizada a Rio+10. Segundo Jacobi (2005), não houve um aprofundamento no debate em torno do desenvolvimento sustentável e praticamente não foram acordados novos passos nem no plano teórico, nem nas medidas práticas. Ocorreram avanços pontuais e embrionários em vários setores, o desenvolvimento sustentável virou o centro de debates em todo o mundo, mas os princípios de proteção ambiental e de “desenvolvimento sustentável” continuam a ser considerado um entrave para o crescimento econômico, e os resultados estão à mostra: perda de biodiversidade, degradação da qualidade ambiental nas grandes cidades dos países em desenvolvimento, redução dos recursos não renováveis.

A harmonia entre o social, ambiental e econômico para o desenvolvimento sustentável permaneceu o mesmo desde o encontro de Estocolmo até as conferências do Rio, conforme Sachs (2009), e continua válida.

De forma cada vez mais ampla e participativa, a discussão global sobre o desenvolvimento sustentável continua em nossos dias, a sociedade tem se preocupado mais com a preservação ambiental devido às mudanças sociais ocorridas, como o crescimento populacional, além da exploração dos recursos naturais, o consumo exacerbado e os desperdícios.

As ações humanas afetam locais distantes de onde acontecem os impactos ambientais, agridem até mesmo todo o planeta ou mesmo a biosfera. A economia de recursos naturais é necessária por todos em prol do desenvolvimento sustentável (SACHS, 2009).

Corroborando essa linha de pensamento, Gallo (2007) afirma que num mundo global, as ações de cada país podem repercutir em todo o planeta e pondera que não há dúvidas de que as atividades econômicas causam danos a biosfera e prejudicam a qualidade de vida na Terra, a ponto de, em pouco tempo, essas consequências tornarem-se irreversíveis.

Para Kraemer (2004b) fica claro a importância da questão ambiental em qualquer discussão e também dentro dos debates da sociedade, para destacar a importância da preservação do meio e evoluir para a gestão da sustentabilidade, visto que a cada dia, ficam evidentes as consequências das agressões que o homem comete contra a natureza.

2.1.2 As Instituições de ensino superior e o desenvolvimento sustentável

As universidades e os estabelecimentos de ensino superior diante da responsabilidade em preparar as novas gerações para o futuro devem não somente advertir a sociedade quanto a degradação ao meio ambiente, mas também conceber soluções racionais, indicar possíveis alternativas e ainda, dar o exemplo. Além disso, os estudantes, convencidos das boas práticas, podem atuar como multiplicadores e influenciar toda a sociedade (KRAEMER, 2004a).

Segundo Tauchen e Brandli (2006) existem duas correntes de pensamento principais referentes ao papel das Instituições de Ensino Superior (IES) acerca do desenvolvimento sustentável. A primeira destaca que as IES devem incluir questões ambientais na formação de seus egressos para que eles possam incluir em suas práticas profissionais a preocupação com o meio ambiente e a outra destaca a importância da implantação de sistemas de gestão ambiental em IES para que sirvam como modelo de uma gestão sustentável para a sociedade.

Para que as IES possam construir o desenvolvimento de uma sociedade sustentável e justa, elas precisam incorporar os princípios e práticas da sustentabilidade (TAUCHEN; BRANDLI, 2006). Engelman, Guisso e Fracasso (2009) sustentam que as Instituições de Ensino

Superior (IES) têm a responsabilidade de levar conhecimento, tecnologia e suporte ético para seus alunos, além de oferecerem instrumentos intelectuais para aprofundar seu senso crítico e confrontar a realidade na qual estão inseridos, e ainda devem influenciar a comunidade onde atuam.

“Os professores são a peça fundamental no processo de conscientização da sociedade dos problemas ambientais, pois buscarão desenvolver, em seus alunos, hábitos e atitudes sadios de conservação ambiental e respeito à natureza, transformando-os em cidadãos conscientes e comprometidos com o futuro do país.” (Kraemer, 2004a, p. 4)

De acordo com Tauchen e Brandli (2006), existem razões significativas para implantar ações ambientais numa Instituição de Ensino Superior, entre elas o fato de desenvolverem diversas atividades de ensino, pesquisa, extensão e atividades referentes à sua operação, além da infraestrutura básica, redes de abastecimento de água e energia, redes de saneamento e coleta de águas pluviais e vias de acesso. E como consequência dessas atividades há geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos e consumo de recursos naturais, podendo causar danos à saúde de seus trabalhadores, dos alunos e da população localizada em seu entorno, além de contaminar o solo, a atmosfera, os rios e os lençóis freáticos.

As instituições de ensino superior devem combater os impactos ambientais gerados pelas suas atividades e assumir o compromisso de velar pela conservação dos recursos naturais e a qualidade do meio ambiente para servirem de exemplo também no cumprimento da legislação.

Neste contexto de IES e desenvolvimento sustentável foram realizados diversos eventos, acordos e parcerias onde as IES declaram um compromisso de atuar ativamente pelo desenvolvimento sustentável (BARBIERI E SILVA, 2011). Entre os principais documentos estão:

a) Declaração de Talloires

A declaração de Talloires foi criada em 1990, na França. Foram convocados 22 reitores e vice-reitores de universidades de todo o mundo e criado um documento com ações voltadas para as IES no sentido de criar um futuro ambientalmente sustentável. O documento constata que as universidades devem praticar aquilo que ensinam para levar o aluno a

participar ativamente de ações que minimizem a poluição e o desperdício (THE TALLOIRES DECLARATION, 1990).

Segundo Barbieri e Silva (2011), a Declaração de Talloires é um dos mais importantes acordos voluntários específicos para as IES, tanto por sua anterioridade quanto pela influência que exerceu em outros acordos. Ela é constituída por dez macroações para as IES se engajarem ativamente na busca por esse novo modo de pensar o desenvolvimento e exercerem a liderança nesse processo. Atualmente, mais de 400 IES já subscreveram os termos dessa Declaração, incluindo 50 IES brasileiras. É a iniciativa mais conhecida no Brasil, entre as IES mais comprometidas com o desenvolvimento sustentável.

b) Declaração de Halifax

Em dezembro de 1991 em Halifax, Canadá, por iniciativa da Universidade das Nações Unidas e da Associação de Universidades Canadenses reuniram-se representantes das universidades de várias partes do mundo, entre eles o Brasil, Canadá, Indonésia e Zimbábue para fazer um balanço sobre o papel das universidades no desafio do desenvolvimento sustentável (THE HALIFAX DECLARATION, 1991).

Foi elaborado um plano de ação com metas de curto e longo prazo a nível local e regional, nacional e internacional. A declaração confere às universidades a responsabilidade de ajudar a moldar a sociedade atual através de políticas e ações de desenvolvimento sustentável para um mundo ambientalmente seguro e civilizado (THE HALIFAX DECLARATION, 1991).

c) Declaração de Swansea

A declaração foi assinada na conclusão do 15º Congresso da Associação das Universidades Commonwealth (ACU), em agosto de 1993, em Swansea, País de Gales, participaram mais de 400 universidades, de 47 países diferentes, na busca de formas pelas quais as universidades comunitárias, seus líderes e estudantes poderiam se envolver para responder adequadamente ao desafio da sustentabilidade (THE SWANSEA DECLARATION, 1993).

A reunião recebeu influência de Talloires e de Halifax e decepcionada pela presença insuficiente das universidades no Rio de Janeiro, na Agenda 21 somou voz às outras pessoas do mundo inteiro que estão preocupados com a degradação ambiental e o aumento da

pobreza. A Declaração apresenta um conjunto de sete ações da sustentabilidade (THE SWANSEA DECLARATION, 1993).

d) Declaração de Kyoto

Criada em 1993, no Japão, sofreu forte influência das declarações de Talloires (1990), Halifax (1991) e Swansea (1993), contém oito ações que reforçam o papel das universidades de ensinar os princípios e promover práticas sustentáveis: incitar as universidades a procurar, estabelecer e divulgar uma compreensão mais clara do conceito de desenvolvimento sustentável; utilizar os recursos da universidade para melhorar a compreensão dos perigos físicos, biológicos e sociais que ameaçam o planeta e para reconhecer a interdependência e as dimensões internacionais do desenvolvimento sustentável; enfatizar a obrigação ética da geração atual em superar as práticas de utilização dos recursos e as disparidades que estão na base da insustentabilidade ambiental; aumentar as capacidades da universidade para ensinar e pesquisar ações com os princípios de desenvolvimento sustentável; cooperar entre si, e com todos os setores da sociedade na busca de medidas práticas e políticas para alcançar o desenvolvimento sustentável; incentivar as universidades a rever suas ações de modo a refletir as melhores práticas de desenvolvimento sustentável (THE KYOTO DECLARATION, 1993).

e) Carta Universitária para o Desenvolvimento Sustentável

A Carta Copernicus (CO-operation Programme in Europe for Research on Nature and Industry through Coordinated University Studies) foi assinada em 1994, em Genebra. Este documento define 10 princípios e ações a serem adotadas pela IES que buscam um desenvolvimento sustentável: as universidades devem demonstrar um compromisso real com os princípios e as práticas das questões ambientais e de sustentabilidade no meio acadêmico; promover entre os seus docentes, estudantes e público em geral padrões de consumo sustentável e um estilo de vida ecológico, e em paralelo capacitar o corpo docente para ensinar temáticas ambientais; proporcionar aos funcionários educação e formação em questões ambientais, para que eles possam desempenhar o seu trabalho de uma forma ambientalmente responsável; incorporar uma perspectiva ambiental em todo o seu trabalho; encorajar a educação interdisciplinar; disseminar o conhecimento e suprir as lacunas na literatura atual, preparando material didático, organizando palestras e estabelecendo

programas de formação; promover redes internacionais interdisciplinares de especialistas ambientais com o objetivo de colaborar em projetos ambientais de pesquisa e educação, para isso a mobilidade de estudantes deve ser incentivada; criar parcerias com outros setores interessados da sociedade, criar programas de educação ambiental para diferentes públicos-alvo; contribuir para a transferência de tecnologias educativas sólidas e inovadoras.

Para Barbieri e Silva (2011) essas iniciativas voluntárias visam colocar as IES como parceiras privilegiadas do desenvolvimento sustentável de modo explícito. Elas facilitam a inserção das IES no movimento do desenvolvimento sustentável. Ele enfatiza que esse não é o único caminho, pois uma IES pode criar uma agenda 21 própria que contemple programas, projetos e atividades de todo o tipo (ensino, pesquisa, extensão, gestão, difusão de conhecimento, participação em conselhos municipais etc.) e que envolvam professores, alunos, funcionários, fornecedores e prestadores de serviço, comunidade do entorno, ONGs, poder público local, estadual, nacional, entre outros grupos.

Engelman, Guisso e Fracasso (2009) ponderam que as IES reconhecem a responsabilidade que têm em disseminar a consciência ambiental, através de exemplos de práticas ambientalmente saudáveis na gestão dos campi, ou a um nível mais profundo, incluindo temas ambientais nos currículos acadêmicos. No Brasil e no mundo, existem inúmeras iniciativas e programas bem-sucedidos nesse sentido.

2.1.3 Os Institutos Federais

A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica teve início com a criação de 19 escolas de Aprendizes e Artífices, dado pelo Decreto nº 7566 de 23 de janeiro de 1909, do então presidente da República, o campista Nilo Peçanha. Excepcionalmente no Estado do Rio de Janeiro, a escola não foi instalada na capital e sim na cidade de Campos dos Goytacazes.

Em 1922, as Escolas de Aprendizes e Artífices de nível primário são transformadas em Escolas Industriais e Técnicas, equiparando-se às de ensino médio e secundário. No começo da década de 90, essas escolas deram origem aos CEFETS - Centros Federais de Educação Profissional e Tecnológica (MEC, 2015) .

Em 29 de dezembro de 2008, os CEFETS passaram a formar os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFET), através da Lei nº 11.892/08, sancionada pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva. A Rede Federal, atualmente, é constituída pelas seguintes instituições: Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia; Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR; Centros Federais de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET-RJ e de Minas Gerais – CEFET-MG; Escolas Técnicas vinculadas às Universidades Federais; Colégio Pedro II (OTRANTO, 2010). E está presente em todo o território nacional, como pode ser verificado no mapa abaixo (Figura 1).

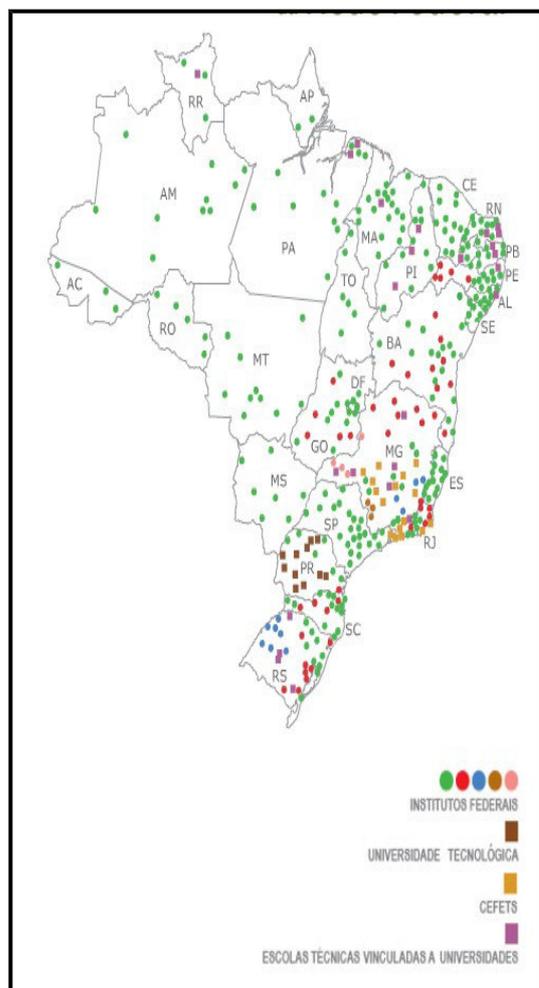


Figura 1: Distribuição geográfica dos Institutos Federais pelo Brasil. Fonte: MEC (2015)

O objetivo inicial na criação da Rede era atender os filhos dos trabalhadores, educar e proporcionar oportunidades de trabalho para os jovens das classes menos favorecidas. Hoje, se configura como uma importante estrutura para que todos tenham acesso às conquistas

científicas e tecnológicas, buscando qualificar profissionais para os diversos setores da economia brasileira, realizar pesquisa e desenvolver novos processos, produtos e serviços em colaboração com o setor produtivo (MEC,2015).

Atualmente, a rede federal, segundo dados do Ministério da Educação, conta com 38 Institutos Federais, 2 CEFETs, 25 Escolas vinculadas a Universidades, o Colégio Pedro II e uma Universidade Tecnológica e oferecem cursos de qualificação, ensino médio integrado, cursos superiores de tecnologia e licenciaturas.

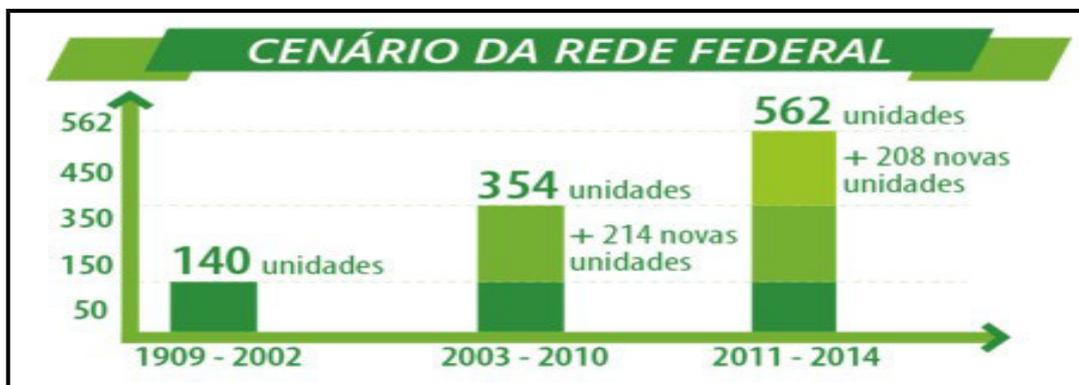


Figura 2: Cenário da Rede Federal. Fonte: MEC (2015)

A então escola de Aprendizes e Artífices, instalada em Campos dos Goytacazes, passou a Escola Técnica Federal de Campos e depois a CEFET-Campos, atualmente é o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense, ou simplesmente IFFluminense.

No movimento de territorialização, o IFFluminense está em 11 municípios, conforme pode ser observado na Figura 3 (Bom Jesus do Itabapoana, Itaperuna, Cambuci e Santo Antônio de Pádua na região Noroeste Fluminense; Campos dos Goytacazes, São João da Barra, Quissamã e Macaé na região Norte Fluminense; na região das Baixadas Litorâneas, em Cabo Frio; e nos municípios de Itaboraí e Maricá na região Metropolitana) com 12 campi, um Polo de Inovação, um Centro de Referência em Tecnologia, Informação e Comunicação na Educação e a Reitoria, ainda conta com os polos de Educação a Distância nos municípios de Casimiro de Abreu, Bom Jardim, Porciúncula e Miracema reunindo 19.494 estudantes, 913 professores e 744 técnico-administrativos (IFFluminense, 2016).



Figura 3: Mapa de distribuição dos campi e unidades do IFFluminense. Fonte: IFFluminense (2016)

O IFFluminense oferece cursos de formação inicial e continuada; cursos Técnicos, em sua maioria na forma integrada com o Ensino Médio, Licenciaturas, Cursos Superiores de Tecnologia e Bacharelados, e Pós-graduação lato e stricto sensu (IFFluminense, 2016).

2.2 Programa Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) criou a Agenda Ambiental para Administração Pública (A3P), em 1999, que buscava revisar os padrões de produção e consumo e a adoção de novos referenciais de sustentabilidade ambiental nas instituições da administração pública (MMA, 2015).

Em 2001, foi criado o Programa Agenda Ambiental na Administração Pública, com o objetivo de estimular os gestores públicos a incorporar princípios e critérios de gestão ambiental em suas atividades diárias e ainda conscientizar servidores para a otimização dos recursos no combate ao desperdício e para a busca de uma melhor qualidade de vida no ambiente de trabalho, incluindo princípios da Responsabilidade Socioambientais (RSA) nos investimentos, compras e contratações de serviços dos órgãos governamentais (BARATA; KLIGERMAN; MINAYO-GOMEZ, 2007).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, a A3P tornou-se um referencial de sustentabilidade nas atividades públicas e passou a ser uma das principais ações para

proposição e estabelecimento de um novo compromisso governamental ante as atividades da gestão pública, englobando critérios ambientais, sociais e econômicos a tais atividades. E em 2002 o Programa foi reconhecido pela UNESCO, ganhando o prêmio “O melhor dos exemplos” na categoria Meio Ambiente.

“Promover a RSA é um dos elementos essenciais para o desenvolvimento sustentável e demanda a integração das mais diversas instituições que podem e devem ser mais envolvidas nas discussões atuais. Sustentabilidade não pode ser um assunto somente para seminários ou produção de relatórios, mas sim um critério a ser inserido em todas as atividades governamentais, sejam elas atividades meio ou finalísticas.” (A3P, 2009, p.26)

Os procedimentos propostos pela A3P são semelhantes aos da norma ISO 14001, apesar de não contemplar algumas estratégias da norma como, levantamentos dos aspectos e impactos ambientais ao longo do ciclo de vida da produção ou dos serviços prestados e o estabelecimento de planos de emergência (BARATA; KLIGERMAN; MINAYO-GOMEZ, 2007).

A A3P está estruturada em cinco eixos temáticos (A3P, 2009):

- 1) uso racional dos recursos naturais e bens públicos: este eixo contempla o uso racional de energia, água e madeira além do consumo de papel, copos plásticos e outros materiais de expediente. Para evitar o desperdício, os recursos naturais e bens públicos devem ser utilizados de forma econômica e racional;
- 2) gestão adequada dos resíduos gerados: este eixo enfatiza a diminuição do consumo, a redução do desperdício para então destinar o resíduo corretamente com a gestão adequada dos resíduos utilizando a política dos 5R's, isto é: repensar, reduzir, reaproveitar, reciclar e recusar, recusar consumir produtos que gerem impactos socioambientais significativos;
- 3) qualidade de vida no ambiente de trabalho: a administração pública deve visar a qualidade de vida no ambiente de trabalho de forma a facilitar e satisfazer as necessidades do trabalhador no desenvolvimento das suas atividades na organização com ações para o desenvolvimento pessoal e profissional;
- 4) sensibilização e capacitação dos servidores: a maioria das pessoas não tem consciência do impacto que suas atividades causam no meio ambiente, por isso é importante efetuar ações de sensibilização que possam contribuir para adoção de uma postura de responsabilidade socioambiental nos servidores. O processo de capacitação contribuirá para que os servidores desenvolvam atitudes para melhorar o desempenho de suas atividades. As mudanças de

hábitos, comportamento e padrões de consumo dos servidores impacta diretamente na preservação dos recursos naturais. É um grande desafio, mas fundamental para o sucesso de implantação da A3P;

5) licitações sustentáveis: Licitações que adquirem produtos e serviços sustentáveis são fundamentais para a conservação do meio ambiente, neste contexto, a administração pública deve promover a responsabilidade socioambiental das suas compras.

Para implementação do programa é necessário o engajamento de todos, gestores e servidores. É um programa de caráter voluntário que tem conseguido adesão de diversos órgãos públicos. O MMA propõe a criação de uma comissão formada por servidores de várias áreas e setores diferentes para obter apoio nas atividades, essa comissão deve fazer o diagnóstico da situação ambiental da instituição avaliando os impactos ambientais e desperdícios. Baseado nesse diagnóstico a comissão deve elaborar o programa de gestão ambiental de forma documentada onde serão definidos objetivos, metas e plano de ações, priorizando as de maior urgência, além disso, nessa fase deve ocorrer a sensibilização e conscientização dos servidores para a importância da implementação da A3P.

Um plano de sensibilização e mobilização de servidores deve ser implantado pela comissão e desenvolvido de forma permanente e contínua. E o último passo é realizar avaliação e monitoramento para verificar o desempenho das ações; identificar falhas e pontos de melhoria e replanejar as atividades que não estão alcançando os resultados esperados.

2.3 Geração de energia elétrica

A geração, a transmissão e a distribuição de energia elétrica causam grandes impactos no meio ambiente. A fonte para geração de energia mais utilizada no Brasil é a hidráulica devido à abundância de recursos hídricos no país (REIS; SANTOS, 2015). No entanto, Goldemberg e Lucon (2007a) afirmam que o Brasil está na contramão da história; enquanto o resto do mundo procura alternativas para diminuir a participação de fontes poluentes na matriz energética, no Brasil, esse uso segue aumentando.

Mas em 2014, a participação de renováveis na Matriz Energética Brasileira manteve-se entre as mais elevadas do mundo, com pequena redução devido à menor oferta de energia hidráulica (EPE, 2015).

Ainda sob o enfoque de Goldemberg e Lucon(2007a), eles consideram que a solução para a expansão do setor elétrico são as usinas hidrelétricas, a vocação natural do país, mas para isso é necessário resolver pontos de conflito entre o Ministério de Minas e Energia com determinados setores da sociedade, principalmente as organizações não-governamentais, sendo os órgãos de licenciamento ambiental os obstáculos para o desenvolvimento. Os órgãos ambientais devem encontrar saídas para o complicado processo de licenciamento.

Goldemberg e Lucon (2007b) sustentam que a solução passa por compensações ambientais tais como:

- a) alocação de pelo menos 0,5% do valor total da implantação do projeto na criação de novas unidades de conservação ou na manutenção das existentes;
- b) o reassentamento adequado das populações atingidas pela construção das usinas é indispensável.

De forma global, a energia elétrica tem causado significativos impactos ambientais, como pode ser visto atualmente, tais como: aquecimento global, uso e degradação do solo, deposição acácia, poluição de águas subterrâneas e de superfícies, resíduos sólidos perigosos, poluição do ar urbano, desflorestamento e desertificação, degradação marinha e costeira e alagamento de áreas terrestres (REIS; SANTOS, 2015).

As mudanças climáticas causadas pelos gases de efeito estufa são a principal ameaça à existência do ser humano na terra. Outros impactos ambientais causados pelo sistema energético mundial são o derramamento de óleo, perda da biodiversidade, chuva ácida e a poluição urbana (GOLDEMBERG; LUCON, 2007b).

A eletricidade pode ser gerada de diversas formas podendo provocar diferentes tipos de impactos no meio ambiente (PACHECO, 2006; MENKES, 2003):

a) Energia Hidráulica

Fonte: energia provinda da força das águas.

Os impactos ambientais ocorrem nas fases de implantação, operação e transmissão:

- ✓ construção de barragens e formação dos reservatórios implica em perdas de recursos florestais e de fauna terrestre e aquática, desestabilizando os ecossistemas locais;
- ✓ remoção das populações é outro fator que acarreta danos socioculturais e econômicos às comunidades locais;
- ✓ decomposição da vegetação submersa nas barragens dá origem aos gases metano, carbônico e óxido nitroso, que causam mudanças no clima da Terra.

b) Energia Térmica

Fonte: utiliza-se como fonte o petróleo, o carvão mineral, o urânio, o gás natural e a biomassa (bagaço de cana, carvão vegetal, etc.).

Os impactos ambientais ocorrem desde a mineração até a produção de energia:

- ✓ na mineração: erosão e acidificação do solo; drenagem ácida dos cursos d'água;
- ✓ no beneficiamento: poluição do ar por material particulado, óxidos de nitrogênio (NOx) e óxidos de enxofre (Sox);
- ✓ no transporte do minério: risco de contaminação e de explosões, especialmente no caso de material radioativo;
- ✓ na produção de energia: emissão de CO₂, contribuindo para o efeito estufa e SOx para a chuva ácida. Os derivados de petróleo e o gás natural produzem monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono;
- ✓ biomassa: no caso do bagaço da cana e cascas de arroz, e também depende do reflorestamento, no caso da lenha, da serragem e das cascas de árvores.

c) Energia Nuclear

Fonte: utiliza o urânio, metal pesado e altamente radioativo.

Impactos ambientais:

- ✓ o processo de extração provoca contaminação, alterações genéticas e câncer por várias gerações, além de danos ambientais, quando ocorrem vazamentos;
- ✓ na geração, os efeitos socioambientais mais graves se relacionam com o transporte e o armazenamento final dos rejeitos radioativos, os efeitos radiológicos e a evacuação da população em caso de acidente.

d) Energia Solar

Fonte: energia provinda do sol, captada por placas fotovoltaicas.

Impactos ambientais: é considerada uma energia renovável, porém tem impacto:

- ✓ emissão de poluentes no processo de fabricação dos componentes dos sistemas;
- ✓ ocupação de grande área para implementação do projeto, com possível perda de hábitat;
- ✓ baterias utilizadas na armazenagem de energia podem causar danos ao meio ambiente, pois quando depositadas em aterros sanitários há o risco de contaminação do solo e de águas subterrâneas.

e) Energia Eólica

Fonte: energia provinda dos ventos. Para a produção de energia são utilizadas turbinas também conhecidas como aerogeradores, e para a realização de trabalhos mecânicos (como bombeamento de água ou a moagem do trigo), cata-ventos de diversos tipos.

É outra fonte de energia renovável e possui como principais impactos sobre o meio ambiente:

- ✓ emissão de poluentes no processo de fabricação dos componentes do sistema;
- ✓ geração de ruídos decorrentes das turbinas;
- ✓ impacto visual com presença dessas turbinas em áreas consagradas ao turismo;
- ✓ sobre a fauna, deve-se evitar que as turbinas eólicas sejam obstáculos aos movimentos migratórios das aves.

2.3.1 Eficiência energética

Reduzir a oferta de energia com a eficiência energética permite que o sistema elétrico atenda a demanda por um período de tempo maior, dessa forma a necessidade da construção de novos empreendimentos é adiada (MARCOVITCH, 2009).

Goldemberg e Lucon (2007b) consideram a eficiência energética como a maneira mais efetiva de reduzir os custos e os impactos ambientais locais e globais de forma simultânea.

Na concepção de Nogueira (2007), além da evolução tecnológica como fonte de alternativas para a redução dos desperdícios de energia, é fundamental difundir mudanças de hábitos e usos mais responsáveis da energia. Medidas simples de conscientização podem

levar a economias de energia elétrica, apenas pela redução das perdas e sem afetar os serviços providos pela energia.

A questão da eficiência energética passou a fazer parte dos debates internacionais na década de 90 diante das discussões sobre o aumento das emissões de gases do efeito estufa e desde então o assunto vem crescendo no cenário internacional e brasileiro, especialmente após a Conferência Mundial do Meio Ambiente no Rio de Janeiro – Eco 92, que entre outros resultados, propiciou um acordo internacional sobre Mudanças Climáticas (MENKES, 2003).

Atualmente, o Brasil possui dois programas específicos para a promoção da conservação da energia e racionalização do seu uso, eles propõem a disseminação de informações e a conscientização da população para o uso eficiente de energia (GOLDEMBERG; LUCON, 2007b):

- a) PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, instituído em 1985 e coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Eletrobrás. Promove o uso eficiente da energia elétrica e combate ao desperdício, com ações que contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, o desenvolvimento de mudanças de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente de energia (PROCEL, 2015);
- b) CONPET – Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural, criado em 1991, vinculado ao Ministério de Minas e Energia e coordenado pela Petrobrás. Os principais objetivos são: racionalizar o consumo dos derivados do petróleo e do gás natural; reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera; promover a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico; e fornecer apoio técnico para o aumento da eficiência energética no uso final da energia (CONPET, 2012).

Mesmo com indícios de que haja diminuição relevante da demanda energética pelo menos no curto prazo, programas e ações em eficiência energética são importantes nas políticas de diminuição dos impactos ambientais causados pela produção e consumo de energia (MENKES, 2003).

“O uso eficiente da energia propicia ainda, benefícios relacionados à diminuição da poluição atmosférica – provocada por equipamentos e/ou máquinas ineficientes, como o caso dos veículos e motores movidos a diesel e gasolina – a emissão de gases do efeito estufa, a melhoria da saúde e a geração de empregos, na medida em que as medidas de economia de energia são mais intensivas em trabalho do que na produção de energia.” (MENKES, 2003, p.1)

De acordo com Nogueira (2007), a energia percorre caminhos complexos, sofre sucessivas transformações e processo de armazenamento antes de chegar aos usuários finais. Em consequência, incrementaram-se as perdas energéticas. As perdas sendo intrínsecas aos sistemas energéticos interessa classificar as causas das ineficiências para discriminar os meios para promover a redução. Essas causas se associam essencialmente a três grupos de causas:

- a) projeto deficiente: em razão da concepção errônea do ponto de vista do desenho, dos materiais, do processo de fabricação, os equipamentos e/ou os sistemas levam a desperdícios de energia;
- b) operação ineficiente: mesmo quando os sistemas energéticos são bem concebidos, podem ser operados de forma irresponsável, por exemplo, mantendo uma sala sem atividades com lâmpadas desnecessariamente acesas;
- c) manutenção inadequada: uma parte das perdas e dos desperdícios de energia poderia ser minimizada mediante procedimentos de manutenção corretiva e preventiva.

Com respeito ao projeto de construção, existem alguns sistemas de avaliação de desempenho das edificações:

- a) o selo Procel Edificações, um instrumento que identifica as edificações que apresentam as melhores classificações de eficiência energética em uma dada categoria, motivando o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes. Para obter o selo, a edificação deve ser concebida de forma eficiente desde a etapa de projeto, ocasião em que é possível obter melhores resultados com menores investimentos, podendo chegar a 50% de economia. Podem ser avaliados os seguintes sistemas: envoltória, iluminação, condicionamento de ar e o sistema de aquecimento de água. Os Selos são emitidos pela Eletrobrás após a avaliação realizada por um Organismo de Inspeção Acreditado (OIA) pelo Inmetro, com escopo de Eficiência Energética em Edificações – OIA-EEE. O Selo Procel Edificações pode ser utilizado como caminho alternativo para a comprovação do atendimento ao pré-requisito de desempenho energético mínimo no processo de obtenção da certificação internacional de construções sustentáveis LEED - Leadership in Energy and Environmental Design (PROCEL, 2015);

b) o LEED é um conjunto de normas que envolve concepção, projetos, execução e ocupação. Conforme um total de pontos obtidos, a edificação recebe uma certificação em um dos quatro diferentes níveis (Certificado, Prata, Ouro e Platina). Quanto menor o impacto ambiental e maior a eficiência energética maior será pontuação. O sistema LEED foi aprovado pelo U.S. Green Building Council e concedida no país pelo Green Building Council Brasil (GBCB) (BUENO; ROSSIGNOLO, 2010; DEEKE; CASAGRANDE; SILVA, 2008).

c) A AQUA – Alta Qualidade Ambiental um sistema de certificação da construção sustentável adaptado para o contexto brasileiro a partir de um sistema francês que visa obter a qualidade ambiental de um empreendimento novo ou envolvendo uma reabilitação, aplicada no Brasil pela Fundação Vanzolini (BUENO; ROSSIGNOLO, 2010).

Nogueira (2007) defende que as medidas para incremento do desempenho devem levar em conta os diferentes níveis de intervenção e articular ações que combinem e potencializem os resultados na direção da eficiência energética. Ele classifica os mecanismos de fomento à eficiência energética em dois perfis:

a) mecanismos de base tecnológica: implicam implementar novos processos e utilizar novos equipamentos que permitam reduzir as perdas de energia;

b) mecanismos de base comportamental: fundamentam-se em mudanças de hábitos e padrões de utilização, reduzindo o consumo energético sem alterar o parque de equipamentos conversores de energia.

Com o aumento da demanda por energia o combate ao desperdício é o primeiro passo na busca pela eficiência. De forma mais completa, a busca por eficiência deve contemplar medidas de gerenciamento da demanda e eficiência energética. O gerenciamento da demanda contempla o uso de incentivos financeiros, comportamentais ou de iniciativas de educação do consumidor com o objetivo de modificar o seu perfil de consumo (HOLLANDA; VAREJÃO, 2014).

Da mesma forma, no Plano Nacional de Eficiência energética 2030, consta ser determinante para a obtenção de economia de energia tanto o desenvolvimento de técnicas, produtos e serviços eficientes quanto a alteração dos padrões comportamentais, visando a um menor consumo de energia sem perda da qualidade de vida (EPE, 2015b).

O PROCEL também emite selos de certificação para equipamentos eficientes. O Selo Procel de Economia de Energia, ou simplesmente Selo Procel, instituído por Decreto Presidencial em 1993, permite ao consumidor conhecer, entre os equipamentos e eletrodomésticos existentes no mercado, os mais eficientes e que consomem menos energia, tais como refrigeradores, televisores, condicionadores de ar, lâmpadas, reatores e outros itens. E também tem por finalidade estimular a disponibilidade, no mercado brasileiro, de equipamentos cada vez mais eficientes. Dessa forma, o consumidor pode escolher os equipamentos com o selo PROCEL e contribuir para um consumo sustentável de energia elétrica (PROCEL, 2015).

2.3.2 Crises energéticas no Brasil

As crises energéticas iniciaram em 1971, com a crise do petróleo. A partir desse momento, houve uma conscientização sobre a necessidade de conter o desperdício e implementar programas com esse objetivo (MAMEDE FILHO, 2007).

Os períodos de intenso desenvolvimento econômico geram a expansão do consumo de energia havendo necessidade de ampliar a oferta energética para acompanhar o crescimento (HOLLANDA; VAREJÃO, 2014).

Quando essa oferta não é suficiente, não há um planejamento ou investimentos adequados para suprir o consumo, não há crescimento na geração, transmissão e distribuição da energia, pode ocorrer um déficit no abastecimento e resultar em racionamento de energia. Foi o que aconteceu no Brasil em 2001, o maior racionamento de energia elétrica da história do país, em termos de abrangência e redução de consumo. O período de duração foi de junho de 2001 a fevereiro de 2002 (BARDELIN, 2004).

Foram definidas metas de consumo, e os consumidores que ficassem abaixo da média proposta ganhariam desconto na tarifa, e quem ultrapassasse teria que pagar uma tarifa mais elevada. Se a meta fosse extrapolada por três meses consecutivos, haveria corte no fornecimento de energia elétrica (SCHMIDT; LIMA, 2004).

A população em geral reagiu bem ao racionamento, economizando energia elétrica e cumprindo a meta estabelecida pelo governo. Após o término do racionamento, o consumo manteve-se abaixo do período pré-acionamento (BARDELIN, 2004).

No Brasil, grande parte de seu parque gerador elétrico é baseado em hidrelétricas, devido a sua grande quantidade de fontes hídricas. É um processo com baixa emissão de gases de efeito estufa, diferentemente de grande parte dos países, onde se predomina a geração de eletricidade através de fontes fósseis e produção de altas emissões de gases de efeito estufa (MARCOVITCH, 2009).

A geração de energia elétrica por fontes hidráulicas depende da água e dos fatores hidrológicos. Em períodos de escassez de água nos reservatórios, a geração hidráulica fica comprometida, por isso deve-se considerar a interação da energia elétrica com a questão da água (BARDELIN, 2004).

Em 2015, houve reajuste nas tarifas de energia elétrica com aumento entre 30% e 40% na conta de luz, além disso, a grave crise hídrica fez com que as termelétricas fossem usadas em sua capacidade máxima, isso tem gerado um novo custo na conta de luz que são as bandeiras tarifárias (SILVA, 2015).

O sistema de bandeiras tarifárias sinaliza aos consumidores os custos reais da geração de energia elétrica. De acordo com as usinas utilizadas para gerar a energia, esses custos podem ser maiores ou menores. Antes da criação das bandeiras, a variação dos custos com compra de energia pelas distribuidoras só eram repassados ao consumidor depois de um ano. Este custo já era cobrado do consumidor no reajuste da tarifa uma única vez no ano, e agora o governo definiu que deve ser cobrado mensalmente. Com as bandeiras, a conta de energia passa a ser mais transparente e o consumidor tem a informação no momento em que esses custos acontecem, podendo usar a energia elétrica de forma mais consciente (ANEEL, 2015).

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), responsável pela criação do sistema de bandeiras tarifárias, as cores verde, amarela e vermelha indicam se a energia custa mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade. A Resolução Normativa nº 547, de 16 de abril de 2013, estabelece os procedimentos comerciais para aplicação do sistema de bandeiras tarifárias.

- ✓ Bandeira verde: indica condições de geração de energia favoráveis, neste caso, a tarifa não sofre nenhum acréscimo;
- ✓ Bandeira amarela: indica condições de geração de energia menos favoráveis, há necessidade de maior utilização de usinas térmicas. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,025 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;
- ✓ Bandeira vermelha: indica condições mais custosas e críticas de geração de energia, há necessidade de intensa utilização de usinas térmicas. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,045 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

A esses valores ainda são adicionados os impostos vigentes.

De janeiro a dezembro de 2015, a bandeira aplicada foi a vermelha. Isso significa que para garantir a segurança energética, houve necessidade de acionamento das termelétricas, que provocam aumento das emissões de gases de efeito estufa e também impacta o preço da tarifa na geração da energia elétrica e, como consequência, onera o bolso do consumidor. Enquanto o preço do MWh gerado por hidroelétrica de grande porte é de cerca de R\$ 84,6/MWh, o equivalente em uma usina termoelétrica a biomassa é de cerca de R\$ 814,1/MWh. Já a geração de energia em uma usina termoelétrica a óleo diesel, a fonte mais predominante na geração térmica brasileira, tem o preço de R\$ 507,2/MWh (HOLLANDA, 2014).

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) 2015, tendo como base o ano de 2014, houve redução da oferta de energia hidráulica, pelo terceiro ano consecutivo, devido às más condições hidrológicas apresentadas durante o período. Em 2014, a queda na oferta foi de 5,6%. Com isso houve expansão da geração térmica, especialmente das usinas movidas a carvão mineral (+24,7%), gás natural (+17,5%), biomassa (+14,1%), cujas participações na matriz elétrica, na comparação de 2014 contra 2013, cresceram de 2,6 para 3,2%, de 11,3%, para 13,0 e de 6,6 para 7,4%, respectivamente. Conforme pode ser observado na Figura 4:

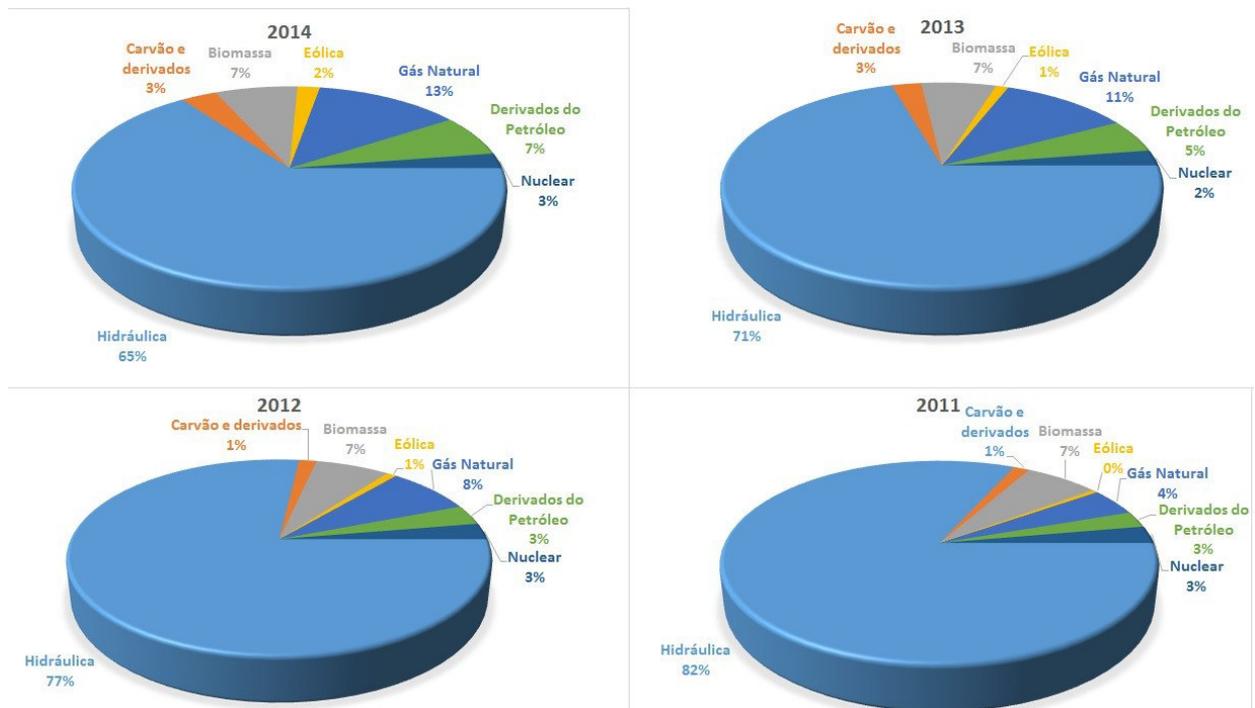


Figura 4: Correlação percentual da oferta energética no Brasil no período de 2011 a 2014. Fonte: EPE (2015).

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO, 2015), a produção gerada pela usina hidrelétrica de Itaipu, se estivesse com a sua capacidade plena, é desperdiçada anualmente no Brasil pelo uso ineficiente da energia. Esta ineficiência ocorre quando são usados equipamentos que gastam mais energia ou numa situação de desperdício. São cerca de 50 mil gigawatts/hora por ano que deixariam de ser consumidos e representariam R\$ 12,6 bilhões a menos na conta de luz de todos os consumidores do País (a preços de 2014).

Como observado na Figura 4, o problema do Brasil é que as alternativas para a expansão do sistema elétrico apontam para a instalação de termelétricas à combustível fóssil (gás natural, carvão, óleo combustível e diesel) ou para construção de grandes empreendimentos em regiões mais remotas como a Amazônia (MARCOVITCH, 2009).

Houve um recuo da participação de renováveis na Matriz Elétrica Brasileira, de 78,3% em 2013 para 74,6% em 2014. No entanto, manteve-se entre as mais elevadas do mundo (EPE, 2015).

2.3.3 Energia elétrica em prédios públicos

Segundo Lambert, Dutra e Pereira (2013), um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando possibilita conforto térmico, visual e acústico com menor consumo de energia.

Nos prédios públicos, conforme Weigmann (2004), os aparelhos de ar-condicionado são os maiores responsáveis pelo consumo de energia elétrica, seguido da iluminação, equipamentos de escritórios, elevadores e bombas. Além disso, a utilização de energia elétrica deve ser considerada em relação a outros itens como: equipamentos instalados, arquitetura da construção, atividade desenvolvida no setor e hábitos das pessoas.

O consumo e a demanda da energia elétrica em uma instituição dependem de algumas variáveis que podem ser de caráter fixo (tamanho da instituição, estrutura do prédio, instalação elétrica utilizada, o sistema de ar-condicionado) ou de caráter variável (quantidade de pessoas que frequentam o edifício, tipo, época do ano e o hábito de consumo dos usuários do prédio).

De maneira geral, o consumo de energia elétrica nos prédios públicos têm o seguinte perfil (Figura 5):

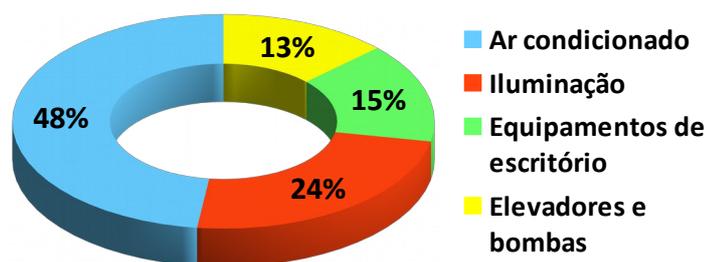


Figura 5: Correlação percentual dos principais equipamentos responsáveis pelo consumo de energia elétrica em prédios de Instituições públicas. Fonte: Magalhães (2001).

O Procel tem um subprograma que objetiva promover a eficiência energética nos prédios públicos nas três esferas de Governo: federal, estadual e municipal, o Procel EPP – Programa de Eficiência Energética em Prédios Públicos, instituído em 1997 pela ELETROBRÁS/PROCEL.

O programa visa a implementação de medidas de eficiência energética e a difusão da informação junto aos agentes envolvidos com a administração pública. Para isso, os prédios públicos devem promover: a economia de energia; a melhoria na qualidade nos sistemas de iluminação, refrigeração, forças-motrizes e demais sistemas relevantes que visem à redução dos gastos com energia elétrica; a atualização tecnológica em laboratórios de pesquisa voltados para este segmento (PROCEL, 2015).

A eficiência energética nos prédios públicos, além de conscientizar os usuários da necessidade de usar a energia de forma racional deve mostrar para a sociedade que existe harmonia entre o discurso do governo e suas ações.

Com o aumento gradativo do consumo de energia elétrica em todos os setores, e paralelamente a isso o aumento na conta de energia elétrica, o governo tem proposto várias soluções para minimizar o consumo de energia elétrica em prédios públicos. A mais recente abordagem do governo para redução é a coletânea “Desafio da Sustentabilidade”. O objetivo é identificar, avaliar e selecionar propostas inovadoras para a redução de custos com energia e água nas Instituições Federais de Ensino, tendo como bases a participação social, a sustentabilidade e a eficiência do gasto público. Propostas presentes nessa coletânea serão utilizadas nessa pesquisa.

2.3.4 Ações da Comissão de Eficiência Energética no Instituto Federal Fluminense

Em 2012, a Reitoria do Instituto criou a Comissão de Eficiência Energética no intuito de promover a utilização eficiente de energia e diminuir despesas com a conta de energia elétrica. A comissão é coordenada por um professor do *campus* Campos Centro e conta com outros três professores das áreas de Eletrotécnica e Controle e automação dos *campi* Campos Guarus, Macaé e Itaperuna.

O trabalho foi iniciado, em setembro de 2012, tendo como meta a redução das multas devido a não adequação à demanda contratada de energia. Dessa forma, a comissão identificou e escolheu a melhor modalidade tarifária para cada *campus*.

Como resultado, após oito meses, houve uma economia de R\$ 80.315,00 por mês, e a revisão nos contratos de fornecimento de energia elétrica junto à Concessionária de Energia

para mudança na tarifa, assim o Instituto deixou de pagar multas pelo consumo acima do contratado. A comissão permanece com o trabalho de monitoramento e verificação dos resultados e vai ampliar sua atuação através de trabalhos de conscientização e orientação técnica visando à economia da energia consumida.

A análise tarifária e o acompanhamento da fatura surgem como um parâmetro importante para tomada de decisões em um projeto de uso eficiente e racional de energia. Vale ressaltar que a mudança no contrato apenas reduz os gastos com o pagamento da conta de energia elétrica, não configura como uma ação de eficiência energética. Por já existir uma comissão voltada para esse assunto no Instituto, esse trabalho não abordará essa temática.

2.3.4.1 Contrato de Fornecimento de energia elétrica

O contrato de fornecimento de energia elétrica é um instrumento jurídico firmado entre a concessionária e o cliente, que ajustam as características técnicas e as condições de fornecimento de energia, sendo necessário definir a modalidade tarifária e a demanda contratada. Resolução ANEEL nº 414, de 9 de setembro de 2010 é o principal instrumento regulatório que estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica.

A Modalidade tarifária divide as unidades consumidoras em dois grupos, conforme resolução ANEEL 414:

Grupo A: Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária, caracterizado pela tarifa binômica e subdividido nos seguintes subgrupos:

- a) subgrupo A1 – tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- b) subgrupo A2 – tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
- c) subgrupo A3 – tensão de fornecimento de 69 kV;
- d) subgrupo A3a – tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
- e) subgrupo A4 – tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV;
- f) subgrupo AS – tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição e enquadradas neste Grupo em caráter opcional.

Grupo B: Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, caracterizado pela tarifa monômica e subdividido nos seguintes subgrupos:

- a) subgrupo B1 – residencial;
- b) subgrupo B2 – rural;
- c) subgrupo B3 – demais classes;
- d) subgrupo B4 – Iluminação Pública.

As modalidades tarifárias disponíveis às unidades consumidoras enquadradas no Grupo A são:

- ✓ Modalidade tarifária convencional binômia: caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, independentemente das horas de utilização do dia e períodos do ano;
- ✓ Modalidade tarifária horária verde: caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e períodos do ano, assim como de uma única tarifa de demanda de potência;
- ✓ Modalidade tarifária horária azul: caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia e períodos do ano;

As horas de utilização do dia e períodos do ano, ficam divididas em:

- ✓ Horário de Ponta (P): período compreendido entre 18:00 h e 21:00 h em todos os dias úteis e feriados não nacionais
- ✓ Horário Fora de Ponta (FP): demais horários
- ✓ Período Seco (S): período de 7 (sete) ciclos de faturamentos consecutivos, referente aos meses de maio a novembro.
- ✓ Período Úmido (U): período de 5 (cinco) ciclos de faturamentos consecutivos, referente aos meses de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.

Tabela 1: Relação das modalidades tarifárias disponíveis para as unidades consumidoras enquadradas no Grupo A. Fonte: ANEEL (2010)

	Azul	Verde	Convencional
Demanda (kwh)	Tarifa para ponta	Tarifa única	Tarifa única
	Tarifa para fora de ponta		
Consumo (kwh)	Tarifa para ponta no período úmido		Tarifa única
	Tarifa para ponta no período seco		

	Tarifa para fora de ponta no período úmido	
	Tarifa para fora de ponta no período seco	

As modalidades tarifárias disponíveis às unidades consumidoras enquadradas no Grupo B são:

- ✓ Modalidade tarifária convencional monômnia: caracterizada por tarifas de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia e períodos do ano;
- ✓ Modalidade tarifária horária branca: aplicada às unidades consumidoras do grupo B, exceto para o subgrupo B4 e para as subclasses Baixa Renda do subgrupo B1, caracterizada por tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia;

Tal forma de tarifação trouxe vantagens para o sistema elétrico, pois levou a uma utilização mais racional da energia. Permitem adequar as necessidades do consumidor, podendo implicar em redução de despesas com a eletricidade. Dessa forma, os consumidores podem deslocar seu consumo para períodos em que o custo é mais baixo, reduzindo gastos (Elektro et al., 2012).

A premissa básica é a de se procurar reduzir ou mesmo eliminar as ociosidades e ultrapassagens de demanda. É importante que os valores de demanda de potência registrados, contratados e faturados tenham o mesmo valor, ou, pelo menos, apresentem valores próximos, pois assim o consumidor pagará por aquilo que realmente necessita. A importância na fixação de valores adequados de contrato reside em dois pontos importantes da legislação:

- ✓ Se a demanda solicitada for inferior à contratada, será faturada a demanda contratada;
- ✓ Nos contratos de tarifas horossazonais, serão aplicadas as tarifas de ultrapassagem, caso a demanda registrada ultrapasse a contratada em percentuais superiores aos limites estabelecidos.

Dessa forma, se as demandas contratadas não forem aquelas realmente necessárias e suficientes para cada segmento horário, haverá elevação desnecessária dos custos com energia elétrica (Elektro et al., 2012).

2.3.5 Sugestões do PROCEL para a redução do consumo de energia elétrica

Seguem algumas sugestões para o uso eficiente de energia elétrica, baseadas nas recomendações do PROCEL:

Quanto à iluminação

1. realizar periodicamente campanhas de uso racional de energia, para combater os desperdícios causados pelos maus hábitos de consumo;
2. adequar os níveis de iluminação ao tamanho do ambiente e tipo de atividade;
3. substituir lâmpadas ineficientes e utilizar somente reatores de alta eficiência;
4. usar preferencialmente luminárias abertas para obter uma redução de até 50% do número de lâmpadas necessárias;
5. modificar os sistemas de controle liga-desliga do sistema de iluminação para facilitar o desligamento de áreas eventualmente sem uso;
6. melhorar a manutenção do sistema de iluminação.
7. desligar luzes de dependências que não estiverem sendo ocupadas;
8. utilizar lâmpadas de vapor de sódio com controle por células fotoelétricas, na iluminação exterior;
9. substituir luminárias por outras que melhorem o rendimento luminoso do conjunto luminária/lâmpada;
10. utilizar iluminação complementar sobre superfícies de trabalho tais como pranchetas, mesas de computador, mesas de trabalho, e outros, para complementar a necessidade de maior iluminação no ambiente de trabalho;
11. manter limpas as lâmpadas e luminárias para que a luz seja refletida com a máxima intensidade;
12. ligar as lâmpadas somente quando a iluminação natural é insuficiente;
13. utilizar luminárias reflexivas com superfícies interiores desenhadas de forma que a luz seja distribuída adequadamente;
14. instalar sensores de presença em ambientes pouco utilizados;
15. setorizar os circuitos para melhor aproveitamento da iluminação natural;
16. utilizar tintas de cores claras em paredes e tetos.

Quanto ao aparelho de ar-condicionado

1. executar medidas para tornar o sistema de iluminação do prédio eficiente, tendo em vista que, reduzindo a carga térmica dos ambientes, gerada pela dissipação de calor da iluminação, obtém-se redução do consumo de eletricidade no sistema de ar-condicionado como consequência imediata;
2. manter janelas e portas fechadas no ambiente com ar-condicionado ligado, evitando a entrada de ar externo;
3. utilizar o aparelho somente nas dependências ocupadas;
4. manter cortinas fechadas para evitar a incidência de raios solares no ambiente climatizado;
5. manter limpo o filtro dos aparelhos;
6. regular o termostato no verão para no máximo 23°C;
7. desligar os aparelhos de ar-condicionado em horários pré-determinados;
8. não obstruir a circulação de ar do aparelho;
9. verificar o funcionamento do termostato;
10. desligar o ar-condicionado em dias de temperaturas amenas e manter somente a ventilação;
11. ligar o aparelho de ar condicionado uma hora após o início do expediente e desligar uma hora antes do seu término;
12. regular a quantidade de ar externo de acordo com a necessidade. No verão, ar externo significa um grande consumo de energia;
13. reparar janelas e portas quebradas ou fora de alinhamento;
14. reparar fugas de ar, água e fluido refrigerante;
15. verificar se o dimensionamento do equipamento está de acordo com a carga térmica do ambiente e em caso negativo, promover a sua substituição.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense *campus* Campos Guarus, criado pelo Ministério da Educação através do Programa de Expansão da Rede Federal de educação profissional e inaugurado em 2007, para atender a população de Guarus, situado a margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, na cidade de Campos dos Goytacazes.

A Figura 6, mostra uma imagem que, em destaque, apresenta a área da escola.



Figura 6: Imagem aérea do IFFluminense *campus* Campos Guarus. Fonte: Google earth (2015)

A instituição tem cursos na área dos eixos tecnológicos de Controle de Processos Industriais e Ambiente, Saúde e Segurança. A infraestrutura do *campus* está atualmente dividida em cinco blocos (A, B, C, D e E) e conta com 14 salas de aula, 1 biblioteca, 2 laboratórios de informática, 1 laboratório de química, 1 laboratório de física, 1 laboratório de metrologia, 1 laboratório de meio ambiente, 1 laboratório de farmácia, 2 laboratórios de

enfermagem, 6 laboratórios de eletrônica e eletromecânica, 1 sala de artes, 1 estúdio musical, 1 observatório astronômico, 1 micródrômo, 1 quadra coberta e dois vestiários, 1 cantina, além dos ambientes administrativos e do Auditório Roberto Jorge de Faria. Em construção, encontra-se 1 prédio de três pavimentos com 10 salas de aula e um prédio de TI.

O *campus* oferece os cursos superiores em Engenharia Ambiental e Licenciatura em Música, os cursos técnicos integrados em Eletrônica e Meio Ambiente, cursos sequenciais pós-médio em Farmácia e Enfermagem, além do Programa de Ensino de Jovens e Adultos nas áreas de Meio Ambiente e Eletrônica, voltado para maiores de 18 anos que ainda não cursaram o ensino médio. São oferecidos ainda cursos na Modalidade de Educação a Distância (EAD) e Pronatec (IFFluminense, 2015).

A unidade possui atualmente 1376 alunos, 85 docentes, 58 técnicos administrativos em educação, 10 docentes temporários/substitutos, 12 estagiários e 67 prestadores de serviços (equipe de limpeza, vigilância e manutenção), totalizando 232 profissionais colaboradores.

O horário de funcionamento da Instituição ocorre das 7 h às 22 h 40 min, de segunda a sexta feira.

O presente trabalho analisou todos os prédios da Instituição: A, B C, D e E, apenas não fizeram parte da pesquisa a quadra de esporte, o vestiário, os quiosques e o espaço musical, composto de uma sala administrativa e um estúdio.

3.2 Levantamento de dados

Esta pesquisa teve como ponto de partida a fundamentação teórica com a finalidade de sistematizar o assunto a ser discutido, apresentando os principais estudos e conceitos que serviram de base para todas as etapas de desenvolvimento da pesquisa.

A bibliografia selecionada teve como base os seguintes temas: desenvolvimento sustentável, seu histórico e conceitos; os impactos causados pelas ações humanas na natureza; as Instituições de Ensino Superior e seu papel acerca do desenvolvimento sustentável; histórico dos Institutos Federais; programas de gestão ambiental; energia elétrica, sua importância, os impactos que esta atividade causa no meio ambiente e crises energéticas; eficiência energética. A pesquisa para a revisão bibliográfica foi realizada com

base em livros, revistas, artigos, dissertações, teses e sites, incluindo publicações do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério da Educação (MEC), Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Instituto Federal Fluminense (IFFluminense) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Na segunda etapa foi realizada uma compilação e análise das contas de energia emitidas pela concessionária Ampla dos últimos 4 anos, fornecidos pela coordenação de contabilidade e finanças do *campus*, para verificar o consumo e o custo da energia. Foram elaborados gráficos e tabelas para apresentar os dados anuais de consumo e valores gastos pelo *campus* Campos Guarus. O período analisado foi de janeiro de 2012 a dezembro de 2015. A partir da interpretação desses dados serão propostas medidas para diminuir o consumo e o valor gasto.

A diferença entre o consumo nas diferentes épocas do ano foi estimada pelo teste não paramétrico de Kruskal Wallis. Já a correlação entre o número de dias trabalhados e o consumo de energia foi testada pela Correlação de Spearman (não paramétrico). Para esses testes foi utilizado o programa Statistica v.8.

Com o intuito de analisar e quantificar a iluminância, ou seja, a quantidade de luz presente nos ambientes do Instituto foram selecionadas algumas salas de aula e alguns setores administrativos para realizar a medição, para isso foi utilizado um luxímetro, instrumento que fornece a iluminância do ambiente e varia conforme a intensidade luminosa que nele é irradiado, com leitura em lux. Através da média da iluminância calculada será avaliado se os valores encontrados estão de acordo com os estabelecidos na norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 que estabelece os requisitos de iluminação para locais de trabalho internos e os requisitos para o usuário desempenhar suas tarefas de maneira eficiente, com conforto e segurança.

Os locais selecionados para medição foram:

- Salas de aula do bloco A: A18, A21 e A31;
- Salas de aula do bloco E: 1 e 2;
- Setores administrativos: reprodução gráfica, sala de apoio dos laboratórios, diretoria de pesquisa e extensão, almoxarifado, coordenação de assistência ao educando e coordenação de recursos didáticos;

- Corredores dos blocos A, D e E;
- Banheiro do bloco D.

Dessa forma, se fez necessário levar o luxímetro até o ponto de amostragem. Nas salas de aula foram realizadas 5 medições, em cima das carteiras de estudo, pontos próximos e distantes às janelas e no meio da sala, conforme. Nos setores administrativos, foram escolhidas as mesas de trabalho já que esses são os pontos que precisam de maior visibilidade e apenas os setores com janela, pois a intenção é verificar a possibilidade de utilização da iluminação natural, por isso a quantidade de medição irá variar de acordo com o número de mesas de trabalho no setor. E nos corredores e banheiros foram escolhidos pontos próximos e distantes da iluminação natural, o número de medições irá variar de acordo com o tamanho do corredor. Em geral, foram analisadas apenas duas salas de aula por prédio procurando as que apresentavam posições diferentes em relação ao sol. As medições foram realizadas em dia claro e ensolarado, no período da manhã, sempre com as cortinas abertas e as luzes apagadas. A partir do cálculo da média aritmética dos valores medidos, foi possível determinar a iluminância média dos setores.

Considerando-se a proposta de analisar o padrão de consumo de energia elétrica, com ênfase em iluminação e nos aparelhos de ar-condicionado, para auxiliar nas ações de gestão e eficiência energética da Instituição, foi realizada uma pesquisa de campo. Foram feitas observações *in loco* em três épocas do ano (julho, setembro e dezembro) das atividades diárias realizadas no *campus* por alunos e servidores, e seus hábitos quanto ao desperdício de energia elétrica, nos três períodos de funcionamento (manhã, tarde e noite), nos horários de intervalo e de mudança de turno, identificando as oportunidades para minimizar os desperdícios.

Em julho de 2015, a primeira fase de observação, os servidores já haviam decidido pelo início da greve, com isso muitos professores cancelaram suas aulas, como pode ser visto na tabela do Apêndice A. Foram registradas 210 anotações. Os momentos em que não havia aula e quando o professor não liberava a turma no horário correto do intervalo foram desconsiderados, visto que a proposta era avaliar se a energia elétrica estava sendo mal utilizada e se havia desperdício por isso, para efeito dos cálculos foram utilizadas 149 anotações.

Com o objetivo de obter a opinião e percepção dos Técnicos Administrativos em Educação (TAEs) sobre o tema, já que os mesmos trabalham de forma regular, ou seja, de segunda a sexta, 30 ou 40 horas por semana nos setores administrativos, todos equipados com lâmpadas e ar-condicionado, foi utilizado o método de aplicação de questionário on line (e-survey), ordenado pela ferramenta Google Docs (docs.google.com), um serviço da Google que permite a criação de textos, planilhas e apresentações. O questionário contém 15 perguntas e priorizou-se o uso de perguntas fechadas, apenas 2 são abertas e foi enviado para a lista de correio eletrônico dos TAEs, um total de 58 servidores. As questões abordam temas como desperdício de energia, uso de iluminação e ventilação natural, conforto ambiental, uso eficiente e consciente de equipamentos que consomem energia e ainda solicita sugestões para diminuição do consumo de energia elétrica no *campus*.

Foi considerado relevante saber a percepção que os servidores tinham quanto ao desperdício de energia, assim como possíveis ações para mitigá-los, por isso o objetivo do questionário além de verificar se a energia elétrica é utilizada de forma racional pelos mesmos, foi apresentar a percepção ambiental dos servidores.

Para a análise, os dados foram lançados em uma planilha eletrônica com todas as proposições respondidas que foram analisadas, gerados gráficos e obtendo-se percentuais por pergunta.

Outra forma para coletar informações sobre o dia a dia do *campus* quanto os horários de funcionamento, hábitos de uso e conforto das instalações foi através de entrevistas informais com funcionários da limpeza.

Após esse período, houve divulgação de boas práticas para o uso desses itens, entre alunos e servidores, através de palestra e da difusão de materiais elaborados com dicas de práticas sustentáveis, como cartazes e adesivos, alertando para o desligamento das lâmpadas, dos aparelhos de ar-condicionado, dos computadores e da televisão.

Posteriormente foram propostas algumas alternativas para obtenção de economias de energia, e uma análise de viabilidade econômica de duas dessas medidas visando diminuir custos, para isso efetuaram-se cálculos baseados na situação atual da Instituição, propondo uma nova realidade, seguindo os conceitos entendidos como mais eficientes. Essa análise foi realizada apenas nas salas de aula.

3.3 Economia de energia elétrica

Foi realizado um cálculo de economia de energia elétrica com a eliminação de desperdício, gerada com o desligamento das lâmpadas das salas de aulas, nos 3 intervalos (manhã, tarde e noite), com duração de 20 minutos cada, totalizando 60 minutos. Foram considerados 22 dias letivos, a média em um mês típico, sem feriados, férias ou greve.

E um cálculo de custo do quanto poderia ser economizado se a medida anterior fosse aplicada pela Instituição. Nos cálculos foram consideradas as tarifas sem tributos, conforme a conta de energia elétrica emitida pela concessionária Ampla, de R\$ 0,76 para o consumo no horário de ponta (das 18 h às 21 h) e R\$ 0,56 para o consumo no horário fora de ponta (demais horas), sendo 40 minutos de intervalo nos períodos de manhã e tarde e 20 minutos de intervalo no período da noite.

3.4 Análise econômica

Em se tratando de energia, é necessário avaliar constantemente a troca ou não de um equipamento, em busca do mais eficiente. E, para isto, há investimento de capital que precisa ser recuperado futuramente. Para essa tomada de decisão é recomendável fazer uma análise de investimento. E a melhor escolha, então, só poderá ser feita após o estudo de cada alternativa (ELETROBRAS, et. al, 2009).

Existem diversos métodos de análise financeira na busca pelo melhor investimento. As análises financeiras podem determinar o tempo de retorno do investimento que pode ser simples ou capitalizado, a economia mensal obtida com a aquisição de um bem ou serviço, o custo operacional desse investimento ao longo de sua vida útil, entre outros.

Serão avaliados os seguintes métodos de análises econômica: tempo de retorno de capital (TRC), valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR).

a) O tempo de retorno de capital também conhecido como “payback” simples é um método que calcula quanto tempo o investidor precisará para recuperar o capital investido, ou seja, leva-se em consideração apenas o investimento e o benefício que este trará, sem as taxas de juros (ELETROBRAS, et. al, 2009). Para determiná-lo, utiliza-se a seguinte equação:

$$TRC = \frac{I}{A}$$

Onde:

TRC = tempo de retorno de capital

I = investimento realizado

A = economia proporcionada

b) O Valor presente líquido é o cálculo que determina o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros definida, menos o custo do capital investido, isto é, trazer para o presente os valores futuros e compará-los ao valor investido inicialmente (GEDRA, 2009; ELETROBRAS, et. al, 2008).

Pode ser calculado a partir da seguinte equação:

$$VPL = -Civ + \sum_{t=1}^T FCt/(1+i)^t$$

Onde:

Civ = custo de investimentos;

FC = fluxo de caixa do período t;

t = período em que foi determinado o fluxo de caixa;

i = taxa de juros

T = período total do fluxo de caixa

Sempre que:

i) $VPL > 0$, o investimento é economicamente viável;

ii) $VPL = 0$, é indiferente;

iii) $VPL < 0$, o investimento não é economicamente viável.

c) A taxa interna de retorno é a taxa de juros necessária para igualar o valor presente de um investimento com seus respectivos retornos futuros. É a taxa que anula o VPL (GEDRA, 2009).

Pode ser calculado a partir da seguinte equação:

$$0 = -Civ + \sum_{t=1}^T FCt/(1+TIR)^t$$

Onde:

Civ = custo de investimentos;

FC = fluxo de caixa do período t;

t = período em que foi determinado o fluxo de caixa;

T = período total do fluxo de caixa

Sempre que:

i) $TIR > i$, o investimento é economicamente viável;

ii) $TIR = 0$, é indiferente;

iii) $TIR < 0$, o investimento não é economicamente viável.

O VPL e o TIR indicam a viabilidade econômica ou não do investimento a ser considerado.

As propostas de economia com as substituições no sistema de iluminação serão as seguintes:

a) troca de lâmpadas fluorescentes tubulares de 40 W por 32 W, luminárias ineficientes por luminárias reflexivas e com reatores eletrônicos, nas salas de aula.

Foram elaboradas tabelas com a proposta da substituição, contendo a economia de energia elétrica, os custos necessários para execução do projeto e o tempo necessário para conseguir o retorno financeiro, considerando a substituição de luminárias, lâmpadas e reatores classificados com o selo PROCEL. Como as luminárias do bloco D já são eficientes haverá necessidade de trocar apenas as lâmpadas, a proposta de troca de luminárias será apenas para os blocos A e E.

Foram considerados 22 dias letivos e 15 horas diárias, excluindo os 20 minutos de intervalo para o lanche os 40 minutos na troca dos turnos, os horários de atividades nos ambientes das salas de aula são:

Manhã – 7 h às 12:20 h

Tarde – 12:30 h às 17:50 h

Noite – 18:20 h às 22:40 h

b) troca de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED

Foram elaboradas tabelas com a proposta da troca, contendo a economia de energia elétrica, os custos necessários para execução do projeto e o tempo necessário para conseguir o retorno financeiro, considerando apenas as lâmpadas, classificadas com o selo PROCEL, já que as lâmpadas de LED não necessitam do uso do reator e de luminárias especiais.

Nos cálculos de custo, a mão de obra não foi considerada, pois na própria instituição há profissional habilitado para execução.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise das faturas

A Figura 7 indica os valores gastos com os pagamentos das faturas, evidenciando um crescimento no decorrer dos anos, mas com variações de valores ao longo dos meses.

Em 2012, a tarifa contratada era a convencional, como resultado do trabalho da Comissão de Eficiência Energética, em junho de 2013, o contrato foi alterado para a tarifa verde. Em fevereiro de 2014, a direção do *campus* Campos Guarus assinou um novo contrato alterando para a tarifa azul, provavelmente por considerar a tarifa financeiramente mais viável.

Após a análise da conta referente ao mês de setembro, a comissão verificou que a mudança da tarifa traria uma economia de R\$10.000,00 por mês na conta de energia elétrica, por isso, em novembro de 2015, foi protocolado um novo pedido de mudança para a tarifa verde, considerada a ideal para o *campus*.

A escolha da melhor tarifa não proporciona uma diminuição no consumo de energia elétrica, mas minimiza as despesas se a tarifa for escolhida de forma correta, de acordo com os hábitos de consumo da Instituição.

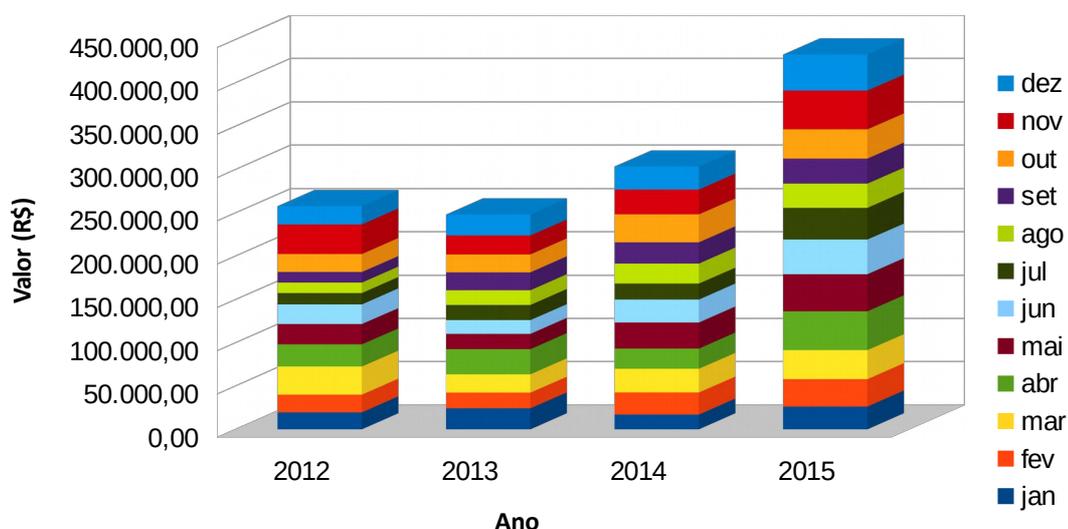


Figura 7: Gráfico representativo dos valores gastos com energia elétrica no *campus* Campos Guarus, no período de 2012 a 2015. Própria autoria

No ano de 2015, o valor gasto de 432.552,29 equivale a 9,20% dos gastos totais da Instituição, sendo um aumento considerável em relação aos demais anos. Do ano de 2012 a 2015, o aumento foi equivalente a 59,5%, devido ao aumento na tarifa de energia elétrica, conforme tabela 2.

Tabela 2: Valores gastos com pagamento de energia elétrica nos anos de 2012 a 2015. Própria autoria.

Ano	2012	2013	2014	2015
Valor	R\$ 257.687,41	R\$ 247.920,83	R\$ 303.344,82	R\$ 390.939,70

Quanto ao consumo, em kWh (Figura 8), não há tanta variação de um ano para o outro como no gráfico de valores, isso comprova o aumento dos valores pagos com energia elétrica diante da crise energética vivida atualmente no país, a expansão do sistema elétrico não está acompanhando o crescimento contínuo do consumo e da demanda, as hidrelétricas estão produzindo abaixo do esperado, fazendo com que as termelétricas funcionem em sua carga máxima, elevando assim as tarifas (HOLLANDA; VAREJÃO, 2014).

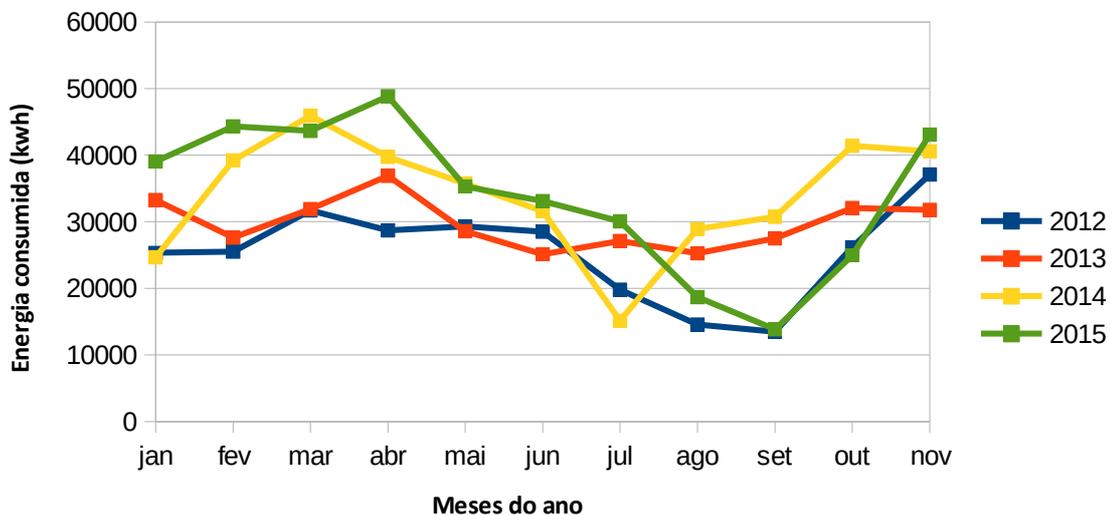


Figura 8: Gráfico representativo do consumo mensal de energia elétrica do *campus* Campos Guarus entre 2012 e 2015. Própria autoria, 2015

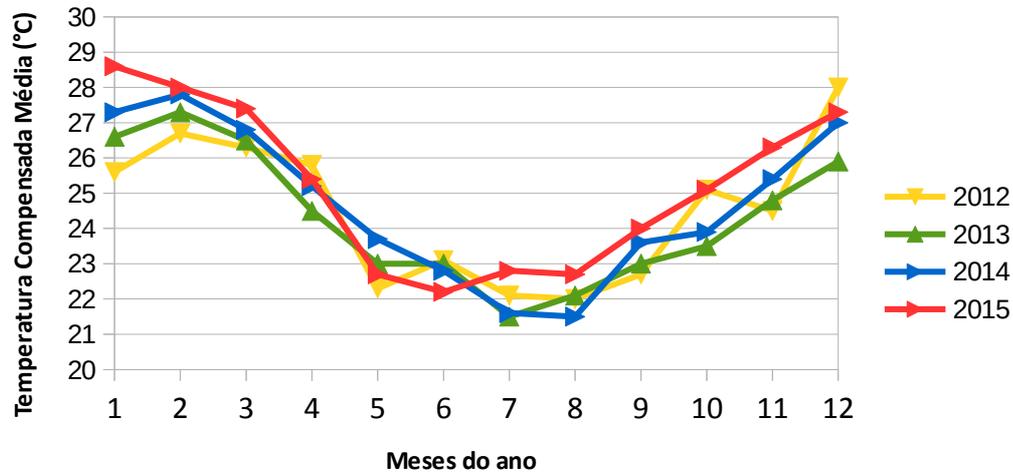


Figura 9: Gráfico representativo da Temperatura Compensada Média durante o período de 2012 e 2015 na cidade de Campos dos Goytacazes. Fonte: INMET (2015)

Os gráficos representados nas Figuras 8 e 9 evidenciam, que no ano de 2015, os maiores consumos ocorreram nos períodos mais quentes do ano, fato que pode ser explicado pelo uso contínuo de aparelhos condicionadores de ar na Instituição. Nos meses de janeiro a abril de 2015, o consumo foi mais elevado e as temperaturas também, conforme o banco de dados do INMET (2015), já nos meses de maio a agosto as temperaturas sofreram queda assim como o consumo.

Os dados foram analisados utilizando o teste não paramétrico de Kruskal Wallis, e existe diferença significativa entre o consumo nas diferentes épocas do ano ($F = 14,72$; $p = 0,0021$) conforme apresentado na Figura 10. O consumo no inverno é significativamente menor que nas demais estações.

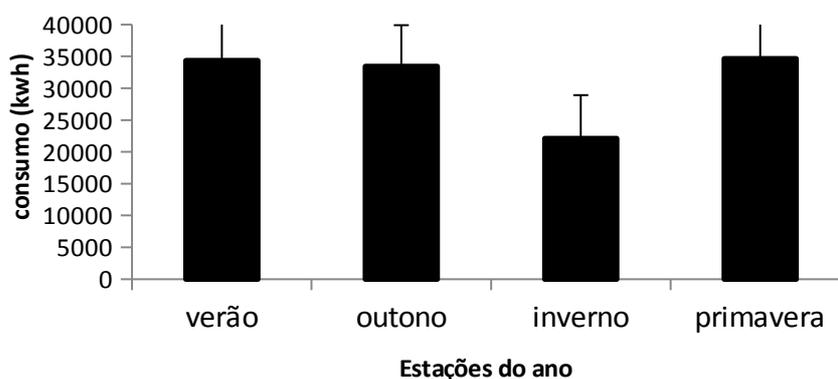


Figura 10: Gráfico dos valores médios de consumo de energia elétrica por estação do ano.

Pelo teste não paramétrico de Correlação de Spearman existe uma correlação positiva e significativa ($r=0,3$; $p<0,05$) entre o número de dias trabalhados e o consumo de energia, porém ela não é muito elevada, já que o índice varia de 0 a 1 (Figura 11).

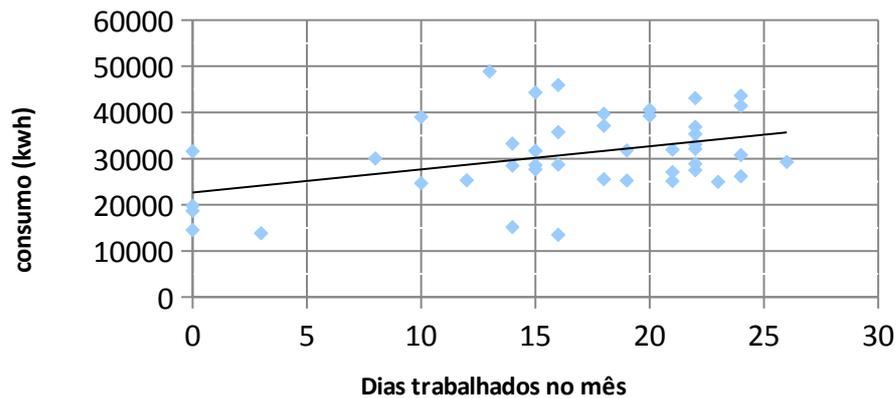


Figura 11: Gráfico do consumo de energia elétrica, do *campus* Campos Guarus, por dias trabalhados.

É possível também observar algumas quedas devido ao período de greve, férias escolares e recessos de fim de ano e carnaval, como mostra a Tabela 3. As greves ocorreram nos anos de 2012, 2014 e 2015, período de baixo consumo de energia devido à ausência de alunos, professores e grande parte dos Técnicos Administrativos em Educação (TAEs).

Tabela 3: Contabilização mensal dos dias sem atividades letivas entre 2012 e 2015 no IFFluminense *campus* Campos Guarus. Própria autoria

Ano	Meses do ano											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2012	15 dias de férias	5 dias de recesso	26 dias de férias	8 dias de férias	Letivo	9 dias de greve	31 dias de greve	31 dias de greve	6 dias de greve	Letivo	Letivo	Letivo
2013	11 dias de férias	5 dias de recesso	Letivo	Letivo	Letivo	Letivo	3 dias de férias	2 dias de férias	Letivo	Letivo	Letivo	9 dias de férias
2014	19 dias de férias	5 dias de recesso	Letivo	Letivo	6 dias de greve	30 dias de greve	13 dias de greve	Letivo	Letivo	Letivo	Letivo	10 dias de recesso
2015	Letivo	5 dias de recesso	Letivo	10 dias de férias	Letivo	Letivo	19 dias de greve	31 dias de greve	25 dias de greve	Letivo	Letivo	Letivo

Durante as greves permanecem no *campus*, de forma frequente, apenas os TAEs que fazem serviços essenciais, os diretores e coordenadores, e os prestadores de serviço. A redução do consumo também ocorre no período de férias, embora de forma bem menos expressiva.

4.2 Análise da iluminância

Nesta etapa da pesquisa, foi realizada a medição dos setores, e os resultados podem ser verificados na tabela 4, onde há uma comparação dos valores encontrados com o que é recomendado pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. A média das salas de aula, dos corredores e do banheiro estão acima da estabelecida pela norma, enquanto dos setores administrativos, a maioria encontra-se abaixo da média.

Tabela 4: Comparação da iluminância dos setores do IFFuminense campus Campos Guarus com os valores recomendados pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Fonte: Própria autoria.

Setor	Medição 1 (lux)	Medição 2 (lux)	Medição 3 (lux)	Medição 4 (lux)	Medição 5 (lux)	Média (lux)	Norma (lux)
Sala A18	789	875	407	342	279	538	300
Sala A21	1940	2220	1280	332	406	1235	300
Sala A31	1625	1283	658	589	331	897	300
Sala 1E	1374	1082	1066	553	1470	1109	300
Sala 2E	1094	270	462	550	263	527	300
Corredor do bloco A	310	127	143	-	-	193	100
Corredor do bloco D	253	041	037	223	740	258	100
Corredor do bloco E	1691	311	-	-	-	1001	100
Reprodução gráfica	437	503	-	-	-	470	500
Coordenação de atendimento ao educando	325	330	163	130	106	210	500
Coordenação de	097	070	735	137	-	259	500

recursos didáticos							
Almoxarifado	711	548	-	-	-	629	500
Sala de apoio dos laboratórios	185	309	456	-	-	316	500
Coordenação de pesquisa e extensão	209	619	1133	318	-	569	500
Banheiro do bloco D	9280	660	890	-	-	3610	200

4.3 Fase de diagnóstico

4.3.1 Visita as instalações

Na primeira etapa, foram observados os vinte e nove setores administrativos, as 14 salas de aula, a sala de convivência, o micródromo, as duas recepções e o observatório astronômico. Os laboratórios não foram analisados por serem pouco utilizados e apesar de alguns funcionarem também como salas de aula, isso ocorre apenas em alguns dias da semana.

Foram inúmeros os flagrantes que mostraram o mau uso da energia elétrica no *campus*.

Os problemas mais frequentes encontrados foram:

– Falta de aproveitamento da iluminação natural;

Para que o sistema de iluminação seja eficiente, ele tem que associar o sistema de luz artificial com o aproveitamento da luz natural. No Brasil, há um enorme potencial para utilização da luz, em função das características climáticas. E como foi comprovado na medição realizada, a iluminação natural é eficiente em diversos ambientes do *campus*.

Foi possível perceber que nos setores administrativos e nas salas de aula (Figura 12), em sua grande maioria, não há utilização da iluminação natural, as cortinas ficam fechadas e as lâmpadas acessas durante o dia. Foi ainda observado que 4 setores não possuem janela, por isso o uso de energia elétrica é inevitável.

O almoxarifado é um dos setores que utiliza a luz natural frequentemente. Já na reprodução gráfica, não há incidência de sol pela manhã, assim as cortinas ficam abertas aproveitando a luz natural, no período da tarde há incidência de sol, as cortinas ficam fechadas e a luz é acessa.



Figura 12: Aspecto geral de uma sala de aula no IFFluminense *campus* Campos Guarus com as cortinas fechadas. Fonte: Própria

Nos horários de intervalo e de mudança de turno, quando os alunos saíam das salas, 73,8% das lâmpadas permaneciam acessas.

As salas de aula do bloco A foram projetadas com grandes janelas, proporcionando entrada de luz natural. Das 6 salas de aula do bloco E, apenas 2 permitem uma boa utilização da luz natural. Devido a uma arquitetura inadequada, o bloco E está muito próximo ao bloco C, causando sombra no mesmo, onde ficam as janelas da maioria das salas de aula.

Como pode ser observado na figura 13, e comprovado pela medição realizada, o banheiro do bloco D tem uma boa iluminação natural, no entanto, as luzes ficam ligadas durante todo o dia.



Figura 13: Aspecto geral do banheiro do bloco D do IFFuminense campus Campos Guarus demonstrando a falta de necessidade de iluminação artificial. Fonte: Própria

Os corredores dos blocos A (figuras 14 e 15) e D também possuem uma boa iluminação natural, fato também comprovado através da medição, porém a luz artificial é utilizada durante o dia, conforme foi observado nas vistorias feitas no local.



Figura 14: Aspecto geral do corredor do bloco A do IFFluminense campus Campos Guarus demonstrando a falta de necessidade de iluminação artificial. Fonte: Própria



Figura 15: Aspecto geral do corredor do bloco A do IFFluminense campus Campos Guarus demonstrando a falta de necessidade de iluminação artificial. Fonte: Própria

No corredor principal do bloco D, a má utilização da luz artificial se torna ainda mais agravante, pois o prédio foi construído para que houvesse a introdução da luz natural através de aberturas feitas na laje, com acabamento em material transparente, como pode ser observado nas figuras 16 e 17.



Figura 16: Aspecto geral do corredor do bloco D do IFFluminense *campus* Campos Guarus demonstrando a falta de necessidade de iluminação artificial. Fonte: Própria

Além disso, só há um dispositivo para acionamento da iluminação de todo o corredor, não sendo possível utilizar a iluminação artificial como complemento da luz natural, caso fosse necessário em dias nublados, quando a incidência de sol é menor.



Figura 17: Abertura para aproveitamento da luz natural no corredor do bloco D do IFFluminense *campus* Campos Guarus demonstrando a falta de necessidade de iluminação artificial. Fonte: Própria

– Mau uso do sistema de condicionamento de ar

Durante o funcionamento do sistema de condicionamento de ar deve-se evitar que portas e janelas fiquem abertas além do tempo necessário, para impedir a entrada de ar não refrigerado no ambiente condicionado. Além disso, ventilação natural também deve ser aproveitada.

Durante o período de observação, em dois desses dias a temperatura era amena, porém todos os setores e as salas de aula estavam com o ar-condicionado ligado. Em um desses dias, a sala de convivência frequentada em maior número por professores estava com a porta aberta e o ar-condicionado ligado. A sala 2 do registro acadêmico fica constantemente com a porta aberta enquanto o ar-condicionado fica ligado.

O setor de almoxarifado utiliza a ventilação natural. Nos três momentos de vistoria no *campus*, o ar-condicionado não estava sendo utilizado.

Em torno de 22% das salas de aula foram encontradas com porta aberta e o ar-condicionado ligado nos intervalos e mudanças de turno.

– Uso inadequado da sala de aula

Como a Instituição tem cursos integrados, com aulas pela manhã e a tarde, muitos alunos permanecem em salas de aula nesses intervalos, mantendo luzes e ar-condicionado ligados. E mesmo nos intervalos de lanche os alunos ficam em salas de aula.

– Sistema de acionamento de iluminação inadequado

Muitos setores possuem apenas um interruptor para acionar a iluminação de todo o recinto, isto significa que todas as lâmpadas são acessas mesmo em pontos desnecessários.

Um sistema de acionamento setorizado permitiria a iluminação somente em áreas ocupadas, além do melhor aproveitamento da luz natural. Nas salas de aula, por exemplo, para o melhor uso dos recursos multimídia o ideal seria acender apenas as lâmpadas mais distantes do monitor.

– Desligamento do ar-condicionado

Nos blocos D e E, os aparelhos de ar-condicionado são do modelo “split” e os controles ficam com os responsáveis pela limpeza, o que impede o desligamento imediato após o fim das aulas. Apesar dos responsáveis pela limpeza limparem as salas assim que as aulas terminam, mas quando terminam antes do horário previsto e em alguns momentos não ocorrem, os aparelhos permanecem ligados nas salas vazias.

– Impressoras ficam ligadas de um dia para o outro

Em alguns setores administrativos as impressoras não são desligadas ao final do expediente, ficando ligadas 24 horas por dia, inclusive nos finais de semana.

Os equipamentos em modo de espera (“stand by”) também consomem energia, o ideal é desligá-los totalmente do sistema quando o usuário não for utilizá-los por um longo período de tempo (LAMBERT; DUTRA; PEREIRA, 2013).

4.3.2 Tratamento de dados dos questionários

O questionário enviado para os técnicos administrativos em educação obteve um retorno de 62%. As respostas apontaram que os problemas são perceptíveis, no entanto, não há uma ação por parte dos usuários na intenção de intervir para eliminação do desperdício. Além disso, foi possível notar que não há preocupação com o uso consciente de energia, e conseqüentemente com os recursos naturais utilizados sem restrição e de forma abusiva, por

isso é necessário um trabalho de conscientização e sensibilização para que todos os envolvidos possam atuar na eficiência energética do *campus* e assim diminuir o impacto causado no meio ambiente.

Rebello (2007) define percepção como “a capacidade que cada indivíduo tem de perceber o que está ao seu redor, e assim, responder a isto” e uma das características da percepção é seu caráter individual, dessa forma cada pessoa compreende de forma única a mesma situação de acordo com suas experiências anteriores, expectativas e necessidades.

Em relação à observação de pontos de desperdício de energia no *campus*, a Figura 18 indica que 67% responderam que sim, já observaram, e alguns descreveram quais eram esses pontos, que corroboram com o que foi observado no período de visitas, como luzes acessas durante o dia, ar-condicionado e luzes ligados sem a presença de usuários, e porta aberta com o ar ligado, tanto em setores administrativos como em salas de aula.

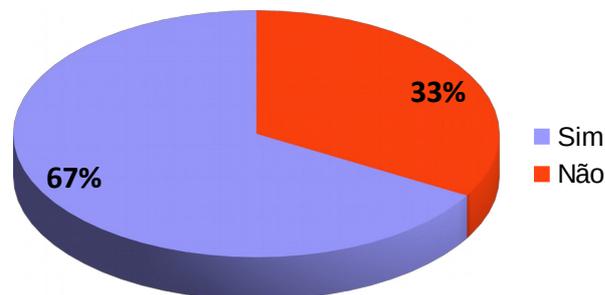


Figura 18: Relação percentual de pessoas que já observaram ou não pontos de desperdício de energia elétrica no *campus*.

Quanto ao uso da iluminação natural, com base na análise da Figura 19, cerca de 43% dos entrevistados responderam que raramente utilizam sendo que 40% deles consideram a iluminação natural do setor ótima, boa ou satisfatória. Esse resultado confirma o que foi apontado durante as visitas, luzes acessas desnecessariamente reforçando a existência do mau uso e do desperdício da energia elétrica.

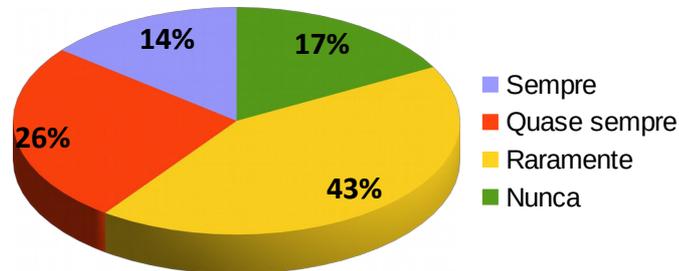


Figura 19: Relação percentual de pessoas que utilizam iluminação natural no ambiente de trabalho.

De acordo com a Figura 20, cerca de 42% raramente fazem uso e 33% nunca utilizam ventilação natural no seu ambiente de trabalho. Do total, apenas 3% sempre utilizam e 22% quase sempre. É importante ressaltar que alguns setores não possuem janelas, no entanto dos que responderam que raramente ou nunca, 33% consideram a ventilação natural no ambiente boa ou satisfatória.

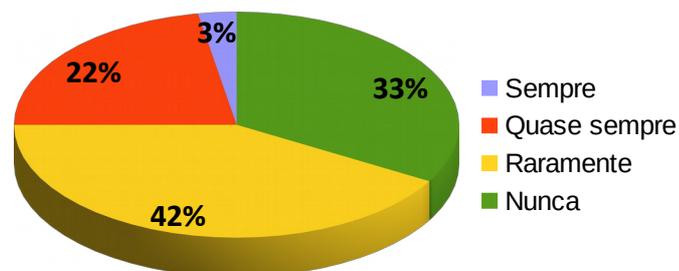


Figura 20: Relação percentual de pessoas que utilizam ventilação natural no ambiente de trabalho

Uma edificação deve ser projetada de forma que atenda às exigências de conforto térmico do usuário, quando isso não ocorre, o usuário recorre por exemplo, ao uso do ar-condicionado, por isso o conforto térmico está relacionado ao consumo de energia elétrica (FROTA; SCHIFFER, 2006). Neste quesito do conforto térmico do ambiente sem o ar-condicionado ligado, na Figura 21, constatou-se que a grande maioria (89%) dos entrevistados responderam ser desconfortável e 11% confortável.

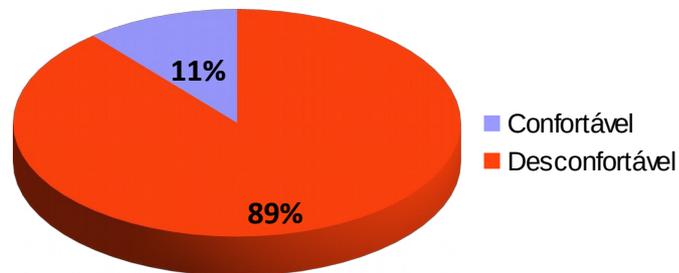


Figura 21: Relação percentual de pessoas que consideram o ambiente confortável com o ar-condicionado desligado

Outros aspectos questionados foram sobre o desligamento de iluminação, ar-condicionado e computador quando o ambiente está vazio, em casos como reunião e horário de almoço. Como pode ser observado na Figura 22, a maioria (61%) apontou que sempre desliga as lâmpadas quando não há usuários no ambiente, mas 21% raramente ou nunca fazem isso.

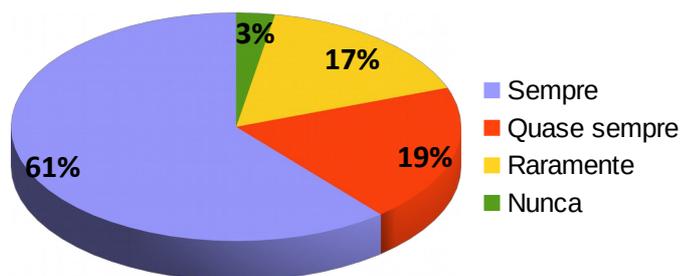


Figura 22: Relação percentual de pessoas que desligam a iluminação quando o ambiente está vazio

Quanto ao uso do ar-condicionado, no universo dos que responderam, 50% afirmam sempre desligar quando está fora do ambiente por um período mais longo e 27% não desligam nunca ou raramente (Figura 23). Se todos se empenhassem em desligar o ar-condicionado quando o ambiente está vazio haveria uma importante redução do consumo de energia na Instituição.

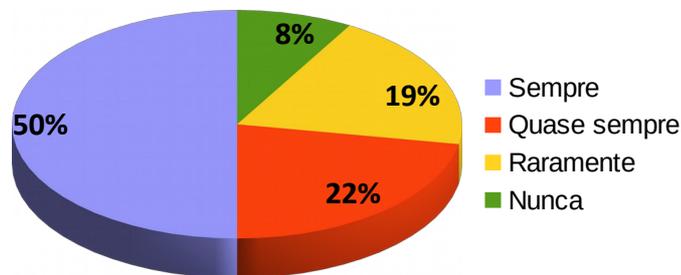


Figura 23: Relação percentual de pessoas que desligam o ar-condicionado quando o ambiente está vazio

E quanto ao computador, de acordo com a Figura 24, os que sempre desligam quando saem para reuniões ou para o almoço correspondem a 25% do total e 50% raramente ou nunca desligam.

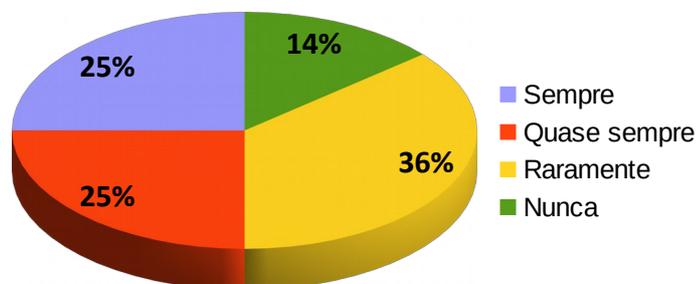


Figura 24: Relação percentual de pessoas que desligam o computador quando o ambiente está vazio

A impressora também é um item que consome energia elétrica, embora muitas possuem programação para consumir menos quando não estão sendo utilizadas mas o percentual da população pesquisada que desliga sempre a impressora ao final do expediente corresponde a 67%, 14% quase sempre, enquanto 19% raramente ou nunca desligam (Figura 25).

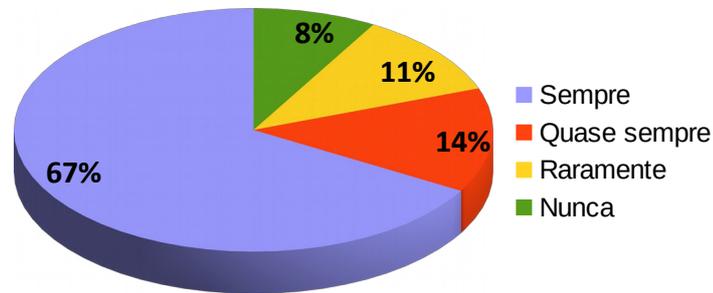


Figura 25: Relação percentual de pessoas que desligam a impressora ao final do expediente

Para economizar energia no uso dos computadores é possível escolher após quanto tempo o sistema operacional pode desligar o monitor, discos rígidos e o intervalo de tempo de inatividade para que o PC entre em modo de espera. Quando indagados se o computador é programado para desligar automaticamente após alguns minutos sem utilização, na Figura 26 constatou-se que 31% possuem essa opção de desligá-lo automaticamente e 69% ainda não utilizam esse recurso. É uma ação simples que não precisa de investimento financeiro mas traz benefícios para economia de energia.

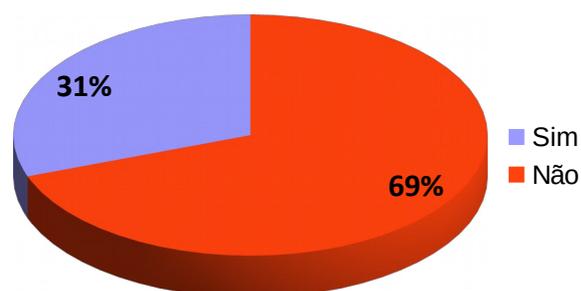


Figura 26: Relação percentual de pessoas que programam o computador para desligar automaticamente após alguns minutos sem utilização

E ao final do questionário os TAEs deixaram sugestões para economia de energia, que foram compilados e resumidos:

- a) sempre desligar os equipamentos, se possível retirá-los da tomada;

- b) diminuir o uso de lâmpadas acesas e ar-condicionados ligados sem usuários no ambiente;
- c) abrir as janelas e desligar o ar-condicionado em dias frescos;
- d) instalação de sensores de presença nos banheiros e corredores;
- e) trabalho de conscientização e sensibilização de todos os usuários do *campus* com envio de e-mails mensais, palestras e cartazes. Palestras com funcionários da concessionária de fornecimento de energia e os cartazes devem ser modificados continuamente para chamar a atenção;
- f) instalação de “brise de soleil” nas janelas;
- g) setorização do sistema de acionamento de iluminação em alguns ambientes;
- h) instalação de equipamentos para produção de energia solar no *campus*;
- i) Outras formas de licitação que visem a aquisição de equipamentos de qualidade e não só o mais barato;
- j) fechar a escola, ou seja, dar recesso entre o natal e ano novo e na semana do carnaval;
- k) designar uma pessoa para ao final da noite percorrer todas as salas para desligar todos os equipamentos ligados desnecessariamente e ao amanhecer também ter um responsável por desligar as lâmpadas que iluminaram o *campus* durante a noite.

4.3.3 Sistemas de iluminação

Existem diversos tipos de lâmpadas disponíveis no mercado, como incandescentes, halógenas, luz mista, vapor de mercúrio, fluorescentes, vapor de sódio e a vapor metálico, porém as lâmpadas de LED (diodo emissor de luz) apareceram prometendo mais eficiência e economia.

A tecnologia é mais vantajosa por causar menor impacto ambiental, pois não há metais pesados, como o mercúrio, em sua composição, podendo ser descartada em lixo comum, contribui para evitar o aumento da temperatura do ambiente diminuindo o gasto com refrigeração, tem um grande aproveitamento energético, já que, apenas 5% da geração de energia é transformada em calor e o restante se torna luz, enquanto com as lâmpadas

incandescentes o índice é invertido, sendo 95% da energia transformada em calor (Ribeiro, 2015), além disso, sua vida útil pode chegar a 50.000 horas.

As lâmpadas encontradas no *campus* de estudo foram as fluorescentes tubulares, em sua grande maioria, e as fluorescentes compactas.

Não há uma padronização no sistema de iluminação pois os prédios foram construídos em momentos diferentes. As características dos sistemas e a potência total instalada podem ser vistas na Tabela 5. Cerca de 98% das lâmpadas são tubulares fluorescentes de 40 watts de potência. As lâmpadas compactas são destinadas aos banheiros.

As lâmpadas fluorescentes possuem boa eficiência luminosa e vida média alta, além disso, também apresentam baixa luminância, reduzindo a possibilidade de ofuscamento (LAMBERT; DUTRA; PEREIRA, 2013).

Os reatores são eletrônicos e as luminárias do bloco D são ditas eficientes, as demais são ineficientes, de acordo com Lambert, Dutra e Pereira (2013). As luminárias desempenham um papel fundamental em um sistema eficiente de iluminação pois são responsáveis por distribuir, controlar ou filtrar a luz proveniente das lâmpadas. Para otimizar um sistema de iluminação artificial, a lâmpada, a luminária e o reator devem ser eficientes.

Tabela 5: Potência total das lâmpadas instaladas no *campus* Campos Guarus. Fonte: Própria autoria

Bloco	Quantidade de lâmpadas	Potência das lâmpadas/modelo
A	332	40 W/tubular
B	32	40 W/tubular
C	130	40 W/tubular
D	372	40 W/tubular
E	144	40 W/tubular
Total	1010	40400 W

Os blocos A e D possuem o maior número de sistema de iluminação instalado. Isso ocorre, pois o bloco A por comportar o maior número de salas de aula 7, em um total de 14 no *campus* e o D, que comporta a biblioteca e o auditório com aproximadamente 523 m² e 277 m², respectivamente.

4.3.4 Sistema de condicionamento de ar

De forma geral, os aparelhos de ar-condicionado são responsáveis por consumir grande parte da energia elétrica por isso são importantes nas ações de gestão e eficiência energética. O sistema de condicionamento de ar do *campus* possui aparelhos individualizados, que se diferenciam quanto ao tipo e a potência. Os existentes são do tipo janela, split e split piso/teto.

O ar-condicionado de janela é um aparelho mais simples e compacto, possui o evaporador e o condensador em uma única unidade, por isso apresentam alto nível de ruído. O rendimento do aparelho está associado a trocas térmicas sua exposição à radiação solar, seu enclausuramento ou outra forma que impeça o fluxo do ar comprometem em até 30% sua capacidade de refrigeração e aumenta o consumo de energia (LAMBERT; DUTRA; PEREIRA, 2013).

O modelo de aparelho “split” é dividido em duas unidades, evaporadora, localizada no ambiente climatizado, e unidade condensadora que deve ser alocada externamente, em lugar bem ventilado e sem exposição à radiação solar e é a principal fonte de ruído (LAMBERT; DUTRA; PEREIRA, 2013).

O modelo “split” apresenta vantagem em relação ao ar de janela por apresentar baixo nível de ruído.

Como pode ser observado na Figura 27, os aparelhos do bloco A, foram instalados em nichos, isso obstrui a passagem do ar exterior para dentro do aparelho fazendo com que o ar quente recircule e entre cada vez mais quente no condensador. O ideal é que a temperatura do ar que circula no condensador seja mais baixa possível para remover a maior quantidade de energia.



Figura 27: Imagem dos aparelhos de ar condicionado instalados em nichos no IFFluminense *campus* Campos Guarus. Fonte: Própria

A Tabela 6 demonstra que o “split” é o aparelho predominante, equivalendo a 66,25% do total. Como os aparelhos do tipo janela possuem compressores rotativos, que consomem menos energia, não há necessidade de trocá-los pelo modelo “split” para reduzir o consumo, mas por se tratar de salas de aula, devido ao alto nível de ruído causado pelos modelos janeleiros, a troca é recomendável.

Tabela 6: Potência total dos equipamentos de ar-condicionado instalados no *campus* Campos Guarus. Fonte: Própria autoria

Tipo de aparelho	Potência (BTUs)	Quantidade de aparelhos	Potência total instalada (BTUs)
Split	9000	7	63000
Split	12000	3	36000
Split	18000	5	90000
Split	22000	4	88000
Split	24000	18	432000
Split	30000	1	30000
Janela	7500	2	15000
Janela	18000	5	90000

Janela	12000	1	12000
Janela	24000	1	24000
Janela	30000	18	540000
Split Piso/Teto	24000	1	24000
Split Piso/Teto	30000	2	60000
Split Piso/Teto	36000	7	252000
Split Piso/Teto	48000	2	96000
Split Piso/Teto	60000	3	180000
Total de aparelhos		80	

4.3.5 Outros equipamentos

Existem outros aparelhos na Instituição que consomem energia, os equipamentos de laboratórios, de informática e os domésticos. Havendo necessidade de um estudo mais detalhado desse consumo. Os aparelhos instalados nos laboratórios não foram contabilizados por dois motivos: não há aparelhos que consomem muita energia e os laboratórios são pouco utilizados.

Os equipamentos de informática são: computadores de mesa, impressoras, notebooks, scanner e roteador.

Os domésticos são: televisão, telefone sem fio, ventilador, frigobar, forno elétrico, micro-ondas, cafeteira, sanduicheira, refrigerador, liquidificador, chuveiro elétrico e DVD.

Há ainda outros aparelhos como: picotadora, purificador de ar, projetor de multimídia, mesa de som, caixa de som, microfone, bebedouro, copiadoras, guilhotina elétrica e aparelho de ponto eletrônico.

4.4 Alternativas para uso racional de energia elétrica no IFFluminense *campus* Campos Guarus

Após o diagnóstico, foram elaboradas algumas alternativas para diminuição do consumo de energia elétrica no *campus* Campos Guarus do IFFluminense. Essas alternativas estão baseadas nas recomendações do PROCEL e na coletânea Desafio da Sustentabilidade.

Alternativas que necessitam de baixo ou nenhum investimento:

- a) campanhas constantes para abertura das cortinas e janelas durante o dia para melhor aproveitamento da luz natural que está disponível na maior parte do tempo, optando por reduzir o consumo de luz artificial;
- b) alteração da posição das carteiras das salas de aula do bloco A, devendo ficar perpendicular à janela. A atual disposição, paralelas a janela, provoca sombra dos alunos sobre sua mesa de estudo formando uma barreira para a entrada da luz natural. Além disso, a luz é refletida diretamente no quadro e no monitor causando desconforto para os alunos. Nos demais blocos, a alternativa se torna inviável devido ao formato retangular das salas;
- c) campanha para acionamento das lâmpadas dos corredores e banheiros dos blocos A e D apenas no período noturno;
- d) campanhas para manter portas e janelas fechadas quando o ar-condicionado estiver ligado. Essa medida permite que o ambiente alcance a temperatura desejada mais rápido, reduzindo o funcionamento do aparelho na manutenção da temperatura;
- e) orientação para regulagem da temperatura nos aparelhos entre 22°C e 24°C. É uma temperatura agradável e garantirá o conforto térmico nos ambientes das instituições, evitando o trabalho excessivo do compressor;
- f) campanha para desligamento do ar-condicionado uma hora antes do fim do expediente, e antes do almoço, e acionamento uma hora após o início do expediente, medida que não reduz conforto do ambiente de trabalho;
- g) campanha para desligamento do ar-condicionado uma hora antes do fim da aula e acionamento uma hora após o início das aulas, se esta ocorrer no início da manhã;
- h) reorganização dos horários de aula em cada sala, para preenchê-los de maneira contínua, dessa forma o ar frio da aula anterior seria “aproveitado”, evitando assim que uma sala inteira tivesse que resfriar novamente;
- i) setorização do sistema de acionamento da iluminação nos seguintes ambientes: serviço médico, gestão de pessoas, almoxarifado, coordenação de pesquisa e extensão, sala da bibliotecária, observatório astronômico e recepção, a fim de evitar a iluminação de áreas não ocupadas;

- j) manutenção constante dos equipamentos de ar-condicionado, lâmpadas e luminárias;
- k) setorização do sistema de acionamento da iluminação das salas de aula para permitir desligar as luminárias desnecessárias como as das áreas próximas as janelas;
- l) orientação para determinar prazos para que os monitores e discos rígidos dos computadores desliguem após um certo período de inatividade;
- m) divulgação dos gastos de energia da Instituição para incentivar os usuários a melhorar o desempenho energético;
- n) treinamento dos servidores na área de eficiência energética para que possam comprar equipamentos sustentáveis;
- o) instalação do banco de capacitores, adquirido pela Comissão de eficiência energética do Instituto, para correção de fator de potência e reduzir parte do aquecimento no transformador e condutores, podendo evitar a cobrança de multas na conta de energia;
- p) campanha constante para conscientizar os usuários para o desligamento de iluminação e ar-condicionado quando não houver pessoas no recinto;
- q) campanha para desligamento de aparelhos em modo de espera.
- r) instalação de molas nas portas das salas de todos os prédios para impedir que permaneçam abertas. Manutenção nas molas das salas de aula do bloco A;
- s) instalação de molas na porta da sala 2 do Registro acadêmico e uma placa com o seguinte escrito: “Entre sem bater”. Como o setor faz atendimento ao aluno e pessoal externo, a frequência de pessoas entrando e saindo é alta, e muitos batem na porta antes de entrar, por isso, para facilitar o atendimento a porta fica aberta constantemente. Outra opção para este setor é a instalação de cortinas de ar, para ajudar na manutenção da temperatura do ambiente, já que o aparelho cria um fluxo de ar que impede a troca de calor entre o ambiente interno e externo, mesmo com a porta aberta;
- t) recomendação ao setor de compras para que sejam comprados equipamentos com o selo Procel, garantindo um produto eficiente e que consome menos energia.

Alternativas que necessitam de médio ou alto investimento:

- u) substituição progressiva dos aparelhos tipo janela dos blocos A e C por aparelhos tipo split. Equipamentos antigos geralmente consomem mais energia;

- v) proteção das unidades condensadoras de ar da exposição ao sol. A parte externa dos aparelhos de ar condicionado ficam expostas ao sol, elevando sua temperatura com isso há muito mais trabalho para a máquina fazer a troca de calor com o ambiente;
- w) instalação de interruptor por cartão que ficaria junto com a chave das salas de aula e laboratórios. Desse modo, a alimentação de energia seria desligada assim que o cartão fosse retirado;
- x) substituição progressiva dos sistemas de iluminação atual por sistemas mais adequados e eficientes avaliadas com o selo PROCEL, como lâmpadas de LED (Diodo Emissor de Luz), que consomem menos energia e emitem menos calor em comparação às fluorescentes ou utilização de luminárias reflexivas e reatores eletrônicos de alta qualidade;
- y) instalação de “brises de soleil” para impedir a incidência direta de radiação, a fim de minimizar o aquecimento de ambientes e a necessidade do uso de equipamento de ar condicionado;
- z) aplicação de películas de controle solar nos vidros das janelas;

4.5 Campanha contra o desperdício

A sensibilização e conscientização das pessoas para o uso consciente e eficiente de energia se torna fundamental, por isso, foram elaborados materiais (adesivos e cartazes) com o objetivo de incentivar o uso consciente de energia elétrica, baseados no diagnóstico feito. Esse material foi distribuído na Instituição, com autorização da mesma.

- Adesivo fixado ao lado dos interruptores das salas de aula:

Esse adesivo foi elaborado após o período da observação *in loco* quando foi possível perceber que os alunos costumavam deixar as lâmpadas e aparelhos de ar-condicionado ligados após as aulas e durante os intervalos para lanche. E como todas as salas são equipadas com televisão para auxiliar o professor nas aulas, através da projeção de material, esse item também foi incluído no adesivo.

De acordo com Magalhães (2001), conservação de energia não significa racionamento nem avaria assim como não implica em perda de qualidade de vida, conforto e segurança proporcionados pela energia elétrica. Além disso, não deve comprometer a produtividade, é

eliminar desperdícios, é uso racional buscando o máximo de desempenho com o mínimo de consumo, é usufruir de tudo que a energia elétrica proporciona, sem gastos desnecessários, de forma lógica e consciente.



Figura 28: Adesivo com dicas de boas práticas sustentáveis fixados nas paredes, ao lado dos interruptores.
Fonte: própria

- Cartaz tamanho A4, distribuídos nos setores administrativos:

Esse modelo de cartaz foi elaborado para ser exposto nos setores administrativos, visto que, grande parte do trabalho nesses setores é feito com o uso do computador, o objetivo é obter o engajamento dos servidores no combate ao desperdício de energia com desligamento do computador no horário de almoço, dos equipamentos como impressoras quando não estiver sendo utilizado durante um tempo, a configuração para desligar o computador após alguns minutos sem utilização, lembrar de desligar todos os equipamentos ao final do trabalho.



Figura 29: Cartaz com divulgação de boas práticas sustentáveis, fixados nos setores administrativos. Fonte: própria

- Cartaz tamanho A3, distribuídos pela Instituição:

Esse cartaz foi exposto em locais de grande circulação de usuários do *campus*, como o local de distribuição de lanches para os alunos, nos corredores de salas de aula de todos os blocos, próximo aos setores administrativos e nos pátios, visando incentivar a utilização da luz natural, a otimização do sistema de condicionamento de ar e da importância de retirar os aparelhos da tomada, pois mesmo em modo de espera (“stand by”) consomem energia. Além de alertar que o consumo consciente ajuda a preservar o meio ambiente.



Figura 30: Cartaz com divulgação de boas práticas sustentáveis, fixados em murais do IFFluminense campus Campos Guarus. Fonte: Própria

Após o período de divulgação do material, foi possível observar, através de visitas realizadas ao *campus*, algumas mudanças na Instituição, os corredores dos blocos em sua maior parte estavam com suas lâmpadas apagadas durante o dia, o banheiro do bloco D também, porém nas salas de aula as mudanças não foram perceptíveis, é necessário que as campanhas sejam realizadas de forma contínua. E um cartaz alertando sobre o desligamento do ar-condicionado foi colocado em todas as salas, conforme figura 31.

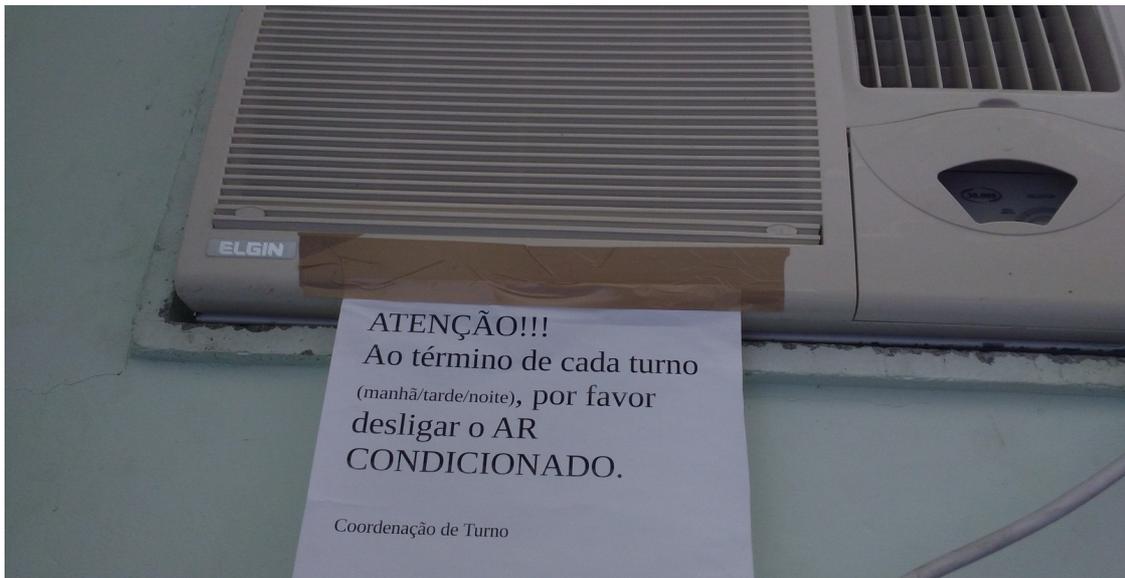


Figura 31: Cartaz colocado em todas as salas de aula do bloco A do IFFluminense *campus* Campos Guarus, pela coordenação de turno, após a pesquisa e campanhas realizadas. Fonte: Própria

Bordignon (2011) relata em seus estudos, realizados na Universidade Positivo, que os resultados demonstraram a necessidade da realização dessas ações de forma pontual e contínua, tendo como temática o uso sustentável de todos os equipamentos utilizados na instituição.

No estudo acima, as ações apresentaram um resultado satisfatório e obteve êxito na divulgação de boas práticas ambientais, obtendo uma economia de 34% do consumo de energia e também constatou que houve uma redução em relação ao desligamento das luzes, de 18% e 9% no período da manhã e noite, respectivamente, após as campanhas realizadas.

Apesar de não ter sido feito uma medição para verificar a redução do consumo de energia e se houve eficácia das campanhas foi possível observar, em visitas posteriores feitas ao *campus*, que há necessidade de fazê-las de maneira intensa.

Nas ações de Weidman (2004), que desenvolveu seu trabalho no CEFET/SC, foram obtidos bons resultados com as ações de sensibilização para o uso racional de energia, os efeitos puderam ser sentidos em curto espaço de tempo, sendo visível a mudança de hábitos de alunos, funcionários e professores.

Para Nogueira (2007), a difusão de mudanças de hábitos e usos mais responsáveis da energia é fundamental, a partir de medidas simples de conscientização ocorrerá economias de energia elétrica, apenas pela redução das perdas.

4.6 Análise das propostas de economia no sistema de iluminação

4.6.1 Eliminação do desperdício

Durante as vistorias, foi possível notar o desperdício de energia na utilização da iluminação artificial, mesmo quando não havia usuários em sala as lâmpadas permaneciam acessas.

Barros, Silva e Araújo (2015) também constataram a existência de desperdício no sistema de iluminação nas salas de aula. Quando não havia pessoas na sala, o sistema permanecia ligado, além disso, quando havia iluminação natural, a iluminação artificial permanecia ligada. Isso mostra que o desperdício ocorre também em outras IES, gerando um gasto desnecessário para a sociedade.

Com o desligamento das lâmpadas das salas de aulas (202), nos 3 intervalos (manhã, tarde e noite), haveria uma economia total de 177,7 kWh de energia por mês, com as seguintes considerações:

- intervalos com duração de 20 minutos cada, totalizando 60 minutos (1 hora);
- potência das lâmpadas de 40 W, um total de 202 lâmpadas, conforme Tabela 7;
- 22 dias letivos.

Tabela 7: Quantidade de lâmpadas em sala de aula por bloco. Fonte: Própria autoria

Blocos	A	D	E
Quantidade de lâmpadas	84	22	96
Total	202		

Cálculo do consumo de energia elétrica

Consumo de energia = Potência x Tempo

$$E = P (W) \times T (h)$$

Uma lâmpada de 40 watts de potência, acessa por 22 horas no mês (1 hora diária x 22 dias) consome 880 Wh, considerando 202 lâmpadas, das 14 salas de aula, o consumo é de 177,7 kWh/mês. A conta de energia elétrica utiliza como unidade de medida quilowatt-hora (kWh) por isso o valor foi dividido por 1000.

Cálculo do valor a ser economizado

Considerando o preço do quilowatt-hora (kWh) R\$ 0,56 para o consumo no horário fora de ponta, sendo 40 minutos (0,667 horas) de intervalo.

Uma lâmpada de 40 W de potência, acessa por 14,674 horas no mês (0,667 hora diária x 22 dias) consome 586,6 Wh, considerando 202 lâmpadas, o consumo será de 118.506,6 Wh ou 118,5 kWh.

Custo no horário de ponta = Consumo x Tarifa

$$C (\text{R}\$) = C (\text{kWh}) \times T (\text{R}\$)$$

$$C = 118,5 \times 0,56 = \text{R}\$ 66,36$$

Considerando o preço do quilowatt-hora (kWh) R\$ 0,76 para o consumo no horário de ponta, sendo 20 minutos (0,333 horas) de intervalo.

Uma lâmpada de 40 W de potência, ligada por 7,326 horas no mês (0,333 hora diária x 22 dias), consome 292 Wh, considerando 202 lâmpadas, o consumo será de 58,9 kWh.

Custo no horário de ponta = Consumo x Tarifa

$$C (\text{R}\$) = C (\text{kWh}) \times T (\text{R}\$)$$

$$C = 58,9 \times 0,76 = \text{R}\$ 44,82$$

Total de economia no mês (horário de ponta + horário fora de ponta) = R\$ 111,18.

Não estão incluídos os impostos nos valores das tarifas.

4.6.2 Substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares de 40 W por 32 W

Substituindo lâmpadas tubulares fluorescentes de 40 W por lâmpadas tubulares fluorescentes de 32 W, que fornecem a mesma luminosidade e têm menor potência, há um menor consumo de energia e economia na conta de energia elétrica.

Como já foi citado, as luminárias do bloco D são eficientes, por isso só haverá necessidade de troca de luminárias nos blocos A e E.

Foram considerados 22 dias letivos e 15 horas diárias, sendo 3 horas no horário de ponta e 12 horas no horário fora de ponta (Tabela 8).

Tabela 8: Consumo de lâmpadas tubulares fluorescentes de 40 W e de 32 W

	Modelo	Potência (Watts)	Nº lâmpadas	de Tempo (horas)	Dias	Consumo total por mês (kWh)	Valor mensal gasto (R\$)
Situação atual	Fluorescente tubular	40	202	15	22	2.666,4	1.599,83
Situação proposta	Fluorescente tubular	32	202	15	22	2.133,12	1.279,86
Economia						533,28 kWh	R\$ 319,97

Com a situação proposta de substituição ocorrerá uma redução no consumo de 533,28 kWh mensais. É importante ressaltar que os cálculos foram feitos apenas para as 14 salas de aula, não levando em consideração os laboratórios que funcionam como salas de aula em alguns momentos, nem os demais locais da instituição. Todo tipo de redução no consumo é relevante.

4.6.2.1 Análise econômica

O tempo de vida útil estimado pelos fabricantes para as lâmpadas fluorescentes, é de 10.000 horas, ou seja, a substituição se daria a cada dois anos. Não serão substituídas luminárias nem reatores, visto que a vida útil adotada para os mesmos é de 50.000 horas, o equivalente a mais de 10 anos.

O investimento necessário para implantação das medidas de iluminação eficiente será de 18.477,37, conforme tabela 9, pelo cálculo do “payback” o retorno do investimento ocorre em 4,8 anos.

Tabela 9: Orçamento dos equipamentos necessários para troca de lâmpadas

Material	Preço médio unitário	Quantidade	Total
Lâmpada de 32 W	9,70	202	1.952,67
Reator duplo eletrônico	26,03	101	2.629,36
Luminária	111,00	90	9.990,00
Total			14.572,03
Troca de lâmpadas após a vida útil (404 un)			3.905,34

Total final	18.477,37
-------------	-----------

Para o cálculo do VPL e do TIR, adotou-se a taxa de interesse do VPL, ou seja, a taxa de juros, de 0,6%, o rendimento líquido da caderneta de poupança por ser uma aplicação segura do mercado.

Para o cálculo do VPL, adotando o período de 5 anos, o valor deste foi de R\$ -2395,00 e a TIR foi de 0,13%. Nestas condições a proposta não é viável, visto que o valor do VPL é negativo. Calculando-se para um período de 10 anos (tempo aproximado de vida útil do sistema), o investimento será de 24.335,38 pois sofrerá um reajuste considerando a reposição das lâmpadas, o VPL obtido foi de R\$ 2979,36 e a TIR foi 0,82%, superior à taxa de interesse de 0,6% a.m. Conclui-se que a proposta é viável economicamente para o Instituto após um período de 10 anos.

A economia poderá ser maior, visto que no bloco D onde o número de lâmpadas é maior, correspondendo a 36,8% de todo o *campus*, não haverá necessidade de troca de luminárias pois todas são eficientes e este é o componente de maior custo. Nos estudos realizados por Weigmann (2004), as medidas propostas nesse trabalho são eficientes para economia de energia, tanto do ponto de vista de consumo como econômico. O autor relatou, em seus estudos, que os recursos economizados puderam ser aplicados em outras melhorias nas instalações físicas da escola.

4.6.3 Substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED

Substituindo lâmpadas tubulares fluorescentes de 40 W por lâmpadas tubulares de LED de 18 W, haverá uma tecnologia mais limpa sendo utilizada, fornecendo a luminosidade necessária com menos consumo de energia, alta durabilidade e alta eficiência garantindo economia na conta de luz. Além disso, diferente das lâmpadas fluorescentes, as lâmpadas de LED não necessitam do uso de reator e as luminárias existentes podem ser aproveitadas, não é necessário trocar por uma luminária especial, neste caso o gasto será apenas com as lâmpadas (ROSA et. al, 2015).

Outra vantagem das lâmpadas de LED é que possuem vida útil média de 30.000 a 40.000 horas, enquanto as lâmpadas fluorescentes possuem vida útil média de 10.000 horas, ou

seja, pode-se economizar de 3 a 4 vezes quando houver necessidade de substituição de lâmpadas. (ROSA et. al, 2015).

A Tabela 10 apresenta as características gerais do sistema de iluminação proposto, o consumo e o valor que poderá ser economizado com a substituição. Foram considerados 22 dias letivos e 15 horas diárias, sendo 3 horas no horário de ponta e 12 horas no horário fora de ponta.

Tabela 10: Consumo de lâmpadas tubulares fluorescentes e tubulares de LED

	Modelo	Potência (Watts)	Nº lâmpadas	de Tempo (horas)	Dias	Consumo total por mês (kWh)	Valor mensal gasto (R\$)
Situação atual	Fluorescente tubular	40	202	15	22	2.666,4	1.599,83
Situação proposta	LED tubular	18	202	15	22	1.199,88	719,92
Economia						1.466,52 kWh	R\$ 879,90

Com a situação proposta de substituição ocorrerá uma redução no consumo de 1.466,52 kWh mensais, isso equivale a uma redução de 55%, um ganho extremamente expressivo para o meio ambiente.

4.6.3.1 Análise econômica

Devido ao alto custo das lâmpadas, foram feitas pesquisas de preço utilizando sites de internet, no dia 06 de janeiro de 2016, com as marcas recomendadas pelo PROCEL, a de menor valor encontrado custava cerca de R\$ 35,90.

Os gastos totais com a troca, nas 14 salas de aula, seriam de R\$ 7.251,80 para a troca de 202 lâmpadas. Pelo cálculo do “payback” em 8,2 meses a substituição se torna vantajosa.

Calculando o VPL e o TIR, com uma taxa de interesse do VPL de 0,6% e adotando o período de 1 ano, o valor do VPL foi de R\$ 2906,48 e o valor encontrado para o TIR foi de 6,31%.

Nestas condições a proposta é viável, pois a proposta cobre o valor do investimento e ainda gera um excedente. Se o período for reduzido para 9 meses, o investimento ainda será

viável, mas sendo inferior a esse período, não. Como a vida útil das lâmpadas de LED é de cerca de 10 anos a economia será ainda maior.

O preço das lâmpadas de LED sofreu uma queda nos últimos anos. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Iluminação (ABILUX), em 2014, a queda foi cerca de 50% mas ainda é um custo alto em relação as lâmpadas fluorescentes no entanto, a implementação pode ser feita de forma gradual deste sistema de iluminação em todo o *campus* (ABILUX, 2015). Por mais que a medida pareça inviável em um primeiro momento, foi comprovado ser valiosa dentro de curto prazo pois será compensado com o baixo consumo.

Estudos como o de Ferreira e Tomioka (2013) demonstraram que a substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED em residências, reflete em melhoria na qualidade de iluminação, economia do consumo de energia elétrica, além de maior ciclo de vida, conseqüentemente redução de emissão de CO₂ no meio ambiente, e a não contaminação de mercúrio nos lençóis freáticos. Comparando o consumo a economia foi de 27,5%. Também Rosa e outros (2015) constataram que a substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED é uma vantagem tanto do ponto de vista técnico quanto do ponto de vista financeiro.

5 CONCLUSÕES

A fase de diagnóstico realizada foi fundamental para o desenvolvimento da pesquisa, pois a partir do levantamento dos dados, foram propostas alternativas eficientes, que não influenciam no nível de conforto dos usuários, para minimização do consumo. O simples fato de responder a um questionário ou a presença do pesquisador com entrevistas informais levam o usuário a reflexão sobre seus hábitos, fato comprovado em visitas posteriores ao *campus* quando alguns servidores comentaram a preocupação com suas atitudes, antes não percebidas, em relação ao uso da energia elétrica.

Nesta etapa está evidente a necessidade de se projetar as Instituições de ensino e órgãos públicos de maneira sustentável, com uma arquitetura que ofereça condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano observando-se as normas, as certificações e os programas de eficiência energética existentes no país para que se possa aproveitar a ventilação e a iluminação natural, a fim de obter oportunidades significativas de redução no consumo de energia elétrica.

As faturas de energia elétrica mostram que a variação no consumo de energia elétrica não é tão expressiva quanto à variação dos valores gastos com pagamento das faturas. No ano de 2015, o valor gasto de 432.552,29 equivale a 9,20% dos gastos totais do *campus*. Do ano de 2012 a 2015, o aumento foi equivalente a 59,5%. Isso comprova a sequência de aumentos na tarifa devido à crise energética vivida atualmente no país. A expansão do sistema elétrico não está acompanhando o crescimento contínuo do consumo e da demanda, as hidrelétricas estão produzindo abaixo do esperado, fazendo com que as termelétricas funcionem em sua carga máxima, elevando assim as tarifas.

Através da observação *in loco* e das respostas obtidas dos técnicos administrativos em educação no questionário, está comprovada a necessidade de conscientização e sensibilização dos usuários do *campus* para eliminação do desperdício através do aproveitamento da luz e da ventilação natural, por isso os cartazes e adesivos confeccionados são fundamentais neste processo, no entanto essas ações devem permanecer de forma contínua.

A análise de viabilidade econômica da implantação das medidas para redução do consumo demonstra que o investimento em lâmpadas de LED é a melhor opção para a Instituição já que as lâmpadas diminuíram de valor no mercado e sua substituição trará grandes benefícios tanto econômicos quanto ambientais. Reflete em melhoria na qualidade de iluminação, redução no consumo de energia elétrica, maior ciclo de vida, conseqüentemente redução de emissão de CO₂ no meio ambiente, e a não contaminação de mercúrio nos lençóis freáticos, essa medida obteve um retorno financeiro mais rápido que a troca de lâmpadas fluorescentes de 40 W por lâmpadas de 32 W, que ainda requer a troca das luminárias. Enquanto para as lâmpadas fluorescentes o investimento do retorno será viável somente após um período de 10 anos, com as lâmpadas de LED além de um retorno em apenas 9 meses, haverá um excedente do investimento realizado nesse prazo.

O *campus* ao investir em ações de eficiência energética demonstrará sua preocupação e comprometimento com o meio ambiente podendo servir de exemplo para os demais *campi* do IFFluminense, para outros órgãos públicos e para a sociedade.

Espera-se que esse trabalho possa gerar multiplicadores de boas práticas sustentáveis, sirva de base para ações de eficiência energética da Instituição e ainda contribua para uma reflexão das práticas atuais por parte dos servidores e alunos, a mudança de hábitos não é uma tarefa fácil, mas possível de ser realizada.

As sugestões para futuras pesquisas são: um estudo luminotécnico completo dos ambientes da Instituição, para verificar a iluminância ideal para cada ambiente, de acordo com a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013; um estudo de instalação de um sistema de acionamento do sistema elétrico a partir do comando do usuário, não permitindo o uso de iluminação artificial enquanto a iluminação natural for suficiente e desligamento do sistema elétrico após um curto espaço de tempo sem usuário no ambiente e para finalizar fica a sugestão de que sejam estudadas outras ações do âmbito ambiental para o *campus*, como a implantação de um programa de gestão ambiental conforme a A3P, que permitirá corrigir os problemas observados de forma eficaz.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESCO. **Desperdício de energia gera perdas de R\$ 12,6 bilhões**. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/novidade/desperdicio-de-energia-gera-perdas-de-r-126-bilhoes/>>. Acesso em 16/11/2015.

ABILUX. Associação Brasileira da Indústria da Iluminação. **Custo da energia elétrica pode favorecer segmento de LED**. 2015. Disponível em <<http://www.abilux.com.br/portal/noticia/26/custo-da-energia-eletrica-pode-favorecer-segmento-de-led>>. Acesso em 06/01/2016.

ALVAREZ, A. L. M. **Uso racional e eficiente de energia elétrica: metodologia para determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 1998.

AMEND, T., BARBEAU, B., BEYERS, B., BURNS, S., EIBING, S., FLEISCHHAUER, A., POBLETE, P. **Uma Grande Pegada num Pequeno Planeta? Contabilidade através da Pegada Ecológica. Ter sucesso num mundo com crescente limitação de recursos**. In: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). A sustentabilidade tem muitas faces. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Bandeiras tarifárias**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=758>> Acesso em: 16/11/2015.

BARATA, M. M. L., Kligerman, D. C., Minayo-Gomez, C. **A gestão ambiental no setor público: uma questão de relevância social e econômica**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12(1), 165-170, (2007).

BARBIERI, J. C.; SILVA, D. da. **Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios**. *Revista de Administração Mackenzie*, v. 12, n. 3, 2011.

BARBOSA, G. S. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. *Revista Visões*, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2008.

BARROS, J. S.; Silva, M. F. L.; Araújo, V. H. **Um sistema de monitoramento e controles elétricos em sala de aulas de instituições de ensino superior**. In: VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Porto Alegre, 2015. Anais eletrônicos Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/congresso6.htm>. Acesso em: 21/12/2015.

BRASIL. ANEEL. **Resolução Normativa nº 414 de 09 de setembro de 2010**. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>>. Acesso em 18/11/2015.

BORDIGNON, J. **Energia e resíduos na Universidade Positivo (UP): promoção do uso sustentável a partir de ações ambientais educativas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Positivo, Curitiba, 2011.

BUENO, C.; ROSSIGNOLO, J. A. **Desempenho ambiental de edificações: cenário atual e perspectivas dos sistemas de certificação**. Revista Minerva, 2010, 7.1: 45-52.

CAMPANI, D. B. **Implementação do sistema de gestão ambiental no prédio da engenharia mecânica UFRGS**. XXX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria Y Ambiental, Punta Del Este, 2006.

CONPET. **Ação Global, Benefício local**. 2012. Disponível em: <http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt_br/conteudo-gerais/conpet.shtml>. Acesso em 07/11/2015.

DEEKE, V.; CASAGRANDE J.R., Eloy F.; SILVA, M. C. da. **Edificações Sustentáveis em Instituições de Ensino Superior**. 7º Seminário Internacional NUTAU, 2008.

ELEKTRO, UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ, EXCEN, FUPAI. **Eficiência energética: Fundamentos e aplicações**, 1ª edição, Campinas - SP, 2012.

ELETROBRAS; PROCEL INDÚSTRIA; INSTITUTO EUVALDO LODI; CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Análise econômica de investimento: guia básico**. Brasília, 2008.

ENGELMAN, R.; GUISSO, R. M.; FRACASSO, E. M. **Ações de gestão ambiental nas instituições de ensino superior: o que têm sido feito por elas?** Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 3, n. 1, 2009.

EPE. **Balanco energético nacional**. 2015. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/default.aspx?anoColeta=2015>>. Acesso em: 21/12/2015.

EPE. **Plano Nacional de Energia**. 2015b. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/PNE/Forms/Empreendimento.aspx>>. Acesso em: 21/12/2015.

FERREIRA, A. R.; TOMIOKA, J. **Iluminação de estado sólido, economia potencial de energia elétrica para o país**. Sistemas produtivos: da inovação à sustentabilidade, ISSN, p. 2175-1897.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. Studio Nobel, 2006.

GALLO, Z. **Ethos, a grande morada humana: economia, ecologia e ética**. Zildo Gallo, 2007.

GEDRA, R.L. **Análise de viabilidade financeira para obtenção de créditos de carbono em projetos de eficiência energética**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energias renováveis: um futuro sustentável**. Revista USP, n. 72, p. 6-15, 2007a.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia e meio ambiente no Brasil**. Estudos Avançados, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007b.

GÜNTHER, H. **Como elaborar um questionário. Instrumentos psicológicos: manual prático de elaboração**, p. 231-258, 1999.

HOLLANDA, L.; VAREJÃO, M. **Energia e sustentabilidade: desafios do Brasil na expansão da oferta e na gestão da demanda**. FGV Editora, 2014.

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em 01 de fev. 2016.

INSTITUTO AKATU. **Humanidade ultrapassa 4 das 9 fronteiras planetárias**. 2015. Disponível em: <www.akatu.org.br>. Acesso em 31/03/2016.

INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE. **Apresentação**. Disponível em <<http://portal1.iff.edu.br/conheca-o-iff/fluminense/apresentacao>>. Acesso em 20 de jan. 2016.

INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE. **Institucional**. Disponível em <http://portal.iff.edu.br/campus/guarus/copy_of_institucional>. Acesso em 17 de out 2015.

JACOBI, P. R. **Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo.** Educação e pesquisa, v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005.

KRAEMER, M. E. P. **A universidade do século XXI rumo ao desenvolvimento sustentável.** Revista Eletrônica de Ciência Administrativa-RECADM, v. 3, n. 2, p. 1-21, 2004a.

KRAEMER, M. E. P. **Gestão ambiental: um enfoque no desenvolvimento sustentável.** Itajaí/SC: Univali. 2004b.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L. PEREIRA, FOR (2013). **Eficiência energética na arquitetura**, 3ª Edição, 2013.

MADEIRA, G. J., BARBOSA, G. L. **A contabilidade como ciência social: aplicabilidade da contabilidade ambiental para o desenvolvimento sustentável.** In Keinert, T. M. M., Organizações sustentáveis: utopias e inovações – Annablume editora. Comunicação. São Paulo. 2007.

MAMEDE FILHO, J. M. **Instalações Elétricas Industriais.** Sétima Edição, 2007.

MAGALHÃES, L.C. **Orientações gerais para conservação de energia em prédios públicos.** Rio de Janeiro: ELETROBRAS; PROCEL, 2001.

MARCOVITCH, J. (Org.). **Mitigação de gases de efeito estufa: a experiência setorial e regional no Brasil.** São Paulo: FEA/USP, 2009. Disponível em: <<http://tellus.uspnet.usp.br/mudarfuturo/2009>>. Acesso em 23 de out. 2015.

MENKES, M. **Instrumentos econômicos aplicados em programas de eficiência energética.** COPPE/UFRJ, 2003.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Expansão da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.** Disponível em <<http://redefederal.mec.gov.br/>>. Acesso em 23 de out. 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda Ambiental na Administração Pública – A3P** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/item/8852>>. Acesso em: 17 out. 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Cartilha A3P.** Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/cartilha_a3p_36.pdf>. Acesso em 23 de jul. 2015.

NOGUEIRA, L. A. H. **Uso racional: a fonte energética oculta**. Estudos Avançados, v. 21, n. 59, p. 91, 2007.

OTRANTO, C. R. **Criação e implantação dos Institutos federais de educação, ciência e tecnologia—Ifets**. Revista Retta, v. 1, n. 1, p. 89-110, 2010.

PACHECO, F. **Energias Renováveis: breves conceitos**. Conjuntura e Planejamento, n. 149, p. 4-11, 2006.

PROCEL - PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **O Programa**. Disponível em <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={921E566A-536B-4582-AEAF-7D6CD1DF1AFD}>>. Acesso em 07/11/2015.

REBELLO, M. R. **Ánalyse da percepção da variável ambiental sob a ótica da gestão no campus Fiocruz**. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Rio de Janeiro, 2007.

REIS, L. B. dos; SANTOS, E. C. **Energia elétrica e sustentabilidade: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais**. Editora Manole, 2015.

RIBEIRO, M. **USP abre caminho para uso de iluminação de LED no Brasil**. AUN – USP. São Paulo: 2010. Disponível em: <<http://www.usp.br/aun/exibir.php?id=3498>>. Acesso em: 21/12/2015.

ROMEIRO, A. R. **Economia ou economia política da sustentabilidade**. In MAY, Peter Herman. Economia do meio ambiente: Teoria e Prática. 2ª Edição – Ed. Campus, 2010, Rio de Janeiro.

ROSA, L. L.; CUNHA, M.; ARAUJO, S. G.; MATIAS, L.; VALLE, A. C.; MARQUES, T. C. **Uma análise técnica da substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de led**. Revista SODEBRAS , v. 10, p. 4-9, 2015.

SALGADO, M. F. M. A.; CANTARINO, Anderson A. A. **O papel das instituições de ensino superior na formação socioambiental dos futuros profissionais**. ENEGEP, v. 26, p. 1-8, 2006.
SILVA, C. G. da. **A inflação dos preços administrados está de volta**. AgroANALYSIS, v. 35, n. 3, p. 12-13, 2015.

SANTOS, A. H. M. et al. **Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações**. Ijatubá: FUPAI. 596pp, 2006.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. **A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: modelo**

para implantação em Câmpus universitário. Revista Gestão e Produção, vol. 13, nº. 3, pp. 503-515, setembro– dezembro, 2006.

THE HALIFAX DECLARATION, 1991. Disponível em:
<<https://www.iisd.org/educate/declarat/halifax.htm>> acesso em 04/11/2015.

THE KYOTO DECLARATION, 1993. Disponível em:
<<https://www.iisd.org/educate/declarat/kyoto.htm>> acesso em 04/11/2015.

THE SWANSEA DECLARATION, 1993. Disponível em:
<<http://www.iisd.org/educate/declarat/swansea.htm>> acesso em 04/11/2015.

THE TALLOIRES DECLARATION, 1990. Disponível em:
<http://www.ulsf.org/programs_talloires.html> acesso em 04/11/2015.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável.** Editora Garamond, 2000.

VIOLA, E.; FRANCHINI, M. **Sistema internacional de hegemonia conservadora: o fracasso da Rio+ 20 na governança dos limites planetários.** Ambiente & Sociedade, v. 15, n. 3, p. 01-18, 2012.

WEIGMANN, P. R. **Metodologia para eficiência energética, otimização do consumo e combate ao desperdício de energia através da inserção da cultura empreendedora e fontes de inovação tecnológica.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

APÊNDICE A – Questionário para obter a opinião e percepção dos técnicos administrativos em educação do IFFluminense sobre o uso de energia elétrica

Instruções para as respostas

As respostas devem ser referentes aos hábitos praticados no Instituto

Hábitos quanto ao uso de energia elétrica no IFFluminense

1- Você já observou algum ponto de desperdício de energia elétrica no Instituto que tenha lhe chamado atenção?

() Sim () Não

Se sim, qual?

2- Você costuma utilizar iluminação natural?

() Sempre () Quase sempre () Raramente () Nunca

3- Como é a iluminação natural no seu setor de trabalho?

() Ótima () Boa () Satisfatória () Ruim () Péssima

4- Você costuma utilizar a ventilação natural?

() Sempre () Quase sempre () Raramente () Nunca

5- Como é a ventilação natural no seu setor de trabalho?

() Ótima () Boa () Satisfatória () Ruim () Péssima

6- Sem o ar condicionado ligado como você considera a sala onde trabalha?

() Confortável () Desconfortável

7- Quando você sai do ambiente de trabalho por um tempo maior (reunião, almoço) costuma desligar as lâmpadas quando o ambiente está vazio?

() Sempre () Quase sempre () Raramente () Nunca

8- Quando você sai do ambiente de trabalho por um tempo maior (reunião, almoço) costuma desligar o computador?

() Sempre () Quase sempre () Raramente () Nunca

9- Quando você sai do ambiente de trabalho por um tempo maior (reunião, almoço) costuma desligar o ar-condicionado quando o ambiente está vazio?

() Sempre () Quase sempre () Raramente () Nunca

10- O computador que você utiliza é programado para desligar automaticamente após alguns minutos sem utilização?

Sim Não

11- Você costuma desligar a impressora ao final do expediente?

Sempre Quase sempre Raramente Nunca

12- Deixe sugestões para diminuir o consumo de energia elétrica no *campus*.

APÊNDICE B – Tabela de anotações dos hábitos de estudantes praticados no IFFluminense *campus* Campos Guarus

Salas de aula	Julho Intervalo manhã	Julho Mudança de turno	Julho Intervalo tarde	Julho Mudança de turno	Julho Intervalo noite	Setembro Intervalo Manhã	Setembro Mudança de turno	Setembro Intervalo tarde	Setembro Mudança de turno	Setembro Intervalo noite	Dezembro Intervalo manhã	Dezembro Mudança de turno	Dezembro Intervalo tarde	Dezembro Mudança de turno	Dezembro Intervalo noite
A16	Luz acessa Ar desligado	Luz apagada Ar desligado Janela aberta	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar desligado	Luz apagada Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz apagada Ar desligado Sem aula	Luz acessa Ar desligado	Não teve intervalo	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado
A17	Luz apagada Ar desligado	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado Sem aula	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz apagada Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz apagada Ar desligado	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar ligado Porta aberta
A18	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz apagada Ar desligado Janela aberta	Luz apagada Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz apagada Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz apagada Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz apagada Ar desligado	Não teve intervalo
A19	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Sem aula	Sem aula	Sem aula	Luz acessa Ar ligado Porta fechada Janela aberta	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Sem aula	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz apagada Ar desligado	Sem aula
A21	Sem aula	Luz apagada Janela aberta	Sem aula	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar desligado Janela aberta	Sem aula	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Sem aula	Sem aula	Não teve intervalo	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Não teve intervalo
A31	Luz apagada Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado	Luz acessa Ar ligado Sem aula	Sem aula	Sem aula	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz apagada Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado Sem aula	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Não teve intervalo	Não teve intervalo	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado
A33	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar desligado	Luz apagada Ar desligado	Sem aula	Sem aula	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar desligado	Não teve intervalo	Luz acessa Ar desligado	Sem aula	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Sem aula	Sem aula	Sem aula
4D	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Sem aula	Sem aula	Sem aula	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar desligado	Sem aula	Sem aula
E1	Sem aula	Sem aula	Sem aula	Sem aula	Sem aula	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar desligado	Luz apagada Ar desligado	Luz apagada Ar ligado Porta fechada	Luz apagada Ar desligado	Luz apagada Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar desligado	Sem aula
E2	Luz apagada Ar desligado	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Sem aula	Sem aula	Sem aula	Luz apagada Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar desligado	Luz apagada Ar desligado	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz apagada Ar desligado	Luz apagada Ar ligado Porta fechada	Luz apagada Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar desligado	Não teve intervalo
E3	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Sem aula	Sem aula	Sem aula	Sem aula	Luz apagada Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar desligado	Luz apagada Ar ligado Porta aberta	Luz apagada Ar desligado	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar desligado	Não teve intervalo
E4	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Sem aula	Sem aula	Sem aula	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Não teve intervalo	Luz apagada Ar desligado	Sem aula	Sem aula	Luz acessa Ar desligado	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar desligado	Luz apagada Ar ligado Porta aberta
E5	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Sem aula	Sem aula	Sem aula	Sem aula	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz apagada Ar desligado	Sem aula	Luz acessa Ar desligado	Luz apagada Ar desligado	Luz apagada Ar ligado Porta aberta	Sem aula	Luz apagada Ar desligado
E6	Luz apagada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Sem aula	Sem Aula	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz acessa Ar ligado Porta fechada	Luz apagada Ar desligado	Luz acessa Ar ligado Porta aberta	Sem aula	Luz apagada Ar desligado	Luz apagada Ar ligado Porta fechada	Sem aula	Luz acessa Ar desligado