



Utilização das faturas de energia para a gestão energética em universidades *Multicampi*

Use of energy bills for energy management in Multicamp universities

Osvaldo Augusto Vasconcelos de Oliveira Lopes da SILVA [1](#); Fabrício Higo Monturil de MORAIS [2](#); Cristiana de Sousa LEITE [3](#); ; João Ricardo Araújo CARDOSO [4](#); Wellisch Victor Clementino SOUSA [5](#)

Recibido: 19/09/16 • Aprobado: 30/09/2016

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
 - [2. Materiais e métodos](#)
 - [3. Fundamentação teórica](#)
 - [4. Resultados e discussão](#)
 - [5. Conclusões](#)
- [Referências](#)

RESUMO:

Este artigo objetiva a elaboração de uma metodologia genérica para gestão energética em Instituições de Ensino Superior, tendo como objeto de estudo o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (Brasil). Comprovou-se que os dados disponibilizados obrigatoriamente pelas concessionárias são suficientes para Diagnóstico Energético e agrupamento das despesas com energia em dois Centros de Custos, possibilitando a sugestão de estratégias de gestão energética viáveis técnico-economicamente e com aderência estratégica. Por fim, destacou-se a necessidade da continuidade dos estudos, sobretudo em instituições multicampi, dada a dificuldade da constituição de sua unidade orgânica, para seu reconhecimento como um Espaço Educador Sustentável. **Palavras chave:** Sustentabilidade, Universidade, Gestão, Energia Elétrica.

ABSTRACT:

This article aims at the development of a generic methodology for energy management in higher education institutions, with the object of study the Federal Institute of Education, Science and Technology of Piauí (Brazil). It was shown that the data mandatorily provided by utilities are sufficient for Energy Diagnosis and grouping of energy costs in two cost centers, allowing the suggestion of energy management strategies viable technical-economic and strategic grip. Finally, the need for further study was emphasized, particularly in multicampi institutions, given the difficulty of setting up its organic unit to its recognition as a Sustainable Space Educator. **Key-word:** Sustainability, University, Management, Electric Power.

1. Introdução

De acordo com a *International Energy Agency* (2014), a Matriz Energética Mundial de geração de eletricidade é essencialmente termelétrica (78,8%), com o carvão natural sendo o combustível mais utilizado nas usinas, representando 40,4% do total em 2012. O Brasil, por sua vez, possui uma matriz hidro-termelétrica, predominantemente renovável, com 65,2% de geração hidrelétrica, tendo

o gás natural como principal combustível (13,0%) e apenas 9% de fontes alternativas, essencialmente eólica (2,0%) e biomassa (7,3%), e com a energia solar ainda não tendo representatividade (EPE, 2015a).

Projeta-se, para o próximo horizonte decenal, um aumento anual do consumo de energia elétrica de 4,2%, superior à projeção da taxa anual de crescimento populacional estimada em 0,7% (EPE, 2015b). Para atender este aumento de demanda, deve-se agregar os ganhos com a eficiência energética à geração de energia elétrica no país para minimizar, por exemplo, os impactos socioambientais provenientes da construção de 22 novas usinas hidrelétricas previstas para os próximos dez anos, com a maior parte concentrada na região Amazônica (93% em termos de potência instalada), que deverá alagar em todo o país uma área de 3.813 km² (59% em vegetação nativa) e afetar, diretamente, 38 mil habitantes, dentre eles, populações de alta vulnerabilidade social como as populações indígenas (EPE, 2015b).

Era de se esperar que após o apagão e o racionamento de energia de 2001, o governo brasileiro direcionasse o Desenvolvimento do Sistema Elétrico Brasileiro buscando alternativas com menor impacto ambiental e social nas comunidades afetadas pelos projetos, mas isso não ocorreu e hoje enfrenta-se sérios problemas como, por exemplo, a construção das grandes hidrelétricas na Amazônia já citadas, que são relevantes tecnicamente, mas que, social e ambientalmente, estão revelando-se um desastre que poderia ter sido evitado (SAUER, 2013). Conforme foi mostrado, o aumento da geração de Energia Elétrica causa impactos socioambientais, porém, se utilizarmos mais eficientemente a energia que produzimos, estaremos protegendo o meio ambiente e usufruindo ainda de outros benefícios, tais como: redução no consumo, nas contas e no desperdício de Energia Elétrica e a melhora na imagem da organização perante a sociedade (SCHNAPP, 2012).

No ano de 2014, os setores residencial, comercial e público utilizaram 50,0% de toda a energia consumida no país (EPE, 2015a) e, segundo Lamberts *et al.* (2014), o potencial técnico de economia de energia em edificações pode alcançar até 50%. "Por mais que a escala dos impactos seja global, é ao nível local que muitos impactos são apresentados e onde as ações podem ser eficazes" (FLORES *et al.*, 2013) e nas Instituições de Ensino Superior (IES) não é diferente. Essas instituições devem constituir-se como Espaços Educadores Sustentáveis e, dentre outros objetivos, elaborar mecanismos para a incorporação da Educação Ambiental nos currículos dos cursos de forma transversal, sensibilizando a comunidade acadêmica para as questões ambientais, consolidar um Sistema de Gestão Ambiental, além de modernizar as edificações para o uso eficiente dos insumos e redução dos impactos ambientais (MEC, 2012).

O Modelo Organizacional de IES que atualmente implanta-se pelas Universidades Federais e pelos Institutos Federais em seus projetos, inicialmente realizado pelas instituições estaduais e privadas, permite que essas instituições penetrem áreas geograficamente diversificadas, ampliando o acesso ao ensino superior a populações anteriormente excluídas e contribuindo para o desenvolvimento dessas populações marginalizadas, introduzindo-as no cenário organizacional *multicampi* (FIALHO, 2005). Entretanto há de se destacar que a dispersão das unidades institucionais cria problemas de natureza administrativa e de gestão acadêmica, dificultando a constituição de uma unidade orgânica, com reflexos negativos no seu desempenho.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) é uma Instituição de Ensino *Multicampi* que teve grande expansão a partir do ano 2000, constituindo-se de 17 *campi* situados em 16 municípios de todas as regiões do estado. Entretanto, com a análise das faturas de energia, identificou-se que dos R\$ 95.463,66 que a instituição pagou por mês, somente referente ao Campus Teresina Central (CATCE) em 2015, 6,99% foram gastos desnecessários que poderiam ser eliminados com ações de engenharia e gestão, com esse capital economizado podendo viabilizar a execução de Projetos de Eficiência Energética (MORAIS *et al.*, 2016).

Dessa forma, utilizando o CATCE do IFPI como objeto de estudo, por ser o maior, mais antigo e a sede da instituição, esse artigo busca responder o seguinte Problema Científico: As faturas de energia podem ser utilizadas para estabelecer uma metodologia genérica para gestão do uso de energia em IES? A principal hipótese é que essa metodologia pode ser elaborada apenas com a utilização dos dados obrigatórios e disponíveis nas faturas de energia. Dessa forma, é Objetivo Geral desse trabalho a elaboração dessa metodologia, tendo como Objetivos Específicos: levantar os dados gerais do IFPI; fazer o diagnóstico do consumo de energia elétrica do CATCE; avaliar a correlação entre as Perdas

Evitáveis e os Custos Gerenciáveis com o consumo de energia; sugerir ações para o aumento da eficiência energética no CATCE.

2. Materiais e métodos

A pesquisa iniciou-se com o levantamento de dados gerais do IFPI e para a caracterização geral da instituição fez-se a análise de documentos relevantes e disponíveis no site da instituição como o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e a organização didática da instituição, além de artigos e livros publicados. Concomitante a esses esforços, protocolou-se um memorando solicitando cópias das faturas de energia elétrica de fevereiro de 2015 a janeiro de 2016 junto a Diretoria Administrativa do CATCE do IFPI para caracterizar o consumo energético do Campus.

De posse desses dados, identificou-se a forma de fornecimento de energia elétrica além do consumo mensal de eletricidade no ano de 2015, destacando no Calendário Acadêmico os fatores que influenciaram nesse consumo. Analisou-se mensalmente as despesas com esse insumo, agrupando-as em dois grupos: Custos Gerenciáveis (consumo, demanda, Bandeira Tarifária e contribuição de Iluminação Pública) e as Perdas Evitáveis (demanda de ultrapassagem, reativo excedente, multas e juros) no ano de 2015 e, posteriormente, fez-se um resumo dos gastos com energia elétrica do CATCE nesse ano.

Para a eliminação das Perdas Evitáveis, fez-se a Composição Percentual desse Centro de Custos e para cada uma das parcelas sugeriu-se estratégias de gestão que tiveram sua viabilidade econômica analisada individualmente e em conjunto com o cálculo de métricas (*Payback*, Valor Presente Líquido e Relação Custo-benefício), conforme orienta o Centro de Pesquisa Energética (CEPEL, 2014). Já para a redução dos Custos Gerenciáveis fez-se também a sua Composição Percentual, mas, devido à natureza de cada uma de suas parcelas, analisou-se o seu grau de correlação com o consumo mensal de energia (calculou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson). Determinou-se ainda a correlação das Perdas Evitáveis e o consumo de energia para servir de grupo controle.

Para o aumento da eficiência energética da instituição, em função de sua atividade fim, estudou-se os aspectos físicos e comportamentais, bem como os equipamentos elétricos utilizados nas salas de aula do Prédio C do CATCE, objetivando caracterizar o seu consumo energético. Tomou-se como referência, portanto, os estudos de Silva et al. (2016b) que ao fazer o Diagnóstico Energético Detalhado das salas de aula da Universidade Federal do Piauí, pôde sugerir Projetos de Eficiência Energética (PEE), objetivando o índice A de Eficiência Energética.

Desde 2009, com a publicação dos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), de responsabilidade do INMETRO, as edificações podem ser classificadas pelo seu nível de eficiência em sua totalidade em partes, através de três sistemas individuais: Envoltória (planos que separam o ambiente interno do ambiente externo como as paredes, tetos e pisos), Sistema de Iluminação e Sistema de Condicionamento de Ar (aquecimento, resfriamento ou ventilação) (INMETRO, 2010).

Dessa forma, utilizou-se esses indicadores padronizados pelo INMETRO, além de uma análise qualitativa, sobretudo nos sistemas de iluminação e climatização, responsáveis por, aproximadamente, 72% do consumo de edificações públicas (LAMBERTS et al., 2014), para a determinação dos índices de eficiência energética dessas salas. Posteriormente, sugeriu-se possíveis PEE, incluindo-se projetos educacionais, a serem executados nas salas de aula, uma vez que o desenvolvimento de estudos de eficiência energética em Instituições de Ensino deve objetivar mais do que a criação de indicadores gerenciais.

Por fim, utilizou-se o Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP) para a determinação de uma linha base que, de acordo com Silva et al. (2016a) pode ser utilizada para gestão contínua do consumo de energia e eficiência energética.

3. Fundamentação teórica

O meio ambiente, através de uma visão holística, deve ser entendido como um sistema que além do meio físico, considera processos sociais e culturais e, de acordo com essa visão, o meio social e o meio natural são parte de um todo. Nesse contexto, Planejamento Ambiental pode ser entendido como um processo intelectual no qual são projetados os instrumentos de controle, baseados em uma base técnico-científica, instrumental e participativa, para facilitar a implantação de um conjunto de

ações e processos de gestão e desempenho, tendo o meio físico-ambiental como ponto de partida (Rodriguez *et al.*, 2013). Dessa forma, o planejador deve ter uma visão integrada, mas sem perder o foco nos Aspectos Ambientais.

O Sistema da Gestão de uma organização é um conjunto de elementos relacionados entre si que devem ser utilizados para o estabelecimento de sua política e a concretização de seus objetivos, pressupondo uma estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos (MAXIMIANO, 2011). O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é tido como parte desse conjunto e especifica os requisitos relativos aos Aspectos Ambientais significativos, objetivando a melhoria contínua, aplicando-se aos aspectos que a organização possa controlar e àqueles que possa influenciar segundo a sua ótica (ABNT, 2004). Entende-se, portanto, SGA como sendo um processo contínuo, utilizado para desenvolver e implantar sua Política Ambiental, de forma a garantir resultados aceitáveis da gestão sobre seus Aspectos Ambientais.

Entre os vários Aspectos Ambientais gerenciáveis de uma organização, devemos destacar a energia elétrica em virtude das incertezas de sua disponibilidade e dos seus aspectos socioambientais, conforme destacado anteriormente. Um Sistema de Gestão Energética (SGE) tem por objetivos: tornar cada vez mais eficientes as instalações, sistemas e equipamentos, avaliar a demanda energética necessária ao atendimento de sua necessidade atual e futura, bem como, adquirir e contratar no mercado essa disponibilidade energética (MARQUES *et al.*, 2007) e, conforme mostra a Figura 1, a Gestão Energética é parte do SGA que também deve integrar o Sistema de Gestão das organizações:

Figura 1: Articulação de um Sistema de Gestão Energética.



Fonte: Silva *et al.*, 2016a

Conforme dito anteriormente, as instituições de ensino devem ser exemplo de sustentabilidade para toda a comunidade, principalmente a acadêmica, e incentivar mudanças concretas na realidade social articulando três eixos: edificações, currículo e gestão. Para Silva *et al.* (2016a), é imperativa a consolidação da Institucionalização da Gestão Ambiental nas Instituições de Ensino com a Interoperabilidade entre os vários setores da instituição, através de um fluxo contínuo de informações devidamente oficializado, com a definição de rotinas administrativas, utilizando-se a Tecnologia da Informação e a Inteligência Analítica no tratamento de dados que devem ser expressos em suas respectivas unidades físicas.

Entretanto, a falta de conhecimentos teóricos da função administrativa por parte dos dirigentes universitários é a causa de sua administração ser executada de forma empírica, acarretando em riscos e conservadorismo (PICCHIAI, 2012). Em concordância com isso, Burigo *et al.* (2013) destaca que o planejamento institucional deve estar alinhado às políticas de capacitação, não sendo tratada de forma elitista (centrado na alta administração), mas com a participação de todos os servidores, com a definição das competências institucionais de forma coletiva e participativa.

É importante notar que para a Gestão Energética as avaliações, por si só, não conduzem ao desempenho ambiental esperado. São requeridas, ainda, medidas e ações posteriores, executadas de forma planejada e estruturada, com metas e responsáveis bem definidos, com acompanhamento por parte da administração e, na melhor das hipóteses, sendo parte de um SGE. Porém, dada à diversidade e complexidade desses sistemas, deve-se apresentar técnicas e métodos para definir objetivos e ações para melhorar o desempenho ambiental e controlar os resultados. Nesse contexto, os Projetos de Eficiência Energética (PEE) destacam-se como ações concretas para a melhoria do desempenho ambiental das organizações por serem um conjunto de medidas bem definidas que, quando implantadas, levarão a uma redução, previamente determinada, do consumo de energia em uma organização, mantendo-se os níveis de produção e da qualidade do produto final (PÉREZ-LOMBARD *et al.*, 2013).

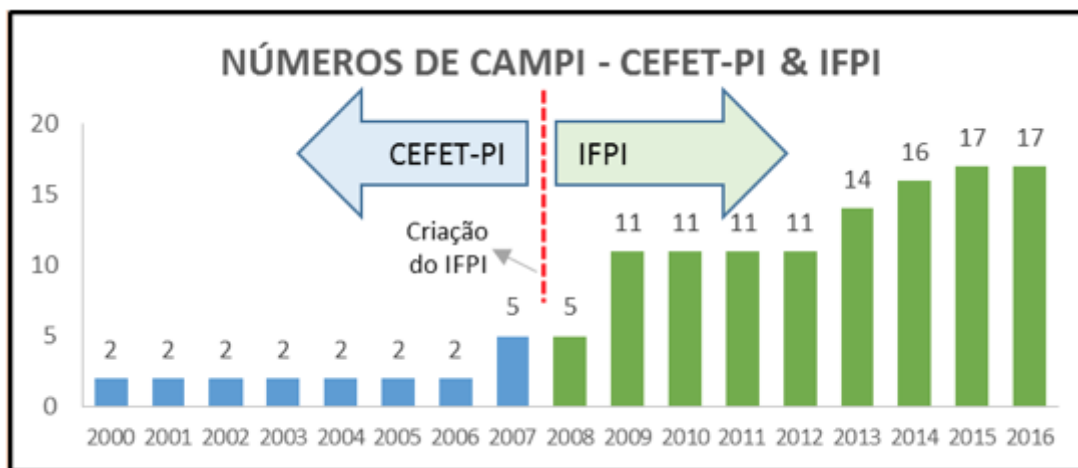
A Institucionalização das Atividades e a Inteligência Analítica também são apontadas por Ó Gallachóir (2007) como imprescindíveis na gestão do uso de energia em universidades e na tomada de decisões, citando como exemplo a análise utilizando os dados de demanda de energia a partir de contas de serviços públicos e variáveis que medem a atividade das instituições, tais como o número de estudantes e a área construída. Dessa forma, a Resolução Normativa nº 414/2010 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2010), que estabelece de forma atualizada e consolidada as condições gerais de fornecimento de energia elétrica, embasa substancialmente a análise das faturas de energia, sendo o ponto de partida para a elaboração da metodologia proposta nesse trabalho.

4. Resultados e discussão

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) foi criado em 29 de dezembro de 2008 nos termos da Lei Federal nº 11.892, que transformou 38 unidades do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET), em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (RÊGO, 2015). Atualmente, é uma instituição de educação superior, básica e profissional, especializada na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino, sendo vinculada ao Ministério da Educação, e possuindo natureza jurídica de autarquia, detentora de autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didático-pedagógica e disciplinar (IFPI, 2014).

Atualmente o IFPI visa "Consolidar-se como centro de excelência em Educação Profissional, Científica e Tecnológica, mantendo-se entre as melhores instituições de ensino da região Nordeste". Para Morais *et al.* (2016) essa instituição pode ser caracterizada como uma Instituição de Ensino *Multicampi* que teve grande expansão a partir do ano 2000, conforme pode ser visto na Figura 2, constituindo-se atualmente de 17 campi situados em 16 municípios de todas as regiões do estado.

Figura 2 – Número de campi do CEFET-PI e do IFPI.



Fonte: Morais *et al.*, 2016.

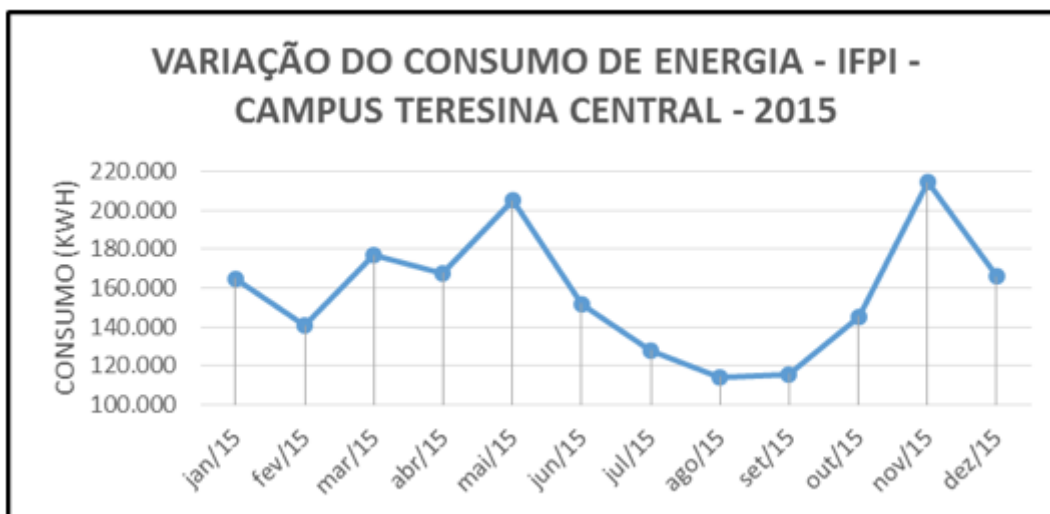
Com a previsão de ampliação de 1.880,00 m² em sua área física até 2019 em decorrência da construção de mais uma quadra poliesportiva, um novo refeitório, estacionamento, 136 salas de professor e uma sala de arquivo, o Campus Teresina Central (CATCE) do IFPI, objeto de estudo desse trabalho, é o maior, o mais antigo *campus* e a sede do IFPI, sendo composto pelos Prédios A, B e C,

inaugurados, respectivamente, em 1943, 1970 e 1975, e contava em 2014 com uma área física total de 14.278,90 m² (IFPI, 2014).

De acordo com a metodologia apresentada, foram analisadas as faturas de energia elétrica desse *campus*, solicitadas junto à Direção Geral por meio de um memorando que foi prontamente atendido. Pôde-se verificar que esse *campus* é composto por três Unidades Consumidoras (UC) junto à concessionária de energia local e são classificadas como do tipo Poder Público Federal sendo alimentadas em Tensão Primária de Distribuição (13,8kV). O Prédio A (UC 0085773-4) é faturado com a Tarifa Convencional que cobra uma tarifa única para Demanda de Potência (R\$/kW) e outra para Consumo de Energia (R\$/kWh), independente da hora do dia.

Já os Prédios B e C, cadastrados junto a concessionária com as UC 0085774-2 e UC 1271253-1, respectivamente, são faturados através da Tarifa Verde que cobra uma tarifa única para a Demanda de Potência (R\$/kW) e duas tarifas para o Consumo de Energia: uma para o Horário Ponta (R\$/MWh), ou seja, período em que a demanda de energia é maior na área de concessão da concessionária de energia local, compreendido entre as 17 horas e 30 minutos e 20 horas e 29 minutos de cada dia (exceção feita aos sábados, domingos e alguns feriados nacionais previstos pela Agência Reguladora) e outra tarifa de energia com um custo menor que a anterior para o Horário Fora de Ponta (R\$/MWh), ou seja, para o restante do dia. A Figura 3 mostra a variação do consumo de energia no CATCE no ano de 2015.

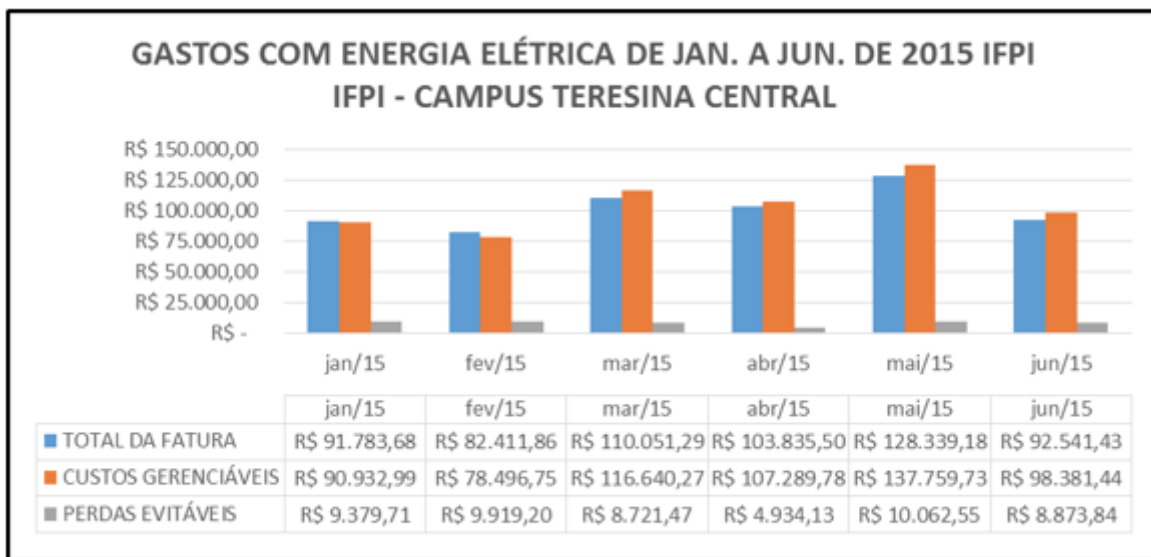
Figura 3: Variação do consumo de energia elétrica do CATCE de janeiro a dezembro de 2015.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

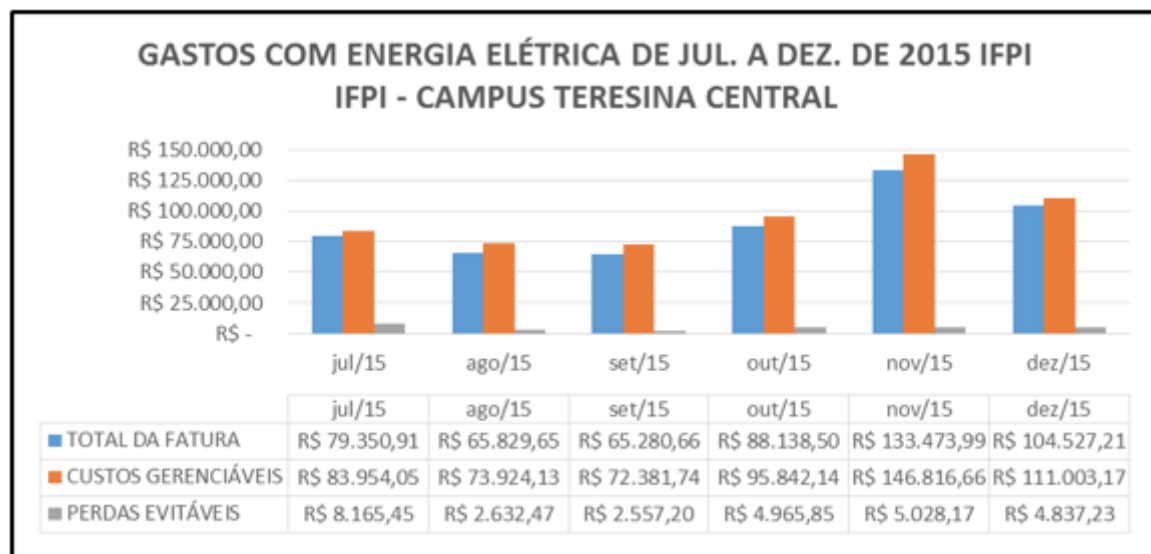
Ressalta-se que no mês de janeiro estava encerrando o período letivo 2014.2 e somente no mês de abril iniciou-se o período letivo de 2015.1, sendo interrompido por uma greve dos docentes que durou de 28 de maio a 13 de outubro de 2015, período de menor consumo de energia por não haverem aulas nesse período. Já as Figuras 4 e 5 mostram as variações das despesas com energia elétrica de janeiro a junho de 2015 e de julho a dezembro de 2015, respectivamente, em que se destacam as Perdas Evitáveis no mês de maio que atingiram um total de R\$ 10.062,55. Ressalta-se ainda que as tarifas de energia no Brasil são reajustadas periodicamente (ANEEL, 2010), e que para a Concessionária de Energia local as Revisões Tarifárias ocorrem anualmente, normalmente no mês de agosto, e que em 2015 as tarifas foram reajustadas em 5,53%.

Figura 4: Variação das despesas com energia elétrica do CATCE de janeiro a junho de 2015.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Figura 5: Variação das despesas com energia elétrica do CATCE de julho a dezembro de 2015.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Conforme destaca Bonnet *et al.* (2002), mesmo sendo permitidas abordagens econômicas, a gestão ambiental deve ser baseada em unidades físicas. Dessa forma, para a gestão do consumo de energia, deve-se utilizar as medições expressas em kWh (quilowatt-hora) e para a gestão da demanda, deve-se utilizar as medições expressas em kW (quilowatt), uma vez que os valores monetários cobrados pelas concessionárias de energia por cada kW ou kWh variam mensalmente em função da variação dos impostos e das revisões tarifárias.

A Tabela 1 mostra o resumo da composição das despesas com energia elétrica nesse campus no período de janeiro a dezembro de 2015 e, analisando-se esses dados, pôde-se identificar um gasto médio de R\$ 6.673,11 por mês com perdas que poderiam ser facilmente evitadas e um custo médio de R\$ 100.606,96 por mês que poderia ser reduzido com a atuação de um Sistema de Gestão Energética.

Tabela 1: Despesas com energia elétrica do Campus Teresina Central de janeiro a dezembro de 2015.

INSUMOS	TOTAL DO CAMPUS

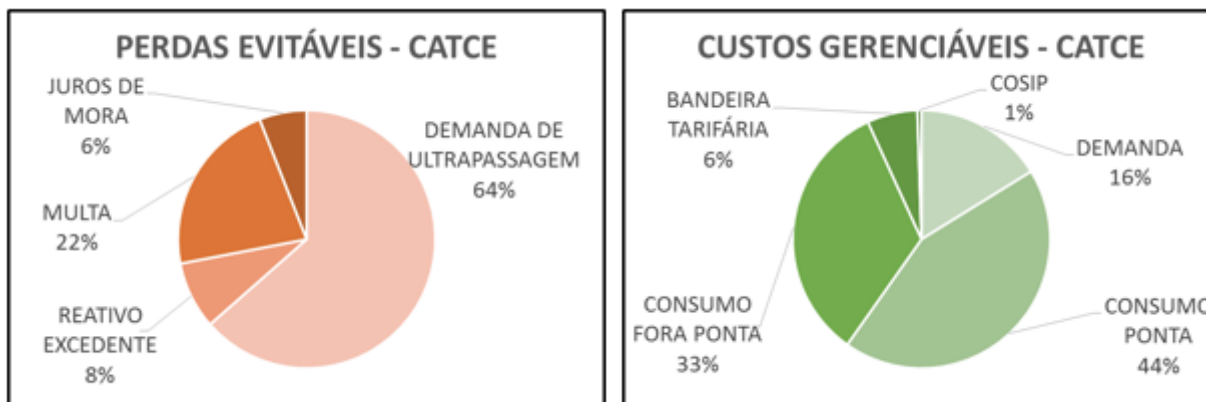
	R\$	R\$/MÊS
TOTAL DA FATURA	R\$ 1.145.563,86	R\$ 95.463,66
TOTAL DE CUSTOS GERENCIÁVEIS	R\$ 1.207.283,56	R\$ 100.606,96
DEMANDA	R\$ 195.676,04	R\$ 16.306,34
CONSUMO PONTA	R\$ 526.188,40	R\$ 43.849,03
CONSUMO FORA PONTA	R\$ 402.844,98	R\$ 33.570,42
BANDEIRA TARIFÁRIA	R\$ 76.410,29	R\$ 6.367,52
COSIP	R\$ 6.163,85	R\$ 513,65
TOTAL DE PERDAS EVITÁVEIS	R\$ 80.077,27	R\$ 6.673,11
DEMANDA DE ULTRAPASSAGEM	R\$ 50.870,11	R\$ 4.239,18
REATIVO EXCEDENTE	R\$ 6.770,81	R\$ 564,23
MULTA	R\$ 17.665,82	R\$ 1.472,15
JUROS DE MORA	R\$ 4.770,53	R\$ 397,54
OUTROS*	-R\$ 141.796,97	-R\$ 11.816,41

* Custos e descontos eventuais da fatura não analisados pelo projeto.

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Para a eliminação das Perdas Evitáveis, faz-se necessária a revisão do contrato de fornecimento energia elétrica junto à concessionária para reduzir o valor pago com demanda de ultrapassagem e a instalação de bancos de capacitores para reduzir o reativo excedente, em menor escala nesse caso, além da diminuição da burocracia para o pagamento das faturas em dia a fim de evitar a cobrança de multas e juros. A Figura 6 apresenta a composição percentual das Perdas Evitáveis e dos Custos Gerenciáveis no CATCE em 2015 que devem orientar as ações corretivas.

Figura 6: Composição percentual das Perdas Evitáveis e dos Custos Gerenciáveis no CATCE em 2015.



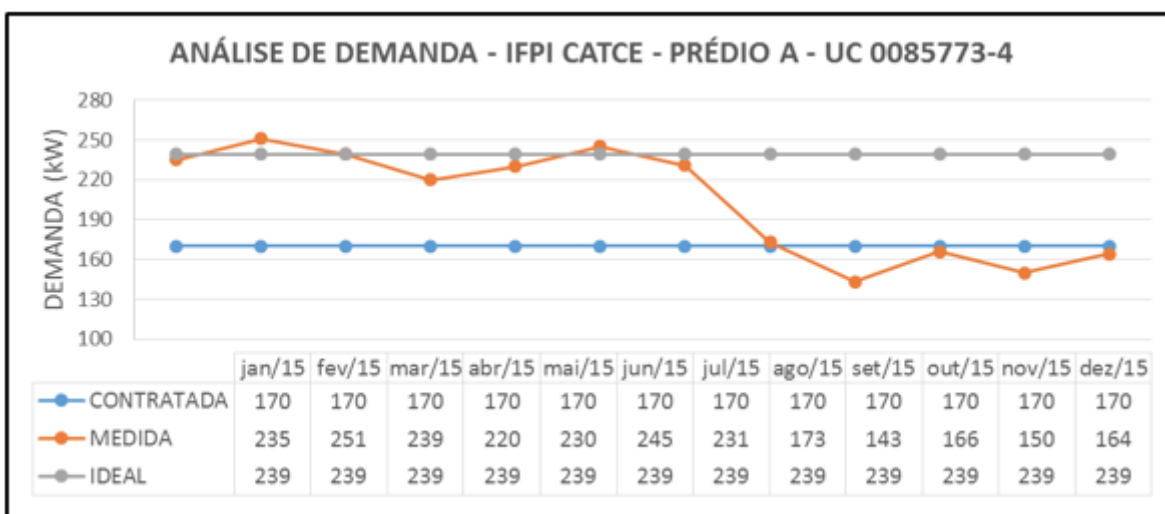
Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

O atraso no pagamento das faturas emitidas pela distribuidora resulta na cobrança de multa (percentual máximo de 2% do valor da fatura), atualização monetária com base na variação do Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) e juros de mora de 1% ao mês calculados *pro rata die*, e vale ressaltar ainda que quando se trata de unidades consumidoras enquadradas na classe Poder Público, como é o caso da IFPI, o prazo para pagamento deve ser de dez dias úteis e, para facilitar o pagamento, pode-se solicitar que todas as faturas sejam entregues juntas (ANEEL, 2010). De acordo com a Tabela 2, o pagamento em dia das faturas de energia no ano de 2015, teria feito com que o IFPI economizasse R\$ 22.436,35, considerando-se somente o CATCE.

Os valores referentes à Demanda de Ultrapassagem são cobrados quando os montantes de demanda de potência ativa medidos excedem em mais de 5% os valores contratados (ANEEL, 2010). Dessa forma, para evitar essas despesas desnecessárias, deve-se fazer a Revisão do Contrato de Demanda e para isso o CEPEL (2014) recomenda que seja contratada uma nova demanda de valor igual a 95% da maior Demanda Medida nos últimos doze meses e, na melhor das hipóteses, dos últimos três anos.

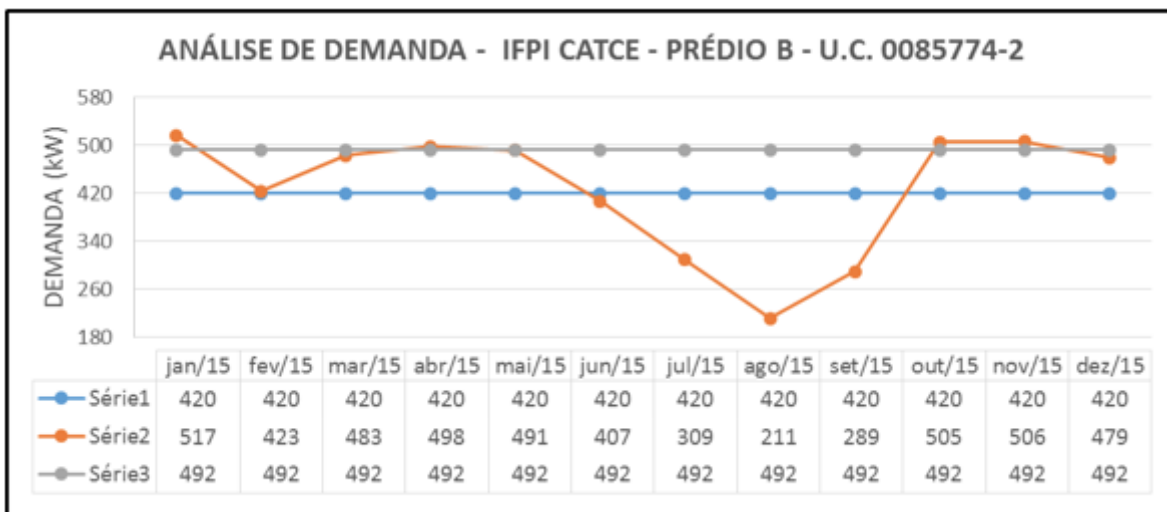
As Figuras 7, 8 e 9 mostram as Análises de Demanda nos Prédios A, B e C do CATCE do IFPI no ano de 2015, respectivamente, em que se pode visualizar a variação da Demanda Medida mês a mês em relação à Demanda Contratada, bem como os Valores Ideais de Demanda que devem ser utilizados nas Revisões dos Contratos. Seguindo-se essa metodologia em todas as UC, pagar-se-ia um pouco mais com as novas demandas contratadas, mas deixar-se-ia de pagar o valor referente às demandas de ultrapassagem, economizando-se assim R\$ 26.005,49 no ano de 2015, somente em relação ao CATCE do IFPI.

Figura 7: Análise de Demanda no Prédio A do CATCE do IFPI no ano de 2015.



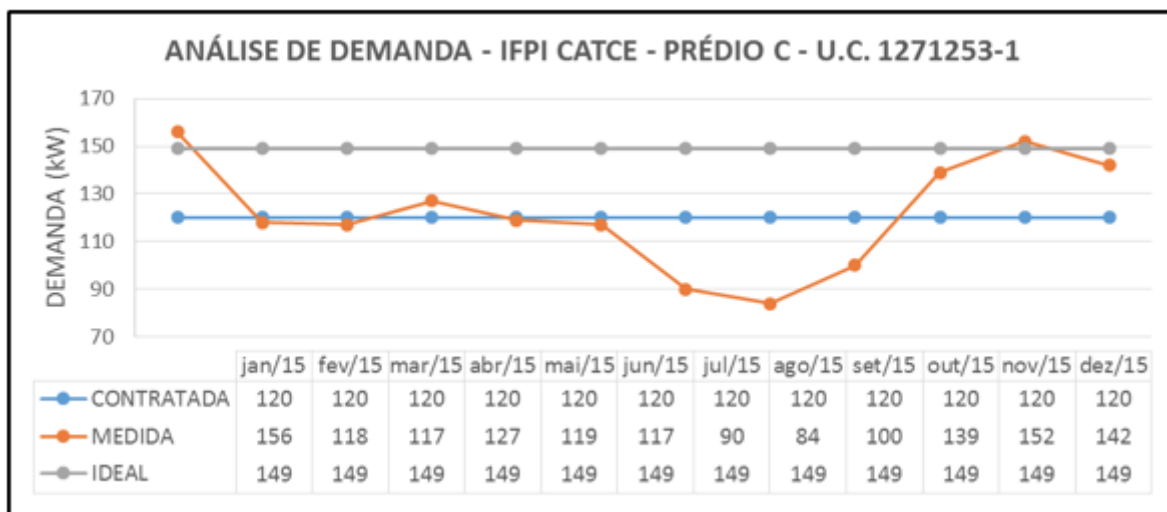
Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Figura 8: Análise de Demanda no Prédio B do CATCE do IFPI no ano de 2015.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Figura 9: Análise de Demanda no Prédio C do CATCE do IFPI no ano de 2015.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Era de se esperar que após o período de greve a demanda medida do Prédio A voltasse a subir da mesma forma que ocorreu com os Prédios B e C. Entretanto, no dia 30 de setembro de 2015 foi inaugurada a nova sede da reitoria que funcionava anteriormente nesse prédio, o que manteve a demanda baixa. Dessa forma sugere-se que sejam feitos estudos posteriores para verificar as novas necessidades desse prédio e ressalta-se ainda a necessidade da análise de um período de pelo menos os últimos 36 meses para uma atual Revisão no Contrato de Demanda.

Ainda segundo o Diagnóstico Energético, 99% do valor pago pelo Reativo Excedente mostrado na Tabela 2 (R\$ R\$ 6.770,81) foi consumido pelo Prédio B e, conforme dito anteriormente, para eliminação dessas perdas, faz-se necessária a Correção do Fator de Potência. Para isso, analisou-se a Memória de Massa do medidor de energia dessa Unidade Consumidora referente ao mês de setembro de 2015, mês em que o CATCE teve o maior prejuízo com Energia Reativa (R\$ 692,32), disponibilizada pela concessionária local após uma solicitação via ofício, e constatou-se que o pior registro de fator de potência ocorreu no dia 26/09/2015 no intervalo entre 23:15 e 23:30. Nesse intervalo, a demanda ativa máxima foi de 10,75kW, a energia reativa indutiva medida foi de 23,04kVAr, não houve energia reativa capacitiva medida e o fator de potência médio foi de 0,42 (o mínimo valor deve ser 0,92 para não ser cobrado Reativo Excedente). Para a correção desse problema, deve-se instalar um banco de capacitores de 20kVAr na entrada de energia.

Entretanto, o fator de potência desse prédio não permanece com esse valor durante todo o tempo. Portanto, deve-se dividir o banco de capacitores em células capacitivas de potências menores que o total. Ou seja, deverá ser dividido em células capacitivas de 7,5kVAr e 5kVAr com cada célula comandada por um controlador que fará a medição do fator de potência instantâneo da edificação e, dependendo da necessidade, acionará a quantidade correta de células para tornar o fator de potência acima de 0,92 e evitar que a unidade consumidora seja multada.

O investimento necessário para a eliminação desse Reativo Excedente é de R\$ 6.000,00 (projeto que se paga em menos de um ano se analisado isoladamente), o que representa o custo total para a eliminação das Perdas Evitáveis no CATCE, dado que as outras intervenções sugeridas (revisão do contrato de fornecimento e pagamento das faturas em dia) não trazem ônus financeiro à instituição. Entretanto, se todas as iniciativas sugeridas para a eliminação dessas perdas forem encaradas como projetos de investimento, considerando-se as médias da inflação dos últimos cinco anos (8,26%) e os quatro últimos reajustes das tarifas de energia (9,49%, já que o reajuste tarifário de 2016 não fora publicado na data prevista por determinação da Agência Reguladora), e uma vida útil de cinco anos para o projeto, o valor de R\$ 80.077,27/mês (Tabela 1), que foi visto com perdas, pode agora ser encarado como benefício das intervenções.

O resumo dessa Análise de Viabilidade Econômica é mostrado na Tabela 2 e mostra que após cinco anos, somente em relação ao CATCE, o IFPI poderá economizar R\$ 54.010,63/ano, o que pode viabilizar a redução dos Custos Gerenciáveis com a execução de Projetos de Eficiência Energética:

Tabela 2: Análise de Viabilidade Econômica da eliminação das Perdas Evitáveis no CATCE.

Economia Anual*	R\$ 55.222,65
Vida útil	5 anos
Investimento inicial	R\$ 6.000,00
Inflação Anual	8,26%
Reajuste Anual das tarifas	9,49%
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 270.053,14
*Considerou-se na análise o aumento da demanda contratada resultante da revisão do contrato de demanda.	

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Conforme mostra a Tabela 3, os Coeficientes de Correlação de Pearson, parâmetro que varia entre zero (sem correlação) e um (totalmente correlacionado) e determina o grau de correlação entre duas variáveis, pode-se comprovar uma correlação forte entre o consumo de Energia Ativa (somatório dos Consumos ponta e fora-ponta) com os Custos Gerenciáveis e uma correlação fraca entre o consumo de energia e as perdas evitáveis (grupo controle). Dessa forma, para a redução dos Custos Gerenciáveis, devem ser desenvolvidos Projetos de Eficiência Energética (PEE) que, conforme dito anteriormente, são ações concretas que objetivam o uso eficiente de energia elétrica com prazos de início e fim definidos e não afetam adversamente os produtos ou serviços oferecidos.

Tabela 3: Correlação entre os Custos Gerenciáveis e o Consumo de Energia Ativa – IFPI CATCE 2015.

	CUSTOS GERENCIÁVEIS		PERDAS EVITÁVEIS	
	COEFICIENTE	CORRELAÇÃO	COEFICIENTE	CORRELAÇÃO
CONSUMO PONTA (KWH)	0,806312053	FORTE	0,676548321	MODERADA

CONSUMO FORA-PONTA (KWH)	0,953758222	FORTE	0,19056395	FRACA
CONSUMO TOTAL (KWH)	0,964604421	FORTE	0,356863368	FRACA

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Ainda segundo a metodologia proposta, para a identificação de potencialidades de economia de energia, avaliou-se os Sistemas de Iluminação e Climatização das salas de aula do Prédio C do CATCE do IFPI, em função de sua atividade fim e porque, aproximadamente, 72% do consumo de energia em Prédios Públicos é de responsabilidade desses sistemas (LAMBERTS *et al.*, 2014). Constatou-se que esse prédio possui nove salas de aula de aproximadamente 55,7 m², pé direito de três metros e capacidade para 50 alunos, com funcionamento nos turnos manhã, tarde e noite, e consumo de energia de responsabilidade dos Sistemas de Iluminação e Climatização e das tomadas de uso geral.

O Sistemas de Iluminação de todas as salas possui oito luminárias fluorescentes tubulares de sobrepôr com duas lâmpadas cada, distribuídas em duas fileiras paralelas às janelas, comandadas por um interruptor de duas seções localizado na entrada das salas de modo que é possível ver todo o sistema de iluminação que está sendo controlado. Verificou-se ainda que se pode acionar independente a fileira de luminárias mais próxima à essas aberturas, de forma a propiciar o aproveitamento da luz natural disponível, atendendo-se os critérios de controle do sistema de iluminação.

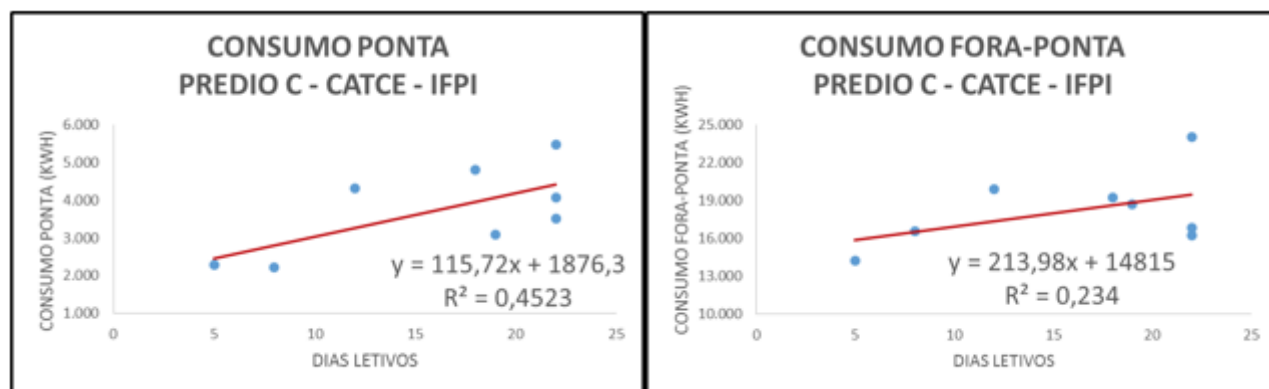
Identificou-se também que não existe padronização nas potências das lâmpadas utilizadas (existem lâmpadas de 32,36 e 40W), com duas delas apresentando uma Densidade de Potência de Iluminação (DPI) maior que 10,2 W/m², e em consequência disso, possuindo Índice B de Eficiência Energética. Ademais, ressalta-se que as luminárias não possuem camadas reflexivas e aletas e que algumas delas possuem reatores convencionais, menos eficientes que os eletrônicos, evidenciando mais uma vez a baixa eficiência dos Sistemas de Iluminação.

Por sua vez, o Sistema de Climatização de quase todas as salas de aula é composto por dois condicionadores de ar tipo janela da marca GREE e modelo GJ21-22LMC de 21.000 BTU/h, e potência 2180 W, com Coeficiente de Eficiência Energética (CEE) 2,82 e, portanto, Índice A de Eficiência Energética. A exceção é a sala C2-04, que também possui dois condicionadores de ar, entretanto, apenas um com as mesmas especificações dos aparelhos das outras salas, com o outro sendo de 30.000 BTU/h, da marca Springer Carrier, modelo ZCA305BB, potência 3150 W, CEE 2,79, o que lhe confere apenas um Índice B de Eficiência Energética.

Ressalta-se, ainda, que os aparelhos estão sempre regulados na potência máxima (quando o seletor de temperatura não está quebrado), possuem incidência direta de luz solar na parte externa, alguns difusores de quebrados, às vezes a porta da sala fica aberta e, assim como no Sistema de Iluminação, existe apenas um controle manual para o acionamento dos aparelhos, o que também confere baixa eficiência a esses sistemas.

Para o aumento da eficiência desses sistemas e a consequente redução dos Custos Gerenciáveis devem ser executados PEE que podem ser viabilizados economicamente com os recursos economizados com a eliminação das perdas (R\$ 54.010,63 anuais, conforme a Tabela 2). E, de acordo com Silva *et al.* (2016a), pode-se ainda utilizar o Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), com o número de dias letivos como variável independente e os doze meses de cada ano como o ano base, para o monitoramento do consumo energético do campus. A Figura 10 apresenta as Linhas Base para os consumos ponta e fora-ponta utilizando essa variável independente, com correlações forte e moderada, respectivamente, com base no PIMVP (EVO, 2007).

Figura 10: Linhas Base dos consumos de energia do Prédio C do CATCE em 2015.



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

A execução de PEE direcionados aos Sistemas de Iluminação e Climatização das salas de aula são Viáveis Tecnicamente e possuem aderência estratégica, com a estimativa de redução de até 36,25% no consumo e 21,25% na demanda por energia, além de possuir Aderência Estratégica, destacando a fase inicial do Ciclo de Vida das edificações como decisiva para a determinação do seu potencial de economia de energia e a Viabilidade Econômica das intervenções, sem alterações significativas na fase de projeto (SILVA *et al.*, 2016b).

5. Conclusões

O apoio da alta administração é imperativo para a realização de estudos de Eficiência Energética em Instituições de Ensino Superior e evidenciam o reconhecimento da comunidade acadêmica como peça importante para a consolidação da Educação e da Gestão Ambiental nessas instituições. Pode-se utilizar as faturas de energia elétrica fornecidas pela concessionária para realizar o Diagnóstico do Consumo Energético das edificações e, utilizando-se os dados disponibilizados obrigatoriamente nelas, pode-se agrupar as despesas com energia em dois Centros de Custos: Custos Gerenciáveis (consumo, demanda, Bandeira Tarifária e contribuição de Iluminação Pública) e Perdas Evitáveis (demanda de ultrapassagem, reativo excedente, multas e juros), com suas composições percentuais dando um bom direcionamento a essas intervenções.

Utilizando-se procedimentos padronizados pode-se sugerir estratégias para eliminação das Perdas Evitáveis com Viabilidade Técnico-Econômica e com esse Custo Evitado podendo viabilizar a execução de Projetos de Eficiência Energética, contribuindo para a redução dos Custos Gerenciáveis, uma vez que pôde-se concluir que existe uma correlação forte entre o consumo de energia elétrica, principal foco desses projetos, e esses custos.

Ademais, concluiu-se que o IFPI não está gerenciando corretamente o uso de energia elétrica, com 6,63% do valor pago a concessionária de energia no CATCE constituindo-se de gastos desnecessários que poderiam ser facilmente evitados com a atuação de um SGE, além dos baixos índices de Eficiência Energética nas salas de aula que poderiam ser elevados com a execução de PEE. Ressalta-se ainda que o uso de eletricidade é só um dos Aspectos Ambientais gerenciáveis na instituição e que o Campus Teresina Central é apenas um dos 17 *campi* desta IES.

Dessa forma, faz-se necessária a continuidade dos estudos, sobretudo no diagnóstico de todos os Aspectos Ambientais nos *campi* da instituição e no desenvolvimento de um software que auxilie os gestores na Gestão Ambiental, sobretudo por ser uma instituição *multicampi*, o que pode dificultar a constituição de uma unidade orgânica com reflexos negativos no seu desempenho, e que visa "Consolidar-se como centro de excelência em Educação Profissional, Científica e Tecnológica, mantendo-se entre as melhores instituições de ensino da região Nordeste" (IFPI, 2014). Somente com um Desempenho Ambiental aceitável as IES podem ser reconhecidas como um Espaço Educador Sustentável e servir de referência para toda a comunidade, em especial a acadêmica.

Referências

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004); "Norma Brasileira Registrada – NBR ISO 14.001. Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso"; Rio de Janeiro.

ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (2010); "Resolução Normativa Nº 414/2010 - Direitos e deveres do consumidor de energia elétrica"; Brasília.

BONNET J-F., Devel C., Faucher P., Roturier J. (2002); "Analysis of electricity and water end-uses in university campuses: case-study of the University of Bo€rdeaux in the framework of the Ecocampus European Collaboration"; Journal of Cleaner Production, 10, 13-24.

BRASIL, MEC (2012). "Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012 – Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental"; Brasília, 2012. Disponível em: <http://mobile.cnte.org.br:8080/legislacao-externo/rest/lei/89/pdf>, consultado em: 21/12/2014.

BURIGO, C. C. D.; Laureano, R. J. (2013); "Challenges and Prospects of Management by Competency in Federal University of Santa Catarina"; Revista Gestão Universitária na América Latina – GUAL, vol. 6, n. 1, p 197.

CEPEL, Centro de Pesquisa Energética (2014); "Guia para efficientização energética nas edificações públicas"; Versão 1, Rio de Janeiro, CEPEL.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética (2015a); "Brazilian Energy Balance"; Brasília.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética (2015b); "Ten-year Energy Expansion Plan 2024"; Rio de Janeiro.

EVO, Efficiency Valuation Organization (2007); "International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP)"; Vol. I, Califórnia.

FLORES, S. S.; Medeiros, R. M. V. (2013); "A dimensão territorial da sustentabilidade"; Saquet, M. A. (org). "Estudos territoriais na ciência geográfica", 1 ed. São Paulo, Outras Epressões.

FIALHO, N. H. (2005); "Universidade Multicampi"; Brasília, Plano Editora.

IEA, International Energy Agency (2014); "Key World Energy Statistics"; Paris.

IFPI, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (2014). "PDI 2015-2019 – Plano de Desenvolvimento Institucional"; Teresina.

INMETRO, INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (2010); "Portaria n.º 372, de 17 de setembro de 2010 – Aprova a revisão dos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ)"; Rio de Janeiro.

LAMBERTS, R.; Dutra, L.; Pereira, F.O.R. (2014); "Eficiência energética na arquitetura"; 3ª ed., Rio de Janeiro.

MARQUES, M. C. S.; Haddad J.; Guardia, E. C. (2007); "Eficiência Energética – Teoria & Prática"; 1ª ed. Itajubá, FUPAI.

MAXIMIANO, A. C. A. (2011); "Introdução à Administração"; 8ª ed., São Paulo, Atlas.

MORAIS, F. H. M., Silva, O. A. V. O. L., Leite, C. S., Sousa, W. V. C. (2016); "Diagnóstico para Eficiência Energética no IFPI: Estudo de Caso no Campus Teresina Central"; II Seminário Regional de Educação Ambiental e Escolas Sustentáveis - SEMEARES, UFPI.

Ó GALLACHÓIR, B.P., Keane M., Morrissey E., O'donnell J. (2007) "Using indicators to profile energy consumption and to inform energy policy in a university - A case study in Ireland"; Energy and Buildings, 39, 913-922.

PÉREZ-LOMBARD, L.; Ortiz, J. ; Velázquez, D. (2013); "Revisiting energy efficiency fundamentals"; Energy Efficiency, 6(2), 239-254, Sevilha.

PICCHIAI, D (2012); "The Institutional Development Plan and the Institutional Educational Project of Public Universities: Organizational Boundaries"; Revista Gestão Universitária na América Latina – GUAL, 5(3), 23.

RÊGO, V. R. (2015); "100 Fatos de uma escola centenária"; 1ª ed., Teresina; IFPI

RODRIGUEZ, J. M. M.; Silva, E. V. (2013); "Planejamento e gestão ambiental: subsídios da Geocologia das paisagens e da Teoria Geossistêmica"; 1ª ed, Fortaleza, Edições UFC.

SAUER, I. (2013); "Política energética"; Estudos Avançados (USP. Impresso), 27, 239-264, São Paulo.

SILVA, O. A. V. O. L.; Santos, F. F. P.; Barbosa, F. R.; Leite, C. S. (2016a); Electricity Use Management based on International Protocol: A proposal for UFPI, Brazil; Revista Espacios, vol. 37,

n.11, p. 26, Caracas.

SILVA, O. A. V. O. L.; Santos, F. F. P.; Barbosa, F. R.; Leite, C. S. (2016b); Feasibility of Energy Efficiency in universities classrooms: a Case Study in UFPI, BRAZIL

; Revista Espacios, vol. 37, n.10, p. 10, Caracas.

SCHNAPP, R (2012); "Energy statistics for energy efficiency indicators"; Joint Rosstat – IEA Energy Statistics Workshop, Moscow.

1. Engenheiro Eletricista. Especialista em Gestão Ambiental e Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI). E-mail: eng.osvaldo@live.com
 2. Engenheiro Eletricista. Especialista em Gestão Ambiental, Especialista em Engenharia de Segurança no Trabalho e Aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Piauí – UFPI (mestrado). Professor do IFPI. E-mail: fabricao_monturil@hotmail.com
 3. Engenheira Eletricista. Especialista em Projeto, Controle e Execução de Engenharia Elétrica e aluna do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFPI (mestrado). Professora da Faculdade Santo Agostinho (FSA) e Engenheira Eletricista da UFPI. E-mail: cristianasleite@gmail.com
 4. Engenheiro Eletricista. Aluno do Curso de Especialização em Gestão Ambiental e Aluno do Curso Técnico em Eletrônica no IFPI. E-mail: jricardo100@hotmail.com
 5. Aluno do Curso Técnico em Eletrotécnica no IFPI. E-mail: wellisch99@gmail.com
-

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 12) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados