



Revista de Gestão Ambiental e
Sustentabilidade

E-ISSN: 2316-9834

revistageas@uninove.br

Universidade Nove de Julho
Brasil

de Oliveira Santos da Silva, Carine; Gomes Nassar, Cristina Aparecida
ANÁLISE DO USO DA ENERGIA ELÉTRICA NO INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE
CAMPUS CAMPOS GUARUS

Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, vol. 5, núm. 3, septiembre-diciembre,
2016, pp. 1-20

Universidade Nove de Julho
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=471655304011>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto



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

Recebido: 12/04/2016

Aprovado: 27/07/2016

¹Carine de Oliveira Santos da Silva

²Cristina Aparecida Gomes Nassar

RESUMO

Diante dos diversos impactos ambientais causados pela geração de energia elétrica, torna-se preocupante a expansão do setor elétrico sem o devido cuidado com o meio ambiente. O objetivo do estudo foi 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. Para isso, realizou-se um diagnóstico através da análise de contas de energia, visitas aos diferentes setores administrativos e salas de aula e entrevistas com os servidores. Foram propostas algumas alternativas para a redução do consumo de energia e uma análise da viabilidade econômica dessas medidas. Além disso, foi divulgado material com ações de boas práticas ambientais. Os resultados demonstraram que existe mau uso da energia e por isso há 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. A lâmpada de LED foi a melhor opção para essa economia, trazendo um rápido retorno do recurso a ser investido.

Palavras-chave: Eficiência energética, Gestão, Sustentabilidade.

¹ Mestrado profissional em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro (Brasil). Técnica em assuntos educacionais pelo Instituto Federal Fluminense - IFF, Brasil, Rio de Janeiro (Brasil)
E-mail: carinecefet@gmail.com

² Doutorado em Ecologia Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro (Brasil)
Professora Associada II Coordenadora do Programa de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro (Brasil). E-mail: nassar@biologia.ufrj.br



ANALYSIS OF THE USE OF ELECTRIC ENERGY IN THE FLUMINENSE FEDERAL INSTITUTE, AT THE CAMPOS GUARUS CAMPUS

ABSTRACT

The expansion of the power sector, given the various environmental impacts of electricity generation, is worrisome without due care for the environment. The aim of the present study was to analyze electricity consumption patterns and its costs, with emphasis on lighting and air conditioning, at the Campos Guarus campus of the Fluminense Federal Institute. A diagnosis conducted through the analysis of electric bills was conducted, as well as visits to different administrative sectors and classrooms and interviews with the staff. A number of alternatives to reduce energy consumption was proposed, in addition to an economic viability analysis of these measures.

Moreover, material describing good environmental practice actions was distributed. The results indicate that there is a misuse of energy at the campus, requiring the need for continuous awareness and sensitization actions by campus users. The performed calculations demonstrate that is possible to achieve energy savings by applying efficient exchanges in the lighting system, and that LED bulbs were the best option for this economy, bringing about swift returns of invested resources.

Keywords: Energy Efficiency, Management, Sustainability

ANÁLISIS DE LA UTILIZACIÓN DE LA ELECTRICIDAD EN EL INSTITUTO FEDERAL CAMPUS FLUMINENSE CAMPOS GUARUS

RESUMEN

Ante los variados impactos ambientales causados por la producción de energía eléctrica, es preocupante la expansión del sector eléctrico sin el debido cuidado al medio ambiente. El objetivo del estudio es hacer un análisis del padrón de consumo de energía eléctrica y sus costos, con énfasis en la iluminación y los aparatos de aire acondicionado del Instituto Federal Fluminense campus Campos Guarus. Para eso, se ha realizado un diagnóstico a través de un análisis de las cuentas de energía, visitas a los diferentes sectores administrativos y aulas y encuestas con los funcionarios. Algunas alternativas fueron propuestas con la intención de reducir el consumo de energía, y un análisis de viabilidad de las medidas propuestas.

Además, material fue divulgado con acciones de buenas prácticas ambientales. Las respuestas han demostrado que hay un mal uso de la energía y por lo tanto las acciones continuas de conciencia y sensibilización de los usuarios del campus son necesarias. Los cálculos realizados han demostrado que es posible llegar a una economía de la energía con cambios eficaces en el sistema de iluminación y la bombilla de LED fue la mejor opción para obtener esa economía, teniendo un rápido retorno a la inversión.

Palabras clave: Eficiencia Energética, Gestión, Sostenibilidad



1 INTRODUÇÃO

A utilização de energia elétrica afeta o meio ambiente de diversas formas, por isso é preocupante a demanda crescente por energia sem os devidos cuidados ambientais. O desenvolvimento de um país gera a necessidade de expansão do consumo e da oferta de energia, mas os recursos naturais estão sendo utilizados de forma desordenada para satisfazer essa demanda.

As etapas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica causam grandes e diferentes impactos ao meio ambiente. No Brasil, a principal fonte para geração de energia é a água, devido à abundância de recursos hídricos existentes. No entanto, o país está passando por uma crise hídrica, o que nos leva a considerar a interação da energia elétrica com a questão da água.

Atualmente, para garantir a segurança energética, diante da baixa produção das hidrelétricas, houve necessidade de acionamento das termelétricas, o que provoca tanto o aumento das emissões de gases de efeito estufa quanto o preço da tarifa na geração da energia elétrica (Hollanda e Varejão, 2014). O fato é que nenhuma forma de energia disponível está livre de problemas ambientais, sendo assim a principal alternativa seria reduzir o consumo de energia elétrica.

Ações de eficiência energética podem contribuir para diminuir o consumo e o desperdício de energia. Cada quilowatt (kW) economizado ajuda a adiar a construção de novas usinas e a preservar o meio ambiente. Por isso é importante utilizar de forma eficiente e racional a energia sem diminuir a qualidade de vida, o conforto e a segurança do usuário.

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. Dentre essas práticas, o uso racional e eficiente de energia elétrica deve estar presente no seu dia a dia. Eliminando-se o desperdício, a necessidade de geração de energia diminui e, como consequência, a pressão sobre os recursos naturais é reduzida, e ainda há um retorno financeiro, com economia na conta de energia elétrica.

Halac, Schiller e Venturini (2005) defendem que as universidades devem formar profissionais capazes e conscientes ambientalmente. E que a articulação entre ensino, pesquisa e extensão é importante para um programa de desenvolvimento sustentável, com maior impacto social.

Diante dos aspectos apresentados, surge a seguinte questão: quais são as ações de promoção da eficiência energética que podem ser adotadas por uma instituição pública de ensino?

Nesse contexto, o presente trabalho descreve a análise do padrão de consumo de energia elétrica e seus custos, no Instituto Federal Fluminense *campus* Campos Guarus, dando ênfase à iluminação e ao uso

dos aparelhos de ar-condicionado, que sirva de base para ações de gestão e eficiência energética da instituição. Também foram avaliados os hábitos de estudantes e servidores em relação à utilização da energia, propondo melhorias para sua redução. Foi realizada uma análise econômica para implantação das medidas de diminuição do consumo propostas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 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 à degradação do 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, 2004).

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. 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 e 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.

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. 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.

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.

2.2 Energia elétrica e os impactos ambientais

O cuidado com o meio ambiente é um fator importante no desenvolvimento sustentável. Grande parte do impacto ambiental está associada à utilização dos recursos energéticos. Uma sociedade preocupada com o desenvolvimento sustentável visa a utilizar apenas recursos energéticos que causam baixos ou nenhum impacto ambiental. No entanto, uma vez que todos os recursos energéticos geram modificações no meio ambiente, por menores que sejam, é razoável sugerir que essas interferências sejam superadas com maior eficiência energética (Dincer, 2000).

Um sistema de energia baseado no desenvolvimento sustentável se concentra em melhorar a qualidade de vida da sociedade, identificando e estabelecendo formas inovadoras de energia, sem aumentar o consumo de recursos naturais (Song, 2002).

Todo tipo de geração de energia elétrica, seja por recursos renováveis, causa significativo impacto ao meio ambiente. Tratando-se da energia hidráulica, energia provida da força das águas, os impactos ambientais ocorrem nas fases de implantação, operação e transmissão, na construção de barragens e formação dos reservatórios, quando ocorrem perdas de recursos florestais, de fauna terrestre e aquática, desestabilizando os ecossistemas locais; remoção das populações é outro fator que acarreta danos socioculturais e econômicos às comunidades locais; a decomposição da vegetação submersa nas barragens dá origem aos gases metano, carbônico e óxido nítrico, que causam mudanças no clima da Terra (Pacheco, 2006; Menkes, 2003).

Assim como a energia térmica, que utiliza 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, ocorrem 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 (Sx); no transporte do minério, há o risco de contaminação e de explosões, especialmente no caso de material radioativo; na produção de energia há 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; no uso da 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 (Pacheco, 2006; Menkes, 2003).

A energia nuclear utiliza o urânio, metal pesado e altamente radioativo, causando impactos ambientais devido ao processo de extração, provocando 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 (Pacheco, 2006; Menkes, 2003).

A energia solar, energia provida do sol, captada por placas fotovoltaicas, é considerada uma energia renovável, porém tem impactos como a emissão de poluentes no processo de fabricação dos componentes dos sistemas; ocupação de grande área para implementação do projeto, com possível perda de habitat; 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 (Pacheco, 2006; Menkes, 2003).

E, finalizando, a energia eólica, provida dos ventos, é produzida por meio de 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. Referente à fauna, deve-se evitar que as turbinas eólicas sejam obstáculos aos movimentos migratórios das aves (Pacheco, 2006; Menkes, 2003).

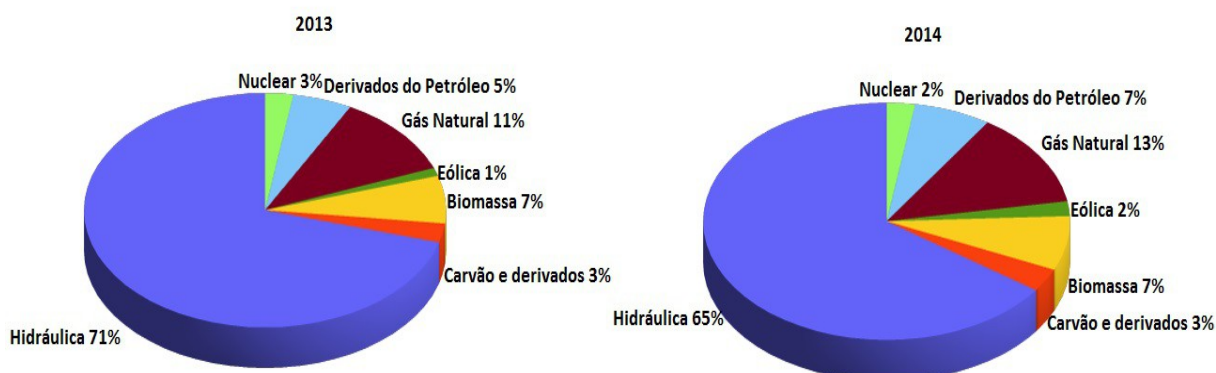
O grande desafio atualmente é expandir a produção de energia com fontes de energias renováveis. Em uma escala global, menos de 15% da energia consumida é renovável, sendo que, nos países em desenvolvimento, a maior parte é gerada por hidrelétricas e termelétricas à base de combustíveis fósseis. Fontes renováveis, como a eólica e a solar, constituem uma pequena parte da oferta total. Em algumas regiões e países, a quota das energias renováveis tem crescido substancialmente durante a última década (Lund, 2007).



No Brasil, grande parte do parque gerador elétrico é fundamentada em hidrelétricas, permitindo que o país apresente uma das matrizes elétricas mais limpas e menos agressoras do meio ambiente do mundo. O problema é que, em 2014, segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2015, a participação de renováveis na Matriz Elétrica Brasileira caiu para 74,6%, cerca de 3,7% em relação ao ano anterior. Houve uma redução na oferta de

energia hidráulica, pelo terceiro ano consecutivo, devido às más condições hidrológicas apresentadas durante o período. Diante desse fato, a solução foi a 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 com 2013, cresceram de 2,6% para 3,2%, de 11,3% para 13,0% e de 6,6% para 7,4%, respectivamente (Figura 1).

Figura 1: Gráfico representativo da matriz elétrica brasileira em 2013 e 2014.



Fonte: BEN, 2015

Com o maior acionamento das termelétricas, há um aumento nas emissões de gases de efeito estufa e no preço da tarifa, impactando na conta de energia elétrica. Enquanto o preço do MWh (Megawatt-hora) gerado por hidroelétrica de grande porte é de cerca de R\$ 84,6/MWh, o equivalente em uma usina termoeletrica a biomassa é de cerca de R\$ 814,1/MWh. Já a geração de energia em uma usina termoeletrica a óleo diesel, a fonte mais predominante na geração térmica brasileira, tem o preço de R\$ 507,2/MWh (Hollanda e Varejão, 2014).

Esse ônus é repassado ao consumidor através das bandeiras tarifárias. De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL] (2015), 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. Durante todo o ano de 2015, foi aplicada a bandeira vermelha, a mais custosa.

Tabela 1: Custos das bandeiras tarifárias.

Cor da bandeira	Condições de geração de energia	Custo
Verde	Condições favoráveis	Não há acréscimo;
Amarela	Condições menos favoráveis, há necessidade de maior utilização de usinas térmicas.	Acréscimo de R\$ 0,025 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;
Vermelha	Condições mais custosas e críticas de geração de energia, há necessidade de intensa utilização de usinas térmicas.	Acréscimo de R\$ 0,045 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

Fonte: ANEEL, 2015

Talvez o governo atual ainda não tenha deixado claro para o consumidor o papel das bandeiras tarifárias, de forma a conscientizar a sociedade sobre a importância de economizar energia, diferente do ocorrido na crise energética em 2001, quando a

população reagiu ao sinal econômico e reduziu o consumo imediato de energia (Menkes, 2003). Reconhecer os benefícios da energia elétrica é natural, mas os impactos que a sua produção causa



difficilmente são percebidos por grande parte da população.

O primeiro passo na busca pela redução do consumo de energia elétrica é a eliminação do desperdício. 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 sem afetar os serviços providos pela energia (Nogueira, 2007).

2.3 Eficiência energética

O desenvolvimento energético sustentável envolve três grandes mudanças tecnológicas: a poupança de energia no lado da procura, a melhoria da eficiência na produção de energia e a substituição de combustíveis fósseis por diversas fontes renováveis (Lund, 2007).

Quando se pensa em um mundo como um sistema ao longo do espaço, entende-se que a poluição atmosférica da América do Norte afeta a qualidade do ar na Ásia e que os pesticidas pulverizados na Argentina podem prejudicar populações de peixes na costa da Austrália (International Institute for Sustainable Development, 2016). Para reduzir os custos e os impactos ambientais locais e globais de forma simultânea, a eficiência energética surge como a maneira mais efetiva (Goldemberg e Lucon, 2007).

Eficiência energética refere-se à utilização de menos energia para produzir a mesma quantidade de serviços e é amplamente definida pela razão entre os produtos ou serviços úteis de um processo pela quantidade de energia (Patterson, 1996). Existe uma forte relação entre eficiência energética e impacto ambiental (Dincer, 2000).

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. 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 e Lucon, 2007):

- a) PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, instituído em 1985, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Eletrobras. 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 Petrobras. 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).

A eficiência energética se mostra importante no processo de diminuição de consumo de duas formas: a primeira na questão ambiental, com possível redução do impacto causado pelas etapas que levam ao fornecimento de energia, desde a captura de recursos naturais, passando pelos processos de geração e transmissão até seu uso final pelos consumidores, e a segunda com a redução de custos para o consumidor.

Os projetos arquitetônicos sustentáveis também devem ser uma prioridade nas construções, desde a especificação dos materiais a serem utilizados que gerem pouco ou nenhum resíduo, passando pela caracterização dos sistemas de iluminação e condicionamento do ar até a fase de demolição, que deve ser viabilizada de forma racional (Degani e Cardoso, 2002).

Uma forma de reduzir o consumo de energia do edifício é projetá-lo visando ao uso mais econômico de energia para aquecimento, iluminação, refrigeração, ventilação e abastecimento de água. Nessas construções, a exploração das energias renováveis pode contribuir significativamente para a redução da dependência dos combustíveis fósseis, que produzem poluição do ar e gases de efeito estufa. Portanto, promover tecnologias inovadoras e reforçar o mercado das energias renováveis contribuirá para a preservação do ecossistema por meio da redução das emissões em nível local e global. O conforto dos usuários de um edifício depende de muitos parâmetros ambientais, incluindo a velocidade do ar, temperatura e umidade, além de iluminação e ruído (Omer, 2008). Se a arquitetura for capaz de proporcionar conforto térmico, visual e acústico, ela é eficiente energeticamente (Lamberts e Dutra, 2013).



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.

Segundo Lamberts, 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, seguidos 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).

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 ELETROBRAS/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 esse 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.

3 METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense *campus* Campos Guarus, na cidade de Campos dos Goytacazes/RJ. A infraestrutura do *campus* está atualmente dividida em cinco blocos (A, B, C, D e E) e conta com salas de aula; biblioteca; laboratórios de

informática, química, física, metrologia, meio ambiente, farmácia, enfermagem, eletrônica e eletromecânica; sala de artes; estúdio musical; observatório astronômico; quadra esportiva e vestiários; além dos ambientes administrativos e auditórios.

Há atualmente 1376 alunos e 232 profissionais colaboradores (técnicos administrativos em educação, professores, efetivos e temporários/substitutos, estagiários e prestadores de serviço) fazendo parte do quadro do *campus* (portal.iff.edu.br/campus/guarus).

O gasto de energia da instituição foi estimado a partir da compilação e análise das contas de energia emitidas pela concessionária Ampla, no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2015. Foram elaborados gráficos e tabelas para apresentar os dados anuais de consumo e valores gastos pelo *campus* Campos Guarus e então propor medidas para diminuir o consumo, consequentemente, 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). Os resultados desses testes foram analisados estatisticamente, utilizando 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 irradiada, com leitura em lux. Por meio 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.

Nas salas de aula, foram realizadas cinco medições, em cima das carteiras de estudo, pontos próximos e distantes às janelas e no meio da sala. Nos setores administrativos, foram escolhidas as mesas de trabalho, já que esses são os pontos que precisam de maior visibilidade e apenas os setores que possuem janela, pois o objetivo foi verificar a possibilidade de utilização da iluminação natural. A quantidade de medição variou de acordo com o número de mesas de trabalho no setor. Nos corredores e banheiros, foram escolhidos pontos próximos e distantes da iluminação natural, e o número de medições variou de acordo com o tamanho do corredor. Em geral, foram analisadas apenas duas salas de aula por prédio, selecionando aquelas 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.

A pesquisa de campo, com observações *in loco* das atividades realizadas no *campus* por alunos e servidores, e seus hábitos quanto ao desperdício de energia elétrica nos horários de intervalo e de mudança de turno, foi realizada nos meses de julho, setembro e dezembro de 2015, escolhidos aleatoriamente. Nessas observações foram identificadas as oportunidades para minimizar os desperdícios.

Para registrar e analisar a opinião e percepção dos Técnicos Administrativos em Educação (TAEs), foram aplicados questionários *on-line*, ordenados pela ferramenta Google Docs (docs.google.com). O questionário foi composto de 15 perguntas, sendo a maioria delas fechadas, apenas 2 são abertas, e posteriormente foi enviado para a lista de correio eletrônico dos TAEs, um total de 58 servidores. As questões abordam temas como desperdício de energia, utilização de iluminação e ventilação natural, conforto ambiental, uso eficiente e consciente de equipamentos que consomem energia e ainda solicitou sugestões para diminuição do consumo de energia elétrica no *campus*.

Na etapa seguinte, foi feita a divulgação de boas práticas ambientais entre alunos e servidores, através de palestras e de distribuição de materiais, como cartazes informativos e adesivos alertando para o desligamento das lâmpadas, dos aparelhos de ar-condicionado, dos computadores e da televisão.

Para finalizar, foram propostas algumas alternativas para obtenção de economia de energia. Dentre essas propostas foram selecionadas três para uma análise, apenas nas salas de aula, de viabilidade econômica visando diminuir custos. Os cálculos foram baseados na situação atual da Instituição, propondo uma nova realidade com o uso de materiais mais

eficientes. A economia com a eliminação de desperdício gerado 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, foi calculada considerando 22 dias letivos, a média em um mês típico, sem feriados, férias ou greve. Foi efetuado o custo do quanto poderia ser economizado se a medida anterior fosse aplicada pela Instituição. Nos orçamentos, foram consideradas as tarifas conforme a conta de luz emitida pela concessionária Ampla, de R\$ 0,76 para o consumo no horário de ponta (das 18h às 21h) 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.

Também foi realizado o cálculo de economia de energia elétrica e de custo com a substituição do sistema de iluminação, trocando lâmpadas fluorescentes tubulares de 40 W por 32 W e luminárias ineficientes por luminárias com refletor de alumínio, e de substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED. Nos orçamentos, a mão de obra não foi considerada, pois na própria instituição há profissionais habilitados para execução.

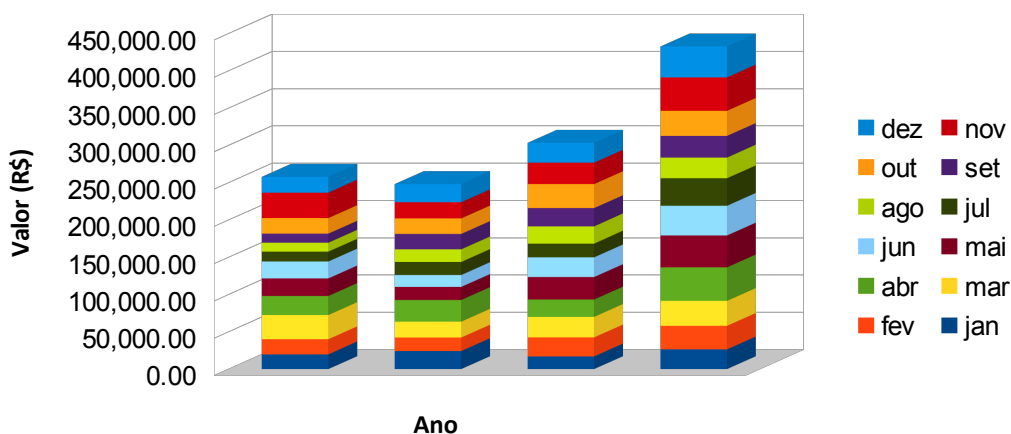
4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Análise das faturas

A análise das contas de energia evidenciou um crescimento dos valores pagos no decorrer dos anos, mas com variações ao longo dos meses (Figura 2).

No ano de 2015, o valor gasto de R\$ 432.552,29 equivale a 9,20% do gasto total da Instituição, um aumento representativo em relação aos demais anos. Do ano de 2012 a 2015, o aumento foi equivalente a 59,5%.

Figura 2: Gráfico representativo dos valores gastos com energia elétrica



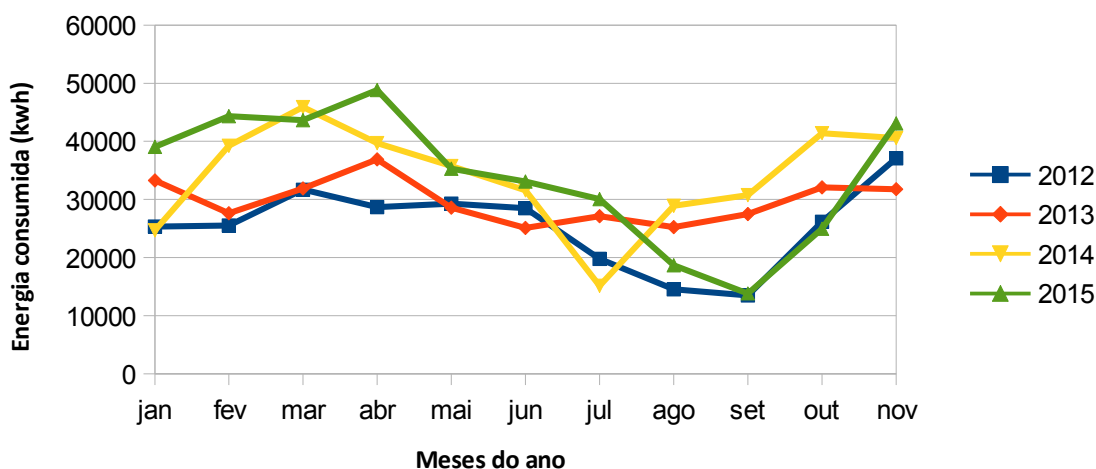


Quanto ao consumo de energia, a Figura 4 mostra um aumento ocorrido no decorrer dos anos. Os maiores consumos ocorreram nos períodos mais quentes, devido ao uso contínuo de aparelhos condicionadores de ar.

É possível observar algumas quedas nos períodos de greve, férias escolares, recessos de fim de

ano e de carnaval. As greves ocorreram nos anos de 2012 (junho a setembro), 2014 (maio a julho) e 2015 (julho a setembro), período de baixo consumo de energia devido à ausência de grande parte dos usuários do *campus*.

Figura 3: Gráfico representativo do consumo mensal de energia elétrica entre 2012 e 2015.

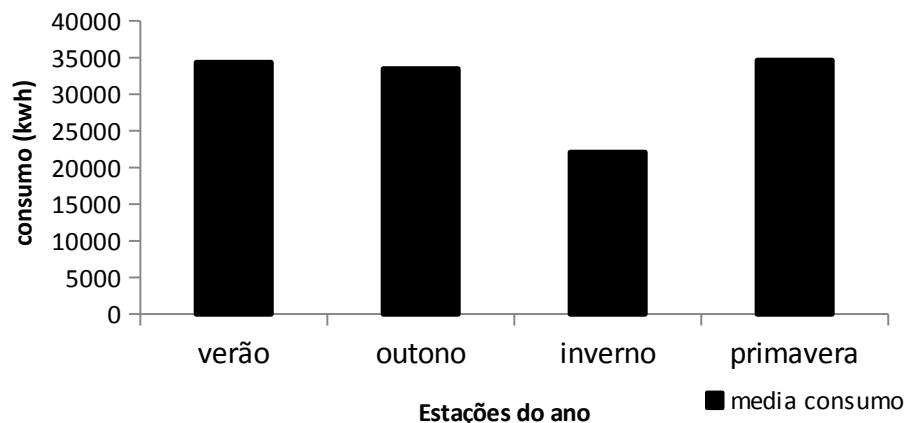


Quanto ao consumo, em kWh (Figura 3), não há tanta variação de um ano para o outro como no gráfico de valores, isso comprova o aumento dos valores pagos com energia elétrica diante da crise energética vivida atualmente no país, a expansão do sistema elétrico não está acompanhando o crescimento contínuo do consumo e da demanda, as hidrelétricas estão produzindo abaixo do esperado e as

termelétricas estão funcionando com sua carga máxima (Hollanda e Varejão, 2014).

Utilizando o teste não paramétrico de Kruskal Wallis, é possível notar que existe diferença significativa entre o consumo nas diferentes épocas do ano ($F = 14,72$; $p = 0,0021$), conforme apresentado na figura 4. O consumo no inverno é significativamente menor que nas demais estações.

Figura 4: Gráfico da média de consumo de energia por época do ano.

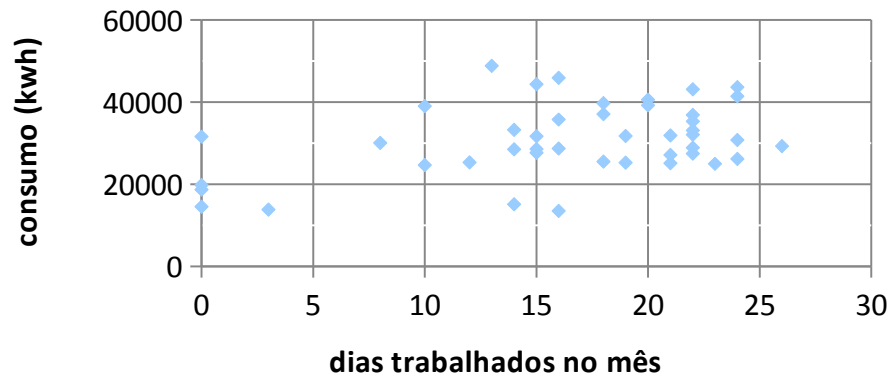




Pelo teste não paramétrico de Correlação de Spearman existe uma correlação positiva e significativa ($r=0,3$; $p<0,05$) entre o número de dias

trabalhados e o consumo de energia, porém ela não é muito elevada, já que o índice varia de 0 a 1 (Figura 5).

Figura 5: Gráfico do consumo de energia por dias trabalhados



4.2 Análise da iluminação

Nessa etapa da pesquisa, foi realizada a medição dos setores, e os resultados podem ser verificados na Tabela 2, onde há uma comparação dos valores encontrados e o recomendado pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. As médias 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 2: Comparação da iluminação dos setores do IFFuminense *campus* Campos Guarus com os valores recomendados pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. Fonte: Própria autoria.

Setor	Número de Medições	Mínimo (lux)	Máximo (lux)	Média (lux)	Norma (lux)
Sala A18	5	279	875	538	300
Sala A21	5	332	2220	1235	300
Sala A31	5	331	1625	897	300
Sala 1E	5	553	1374	1109	300
Sala 2E	5	263	1094	527	300
Corredor do bloco A	3	127	310	193	100
Corredor do bloco D	5	037	740	258	100
Corredor do bloco E	2	311	1691	1001	100
Reprodução gráfica	2	437	503	470	500
Coordenação de atendimento ao educando	5	106	330	210	500
Coordenação de recursos didáticos	4	070	735	259	500
Almoxarifado	2	548	711	629	500
Sala de apoio dos laboratórios	3	185	456	316	500
Coordenação de pesquisa e extensão	4	209	1133	569	500
Banheiro do bloco D	3	660	9280	3610	200



4.3 Visita às instalações

Na visita às instalações os problemas encontrados com mais frequência foram:

a) Falta de aproveitamento da iluminação natural.

Foi possível perceber que na maioria dos setores administrativos, corredores, banheiros e salas de aula não há utilização da iluminação natural. Apesar de muitos desses ambientes terem sido projetados com grandes janelas, proporcionando a entrada de luz natural. É comum que as cortinas fiquem fechadas e as lâmpadas acesas durante o dia. Como pode ser comprovada na medição realizada, a iluminação natural é eficiente em diversos ambientes do *campus*.

O almoxarifado é um dos setores que utilizam 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 acesa.

Nos horários de intervalo e de mudança de turno, após a saída dos alunos em 73,8% das salas as lâmpadas permaneciam acesas.

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 e as outras 4 não. Devido a uma arquitetura inadequada, o bloco E está muito próximo ao bloco C, criando sombra nas janelas nessas salas de aula.

O banheiro do bloco D tem uma boa iluminação natural, conforme foi comprovado pela medição realizada, no entanto as luzes ficam ligadas durante todo o dia.

Da mesma forma, os corredores dos blocos A e D também possuem uma boa iluminação natural, fato comprovado através da medição, porém a luz artificial é utilizada durante o dia, conforme foi observado nas vistorias feitas no local. No corredor principal do bloco D, a má utilização da luz artificial se torna ainda mais desnecessária, pois o prédio foi construído para que houvesse a introdução da luz natural através de aberturas feitas na laje, com acabamento em material transparente. Além disso, só há um dispositivo para acionamento da iluminação de todo o corredor, não sendo possível utilizar a iluminação artificial como complemento a luz natural, caso fosse necessário em dias nublados, quando a incidência de sol é menor.

b) Mau uso do sistema de condicionamento de ar.

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. Durante 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.

Já 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. O ideal seria que durante o funcionamento do sistema de condicionamento de ar fosse evitado que portas e janelas ficassem abertas além do tempo necessário, para evitar que ocorra a entrada de ar não refrigerado no ambiente condicionado. Além disso, ventilação natural também deve ser aproveitada.

c) Uso inadequado da sala de aula.

Como a Instituição tem cursos integrados, com aulas pela manhã e à 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.

d) Sistema de acionamento da iluminação inadequado.

Muitos setores possuem apenas um interruptor para acionar a iluminação de todo o recinto, isso significa que todas as lâmpadas são acesas 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.

e) 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 de os 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.

f) Impressoras ficam ligadas de um dia para o outro.

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.

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

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



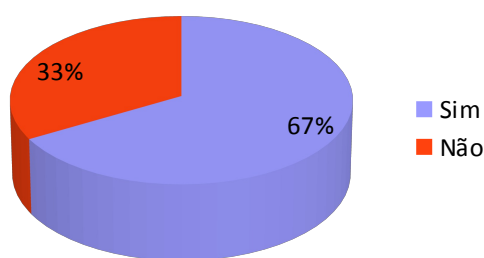
dos servidores na intenção de intervir para eliminação do desperdício. Além disso, foi possível notar que não há preocupação com o uso consciente de energia, por isso é necessário um trabalho de conscientização e sensibilização para que todos os envolvidos possam atuar na eficiência energética do *campus*.

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 às respostas dadas, sobre a observação de pontos de desperdício de energia no *campus*, a Figura 6 indica que 67% responderam que sim, já observaram, e alguns descreveram quais eram esses pontos, que corroboram o que foi observado no período de visitas, como luzes acesas 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.

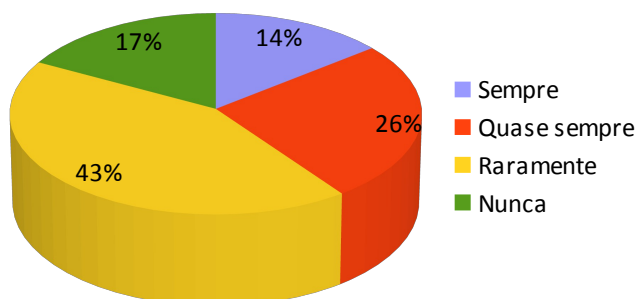
Figura 6: Relação percentual de pessoas que já observaram ou não pontos de desperdício de energia elétrica no *campus*.



Quanto ao uso da iluminação natural, com base na análise da Figura 7, 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 acesas desnecessariamente reforçando a existência do mau uso e do desperdício da energia elétrica.

Figura 7: Relação percentual de pessoas que utilizam iluminação natural no ambiente de trabalho.

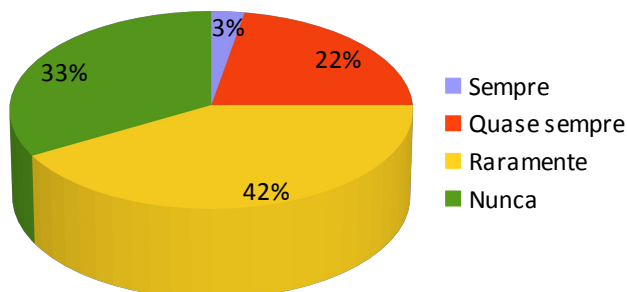


De acordo com a Figura 8, cerca de 42% raramente fazem uso e 33% nunca utilizam ventilação natural no seu ambiente de trabalho. Do total, apenas 3% sempre utilizam e 22% quase sempre. É

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.



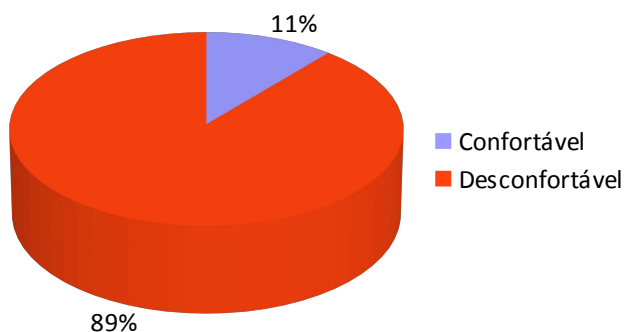
Figura 8: Relação percentual de pessoas que utilizam ventilação natural no ambiente de trabalho.



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 e Schiffer, 2006). Nesse quesito do conforto térmico do ambiente sem o ar-condicionado ligado, na Figura 9, constatou-se que a grande maioria (89%) dos entrevistados respondeu ser desconfortável e 11% confortável.

Figura 9: Relação percentual de pessoas que consideram o ambiente confortável com o ar-condicionado desligado.

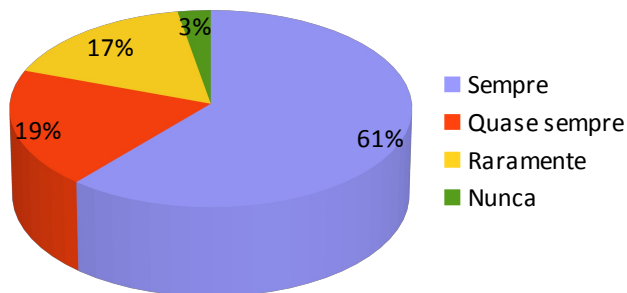


Outros aspectos questionados foram sobre o desligamento de iluminação, ar-condicionado e computador quando o ambiente está vazio, em casos como reunião e horário de almoço. Como pode ser observado na Figura 10, a maioria (61%) apontou que

sempre desliga as lâmpadas quando não há usuários no ambiente, mas 21% raramente ou nunca fazem isso, uma ação tão elementar para o combate ao desperdício de energia.



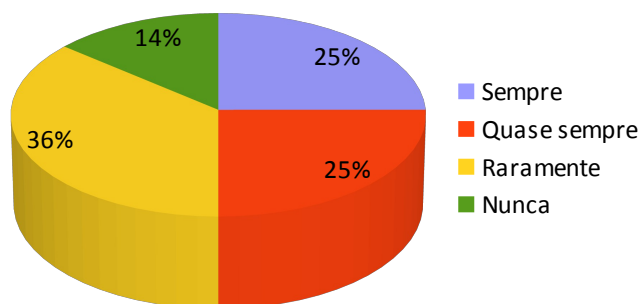
Figura 10: Relação percentual de pessoas que desligam a iluminação quando o ambiente está vazio.



Quanto ao uso do ar-condicionado, no universo dos que responderam, 25% afirmam sempre desligar quando está fora do ambiente por um período mais longo e 50% não desligam nunca ou raramente (Figura 11). Esses dados demonstram a falta de preocupação

com a economia de energia entre os entrevistados, se todos se empenhassem em desligar o ar-condicionado quando o ambiente está vazio haveria uma importante redução do consumo de energia na Instituição.

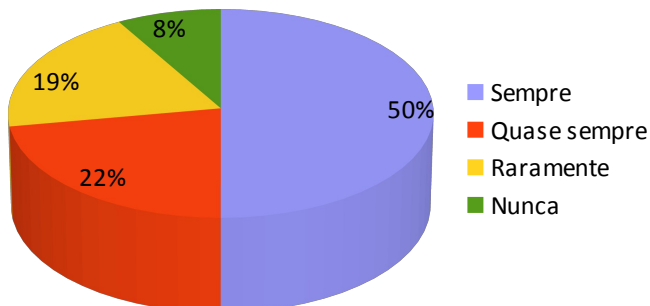
Figura 11: Relação percentual de pessoas que desligam o ar-condicionado quando o ambiente está vazio.



E quanto ao computador, de acordo com a Figura 12, os que sempre desligam quando saem para

reuniões ou para o almoço correspondem a 50% do total e 27% raramente ou nunca desligam.

Figura 12: Relação percentual de pessoas que desligam o computador quando o ambiente está vazio.

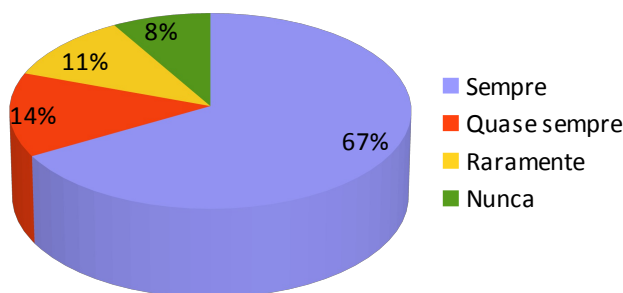


A impressora também é um item que consome energia elétrica, embora muitas possuam programação para consumir menos quando não estão sendo utilizadas, mas o percentual da população pesquisada

que desliga sempre a impressora ao final do expediente corresponde a 67%, 14% quase sempre, enquanto 19% raramente ou nunca desligam (Figura 13).



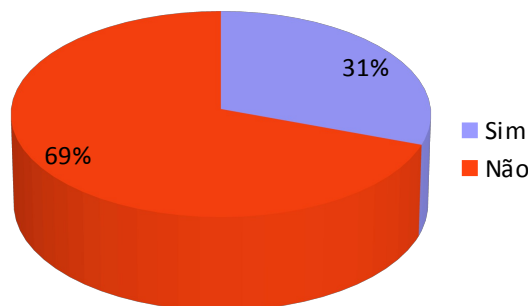
Figura 13: Relação percentual de pessoas que desligam a impressora ao final do expediente.



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 14 constatou-se que 69% possuem essa opção de desligá-lo automaticamente e 31% ainda não utilizam esse recurso. É uma ação simples que não precisa de investimento financeiro, mas traz benefícios para economia de energia.

Figura 14: Relação percentual de pessoas que programam o computador para desligar automaticamente após alguns minutos sem utilização.



Muitas ações simples que não precisam de investimento financeiro, mas trazem benefícios para economia de energia, não estão sendo utilizadas pelos servidores.

E ao final do questionário os TAEs deixaram sugestões para economia de energia; são elas: a) sempre desligar os equipamentos, se possível retirá-los da tomada; b) diminuir o uso de lâmpadas acesas e aparelhos de ar-condicionado 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 setores; 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; l) designar uma pessoa para ao final da noite percorrer todas as salas para desligar todos os equipamentos ligados desnecessariamente e ao amanhecer também ter responsável por desligar as lâmpadas que iluminaram o *campus* durante a noite.

A sensibilização e conscientização das pessoas para o uso consciente e eficiente de energia se tornam fundamentais, 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.



Após o período de divulgação do material, foi possível notar algumas mudanças na Instituição, os corredores dos blocos e banheiros em sua maior parte estavam com suas lâmpadas apagadas durante o dia, porém nas salas de aula as mudanças não foram perceptíveis, é necessário que as campanhas sejam realizadas de forma contínua. 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 feita uma medição para verificar a redução do consumo de energia e se houve eficácia das campanhas, foi possível notar que há necessidade de fazê-las de maneira intensa. Nas ações de Weigmann (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.

4.4 Alternativas para diminuição do consumo de energia

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 Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e na coletânea Desafio da Sustentabilidade.

- 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, obtendo uma redução do consumo de luz artificial.
- b) Alteração da posição das carteiras das salas de aula do bloco A, devendo ficar perpendiculares à janela. A atual disposição 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 gasto de energia na manutenção da temperatura.
- e) Instalação de molas nas portas das salas de aula em todos os prédios para impedir que permaneçam abertas. Manutenção nas já existentes.
- f) 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 esse 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.
- g) 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.
- h) Substituição progressiva dos aparelhos tipo janela dos blocos A e C por aparelhos tipo split. Equipamentos antigos geralmente consomem mais energia.
- i) 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.
- j) Campanha para desligamento do ar-condicionado uma hora antes do fim da aula e acionamento uma hora após o início das aulas, se estas ocorrerem no início da manhã.
- k) 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.
- l) Proteção das unidades condensadoras de ar da exposição ao sol. As partes externas 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.
- m) Manutenção constante dos equipamentos de ar-condicionado, lâmpadas e luminárias.
- n) Setorização do sistema de acionamento da iluminação nos seguintes locais: serviço médico, gestão de pessoas, almoxarifado,



- coordenação de pesquisa e extensão, sala da bibliotecária, observatório astronômico e recepção, a fim de evitar iluminação em áreas não ocupadas.
- o) Setorização do sistema de acionamento da iluminação das salas de aula para permitir desligar as luminárias desnecessárias como as das áreas próximas as janelas.
 - p) Campanha constante para conscientizar os usuários para o desligamento de iluminação e ar-condicionado quando não houver pessoas no recinto.
 - q) 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.
 - r) Orientação para determinar prazos para que os monitores e discos rígidos dos computadores desliguem após certo período de inatividade.
 - s) Divulgação dos gastos de energia da Instituição para incentivar os usuários a melhorar o desempenho energético.
 - t) Treinamento dos servidores na área de eficiência energética para que possam comprar equipamentos sustentáveis.
 - u) 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.
 - v) Substituição progressiva dos sistemas de iluminação atual por sistemas mais

adequados e eficientes 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.

- w) 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.
- x) Implantação de sistemas de geração de energia eólica ou solar.
- y) Campanha para desligamento de aparelhos em modo de espera.

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 acesas. 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, 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 Watts, um total de 202 lâmpadas; 22 dias letivos.

Tabela 3: Quantidade de lâmpadas em sala de aula por bloco.

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

Fonte: Própria autoria

Considerando o preço do quilowatt-hora (kWh) R\$ 0,56 para o consumo no horário fora de ponta para 40 minutos (0,6 hora) de intervalo e R\$ 0,76 para o consumo no horário de ponta para 20 minutos (0,3 hora) de intervalo, o total de economia no mês (horário de ponta + horário fora de ponta) será de R\$ 111,18.

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

Substituindo lâmpadas tubulares fluorescentes de 40 W por lâmpadas tubulares que consomem 2.666,4 kWh de energia por mês por fluorescentes de 32 W, que consomem 2.133,12 kWh, haverá o fornecimento da mesma luminosidade, mas com menor potência.

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.

O investimento necessário para implantação das medidas de iluminação eficiente (incluindo lâmpada, reator e luminária) será de 14.572,03, e o retorno acontecerá em 3,79 anos, calculado pela divisão entre o investimento e a economia mensal obtida, sem contabilizar as taxas de juros. A economia deverá ser ainda maior, visto que no bloco D, onde o número de lâmpadas é maior, cerca de 37% de todo o *campus*, não haverá necessidade de troca de luminárias, pois todas são eficientes e esse é o componente de maior custo. Weigmann (2004) mostrou que as medidas propostas nesse trabalho são eficientes para economia de energia, tanto do ponto de vista de consumo quanto econômico, visto que o autor relata que os recursos economizados podem ser aplicados em outras melhorias nas instalações físicas da escola.

4.4.2 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, diferentemente das lâmpadas fluorescentes, as lâmpadas de LED não necessitam do uso de reator e as luminárias existentes podem ser aproveitadas, nesse caso o gasto será apenas com as lâmpadas.

A Tabela 4 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 4: Consumo de lâmpadas tubulares fluorescentes e tubulares de LED

	Modelo	Potência (Watts)	Nº de lâmpadas	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.

Os gastos totais com a troca, nas 14 salas de aula, seriam de R\$ 7.251,80, o valor unitário das lâmpadas equivale a cerca de R\$ 35,90 com uma quantidade de 202 lâmpadas, haverá uma economia de R\$ 879,90 mensais, em 8,2 meses a substituição se torna vantajosa.

O preço das lâmpadas de LED sofreu uma queda nos últimos anos. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Iluminação, em 2014, a queda foi cerca de 50%, mas ainda é um custo alto em relação às lâmpadas fluorescentes, no entanto a implementação pode ser feita de forma gradual desse sistema de iluminação em todo o *campus*. 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 se reflete em melhoria na qualidade de iluminação e economia do consumo de energia elétrica, que pode chegar a 27,5%. Além desses fatores, o produto tem maior ciclo de vida, consequentemente levando a uma redução de emissão de CO₂ no meio ambiente, e à diminuição da contaminação dos lençóis freáticos por mercúrio. Também Rosa, Cunha, Araujo, Matias, Valle, e Marques (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 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 à 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.

Nessa 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 a variação dos valores gastos com pagamento das faturas. No ano de 2015, o valor gasto de R\$ 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 nesse 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-se em melhoria na qualidade de iluminação, redução no consumo de energia elétrica, maior ciclo de vida, consequentemente 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 este 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.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica. (2015). Bandeiras Tarifárias. Recuperado em 06 de janeiro, 2016, de <http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=758>.

Associação Brasileira da Indústria da Iluminação. (2015). Custo da energia elétrica pode favorecer segmento de LED. Recuperado em 06 de janeiro, 2016, de <http://www.abilux.com.br/portal/noticia/26/custo-da-energia-eletrica-pode-favorecer-segmento-de-led>.

Balanco Energético Nacional 2015: Ano base 2014. (2015). Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro. Recuperado em 07 de janeiro, 2016, de https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BE_N_2015.pdf.

Barros, J. S.; Silva, M. F. L.; & Araújo, V. H. (2015). Um sistema de monitoramento e controle elétricos em sala de aulas de instituições de ensino superior. Anais do VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Porto Alegre, RS, Brasil. Recuperado em 21 de dezembro, 2015, de <http://www.ibeas.org.br/congresso/congresso06.htm>.

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

CONPET. (2012). Ação Global, Benefício local. Recuperado em 07 de novembro, 2015, de http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt_br/conteudo-gerais/conpet.shtml.



- Degani, C. M.; & Cardoso, F. F. (2002). A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- Dincer, I. (2000). Renewable energy and sustainable development: a crucial review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4(2), 157-175.
- Engelman, R.; Guisso, R. M.; Fracasso, E. M. (2009). Ações de gestão ambiental nas instituições de ensino superior: o que têm sido feito por elas? *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 3, 1.
- Ferreira, A. R.; & Tomioka, J. (2013). Iluminação de estado sólido, economia potencial de energia elétrica para o país. Anais do VIII Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza, São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Frota, A. B.; Schiffer, S. R. (2006). Manual de conforto térmico. Studio Nobel.
- Goldemberg, J.; & Lucon, O. (2007). Energias renováveis: um futuro sustentável. *Revista USP*, (72), 6-15.
- Halac, R.; Schiller, S. de; Venturini, E. (2005). Sustainable Universities: new knowledge and Innovative actions.
- Hollanda, L.; & Varejão, M. (2014). Energia e sustentabilidade: desafios do Brasil na expansão da oferta e na gestão da demanda.
- Instituto Federal Fluminense. (n.d.). Institucional. Recuperado em 17 de outubro, 2014, de http://portal.iff.edu.br/campus/guarus/copy_of_institucional.
- International Institute for Sustainable Development. (2016). Introduction to Sustainable Development. Recuperado em 21 de janeiro, 2016, de <http://www.iisd.org/sd/>.
- Kraemer, M. E. P. (2004). A universidade do século XXI rumo ao desenvolvimento sustentável. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa-RECADM*, 3(2), 1-21.
- Lamberts, R.; Dutra, L.; Pereira, F. O. R. (2013). Eficiência energética na arquitetura (3ª edição).
- Lund, H. (2007). Renewable energy strategies for sustainable development. *Energy*, 32(6), 912-919.
- Menkes, M. (2003). Instrumentos econômicos aplicados em programas de eficiência energética. *COPPE/UFRJ*.
- Nogueira, L. A. H. (2007). Uso racional. *Estudos Avançados*, 21(59), 91.
- Omer, A. M. (2008). Energy, environment and sustainable development. *Renewable and sustainable energy reviews*, 12(9), 2265-2300.
- Pacheco, F. (2006). Energias Renováveis: breves conceitos. *Conjuntura e Planejamento*, 149, pp. 4-11.
- Patterson, M. G. (1996). What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues. *Energy policy*, 24(5), 377-390.
- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. (2015). Recuperado em 07 de novembro, 2015, de <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?ViewID={A84BD56D-D750-477C-8E20-2BF2D94B4EE2}>.
- Rebello, M. R. A. D. M. (2007). Análise da percepção da variável ambiental sob a ótica da gestão no campus Fiocruz-Mata Atlântica/RJ.
- Rosa, L. L.; Cunha, M.; Araujo, S. G.; Matias, L.; Valle, A. C.; & Marques, T. C. (2015, maio). Uma análise técnica da substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de led. *Revista SODEBRAS*, 113 pp. 4-9.
- Song, C. (2002). Fuel processing for low-temperature and high-temperature fuel cells: Challenges, and opportunities for sustainable development in the 21st century. *Catalysis today*, 77(1), 17-49.
- Tauchen, J.; & Brandli, L. L. (2006). A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. *Gestão & Produção*, 13(3), 503-515.
- Weigmann, P. R. (2004). 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, Santa Catarina, Brasil. Recuperado em 21 de dezembro, 2015, de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88187>