



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA: UMA ANÁLISE DAS POSSIBILIDADES

**Marcos Alexandre Nunes
d'Albuquerque**

marcos.alexandre@globo.com
Universidade Federal da Paraíba,
João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Ricardo Moreira da Silva

ricardomoreira0203@hotmail.com
Universidade Federal da Paraíba,
João Pessoa, Paraíba, Brasil.

**Maria de Lourdes Barreto
Gomes**

marilu@ct.ufpb.br
Universidade Federal da Paraíba,
João Pessoa, Paraíba, Brasil.

RESUMO

A recente crise hídrica com severos impactos na geração hidrelétrica – principal fonte da matriz energética nacional – e o agravamento da crise econômica requerem soluções eficientes para redução das despesas públicas com consumo de energia elétrica. Este artigo aborda tal questão com o objetivo geral de identificar as oportunidades de aumento de eficiência energética (EE) em uma edificação pública, tendo como objetivos específicos: mapear as perdas energéticas presentes; apontar as potencialidades de melhoria energética – levando-se em consideração os menores custos-benefícios na implantação das ações necessárias; e avaliar as dificuldades institucionais para execução das políticas públicas destinadas a esse fim. O estudo de caso foi desenvolvido em uma instituição pública, por meio de uma pesquisa aplicada com abordagem quanti-qualitativa, utilizando como instrumentos: ferramentas para medição de parâmetros elétricos, análise documental, entrevista estruturada e observação direta. Os resultados do estudo indicam que os sistemas de iluminação e climatização são as maiores fontes consumidoras de energia na edificação e apontam as possibilidades potenciais de redução no consumo de energia elétrica no prédio caso.

Palavras-chave: Eficiência Energética. Perdas energéticas. Edificações públicas.



1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Balanço Energético Nacional (Empresa de Pesquisa Energética, 2015), as usinas hidrelétricas respondem atualmente por 65,2% da geração de eletricidade dentro da matriz energética brasileira e, mesmo assim, representa apenas um terço do potencial hidráulico nacional disponível.

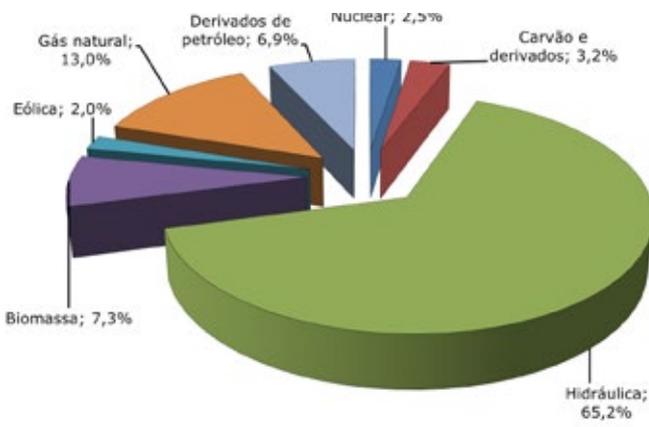


Figura 1. Oferta interna de energia elétrica por fonte no Brasil

Fonte: Balanço Energético Nacional – BEN (2015, ano base 2014)

Cirilo (2015) destaca que em 2011 se iniciou possivelmente o período de seca mais severa dos últimos 60 anos, o que agrava a disputa pelo uso dos recursos hídricos para o abastecimento humano, a agricultura e a geração de energia elétrica. A alternativa apresentada pelo poder executivo federal, para garantir o atendimento da demanda por energia elétrica, tem sido o acionamento das caras e poluidoras usinas termelétricas, movidas a combustíveis fósseis.

Tal fato já seria suficiente para justificar esforços no sentido de se implantar soluções capazes de aumentar a eficiência energética (EE) nas edificações públicas existentes no País. Além disso, negligenciar a possibilidade de se contribuir para o equilíbrio das contas públicas, mediante consumo energético eficiente, colide frontalmente com a dura realidade pela qual passa a economia nacional, evidenciada pela forte retração do Produto Interno Bruto (PIB) no biênio 2014-2015 (IBGE, 2016) e a consequente queda na arrecadação de impostos, o que pressiona fortemente os orçamentos públicos nas três esferas de poder.

Os entraves burocráticos e legais que se revelam no percurso entre a intenção e a ação são os principais desafios para aqueles que abraçam a causa da EE dentro da Administração Pública. A existência de instrumentos legais adequados não garante sua efetiva aplicação, ainda que não restem dúvidas quanto à importância do princípio da economicidade como pilar de sustentação de uma Administração Pública eficiente. A interpretação errônea e limitada desses instrumentos tem inibido as ações públicas por construções mais

sustentáveis e eficientes.

Ao gerir eficientemente o consumo energético em edificações públicas, impactado, em especial, pelos sistemas de climatização e de iluminação, valoriza-se a responsabilidade social com os gastos públicos, reforçando a influência do setor público como formador de opinião. Em contraponto, as iniciativas nesse âmbito geralmente não encontram amparo nas ferramentas utilizadas na gestão pública, levando à descontinuidade das medidas eventualmente implantadas.

A produção de conhecimento científico sobre EE em edificações públicas permeia todos os eixos do tripé da sustentabilidade organizacional, quer seja o social, o econômico ou o ambiental. Ao analisar as oportunidades e as barreiras para implantação das políticas de EE em edificações públicas é necessário considerar, dentre outros aspectos, as características estruturais dos edifícios e o comportamento de seus usuários, inclusive a população flutuante.

Este artigo aborda o cenário exposto, com o objetivo geral de identificar as oportunidades de aumento de EE em uma edificação pública na Paraíba, tendo como objetivos específicos: mapear as perdas energéticas presentes; apontar as potencialidades de melhoria energética – levando-se em consideração os menores custos-benefícios na implantação das ações necessárias –; e avaliar as dificuldades institucionais enfrentadas para execução das políticas públicas destinadas a esse fim.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi estruturada com base em uma revisão bibliográfica sobre EE, perdas energéticas e políticas públicas de EE nas suas edificações. Em seguida, foi feita a caracterização da edificação objeto da pesquisa, e, por fim, a identificação das possibilidades de melhorias na EE sob o ponto de vista das perdas energéticas nas dimensões iluminação, climatização e gestão energética.

Na elaboração do estudo, os procedimentos metodológicos adotados quanto à natureza foram de pesquisa aplicada, com o objetivo de gerar saber científico para aplicação prática. Optou-se por uma abordagem quanti-qualitativa na modalidade exploratória, por meio do levantamento de dados sobre o assunto abordado, de forma a subsidiar estudos mais aprofundados futuramente. A pesquisa propõe-se a descrever fatos e fenômenos na busca do estabelecimento de relações entre as variáveis analisadas.

Quanto ao campo de pesquisa, o estudo foi desenvolvido em uma edificação pública do estado da Paraíba. A escolha da instituição decorreu da acessibilidade disponibilizada pela instituição em estudo e do interesse dos gestores do ór-



ção público no estabelecimento da parceria com a universidade, objetivando permitir o aperfeiçoamento profissional, cultural e social dos pesquisadores.

Os instrumentos de pesquisa utilizados no estudo foram: a observação direta, a análise documental, ferramentas de medição de parâmetros elétricos e entrevista estruturada por meio da aplicação de um questionário.

Oportunamente, ressalte-se que a construção do texto por mais de um autor demonstra-se vantajosa, na medida em que agrega percepções de profissionais de diferentes formações técnicas e vivências distintas.

3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (EE)

O conceito de EE está associado ao entendimento das definições de fontes energéticas primárias e secundárias, perdas energéticas e energia útil.

Para Goldemberg *et al.* (2000), as fontes primárias de energia representam o conjunto de fontes energéticas disponibilizadas diretamente pela natureza, abrangendo a força da água, dos ventos, do Sol, do bagaço de cana e até do lixo, além da combustão química de determinados elementos presentes na natureza como o petróleo, o carvão mineral, o minério de urânio e o gás natural, para citar os mais utilizados. As fontes secundárias são resultantes de algum processo de transformação das fontes primárias, que as convertem em uma forma mais apropriada para consumo.

Entretanto, parte da energia é perdida ao longo do processo de transformação devido ao consumo inadequado das fontes secundárias pelos sistemas produtivos, seja no fornecimento de algum produto, seja na prestação de algum

serviço. A diferença resultante entre o montante energético entregue pela fonte secundária e as perdas é o que se denomina de energia útil da cadeia do uso da energia. Fica evidente, portanto, que a EE absoluta é inatingível, pois seria necessário que toda energia útil fosse exatamente igual à energia primária, porém em todo e qualquer processo produtivo alguma perda se faz presente. A figura 2 apresenta o caminho percorrido entre as fontes de energia primária e a prestação de serviços de energia.

Uma das formas de se aumentar a EE é pela redução das ineficiências técnicas ao longo do processo de transformação das fontes primárias em fontes secundárias, o que diminui o impacto sob o ponto de vista econômico de qualquer sistema produtivo, mas, também podem decorrer de uma melhor organização, conservação e gestão energética dos entes que compõem essa cadeia. Outras formas traduzem-se na redução das perdas no uso da energia pelos equipamentos e aparelhos, além da contenção dos desperdícios, por meio da mudança de atitude dos usuários dos serviços de energia.

4. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS

Uma das formas que dispõe a gestão pública de demonstrar conformidade entre o discurso da eficiência administrativa – princípio Constitucional da Administração Pública (CF/88, art. 38) – e a ação concreta é mediante a busca permanente por EE em suas edificações.

Diversos países adotaram programas de EE em prédios públicos, conforme exemplificado na tabela 1, em razão do importante papel estratégico desempenhado pela gestão pública em um mercado globalizado e cada vez mais competitivo.

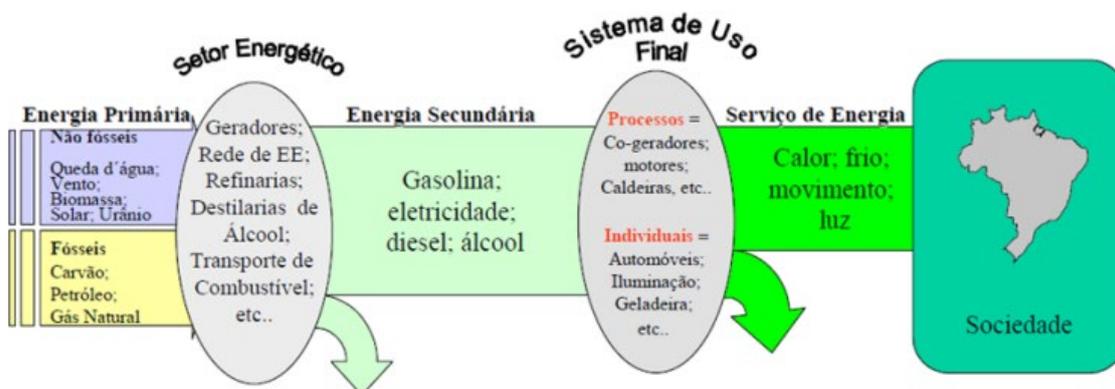


Figura 2. Cadeia do uso da energia

Fonte: INEE (2001)



Tabela 1. Programas de Eficiência Energética adotados em outros países

País	Programa
Reino Unido	Certificação independente, paga, em que se reconhece a redução do uso de energia em organizações dos setores público e privado (Energy Efficiency Accreditation Scheme - EEAS)
França	Diretoria Geral de Energia e de Matérias Primas (Direction Generale de l'Énergie et des Matieres Premieres - DGEMP), responsável por definir as políticas energéticas, assim como garantir o abastecimento em fontes minerais
Alemanha	Agência Alemã de Energia (Deutsche Energie Agentur - DENA), responsável pelo Programa "Certificado de Desempenho Energético das Edificações"
Estados Unidos	Energy Services Performance Contracts (ESPC), programa que contempla redução de consumo de energia em prédios públicos, inserido na década de 1970 no Federal Energy Program (FEP)
Portugal	Programa para a Eficiência Energética em Edifícios (P3E), promovido pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), com a missão de contribuir para a concepção, promoção e avaliação das políticas relativas à energia e aos recursos geológicos

Fonte: adaptado do Plano Nacional de Eficiência Energética (Brasil, 2011)

No Brasil, programas como o de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), implantado desde 1985, procuram trabalhar o lado da demanda de energia elétrica justamente com uma forma de atender à necessidade de aumento da EE nos usos finais sem, no entanto, comprometer as condições de habitabilidade da edificação, mantendo-se níveis adequados de prestação dos serviços públicos.

Além disso, motivado pela crise de abastecimento de energia em 2001, o governo brasileiro promulgou a Lei 10.295/2001 (Lei de Eficiência Energética) e a ampliação do PROCEL a partir da criação do subprograma PROCEL Edifica. Estimativas desse subprograma apontam para um potencial de redução de aproximadamente 30% no consumo de energia dos sistemas de iluminação e climatização, além de possíveis intervenções na envoltória das edificações existentes (Brasil, 2011). Considerando-se que havia 69,15 mil unidades consumidoras do serviço público, de acordo com o Sistema de Apoio à Decisão (SAD) da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), com dados atualizados até fevereiro de 2012, observa-se que há um potencial extraordinário de redução no consumo de energia elétrica por parte do poder público (Brasil, 2012).

5. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO PÚBLICA

O estudo de caso sobre EE foi realizado em uma edificação pública e as conclusões da pesquisa podem colaborar

para a definição de práticas de sustentabilidade, racionalização e consumo consciente de energia elétrica, além do alinhamento com as ações estratégicas de redução do custo do consumo de energia elétrica.

Os ambientes laborais, em sua maioria, possuem paredes de alvenaria na cor branca e divisórias leves de cor clara, além de manter janelas com cortinas fechadas, para bloqueio da incidência direta dos raios solares e, consequentemente, evitar o aumento da temperatura do ambiente.

Dessa forma, torna-se necessário utilizar iluminação artificial, com lâmpadas fluorescentes tubulares, conforme pode ser observado na figura 3. Observa-se que em alguns setores a localização das lâmpadas não favorece a distribuição homogênea da iluminação, em virtude de modificações realizadas no *layout*, envolvendo o reposicionamento dos postos de trabalho e das divisórias sem, no entanto, a correspondente alteração do sistema de iluminação.

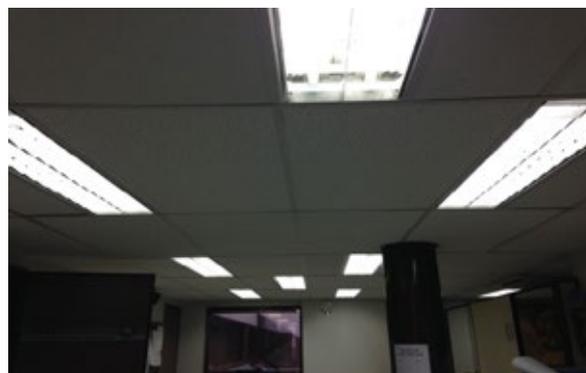


Figura 3. Iluminação com lâmpadas fluorescentes

Fonte: Registro fotográfico realizado em 05 mai. 2016

Quanto ao sistema de climatização, na maioria dos ambientes são utilizados aparelhos de ar-condicionado do tipo split de 7.500 BTU/h com selo PROCEL de eficiência energética classe A, embora permaneça em uso equipamentos do tipo split com selo PROCEL de eficiência energética classe C ou, ainda, antigos sistemas de climatização de alto consumo energético.

Em virtude da natureza burocrática do serviço desempenhado, os usuários utilizam, durante toda sua jornada de trabalho, computadores compostos por uma CPU, monitores planos LCD, um teclado e um mouse, além do uso de um estabilizador a cada dois postos de trabalho. Em contraponto a essa realidade, cada unidade ainda possui uma ou duas impressoras.

Para deslocamento vertical dentro do edifício em estudo, encontram-se disponíveis quatro elevadores, que funcionam durante toda a jornada de trabalho.



Diante de um cenário nacional de crise energética, em 2010 essa instituição lançou um Programa de Economia de Energia, com a finalidade de disciplinar o uso de energia elétrica, dentre outros insumos, com a implementação de medidas de controle e contenção de consumo detalhadas na tabela 2.

Tabela 2. Principais recomendações do Programa de Economia de Energia

Aspectos de observação obrigatória	Itens para substituição paulatina
Redução de 50% das lâmpadas localizadas em áreas de circulações e fachadas	Lâmpadas incandescentes e fluorescentes por lâmpadas de LED (light emitting diode/diodo emissor de luz)
Desligamento dos equipamentos de informática quando estiverem ociosos ou quando de ausência do usuário superior a uma hora, inclusive as impressoras	Equipamentos de alto consumo energético pelos de menor consumo (selo de Categoria A – PROCEL), quando possível
Proibição do uso de benjamins (“T”), bem como restrição do uso de extensões para evitar o aquecimento dos condutores e, conseqüentemente, o aumento do consumo de energia ou mesmo o risco de acidente	
Proibição do uso de eletrodomésticos portáteis, tais como sanduicheiras, torradeiras, forno de microondas, televisores e cafeteiras, exceto nas copas centrais, quanto ao último item	
Desligamento de frigobares, geladeiras, bebedouros elétricos e caixas eletrônicos (rede bancária) nos finais de semana e feriados	

Fonte: Programa de Economia de Energia

Embora a implantação do Programa de Economia de Energia no âmbito do órgão em questão tenha sido uma ação de significativa importância, não existe registro de que haja acompanhamento quanto à quantificação, efetividade e continuidade das recomendações e obrigаторiedades determinadas pelo supracitado programa.

6. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA EDIFICAÇÃO PÚBLICA

6.1 Análise da Fatura de Energia Elétrica

A análise da série histórica das faturas de energia elétrica permite identificar as relações entre os hábitos e o consumo, úteis para o planejamento de rotinas de combate ao desperdício, além de configurar base para a avaliação econômica. Esta apreciação

crítica permite a verificação da necessidade de correção do fator de potência e a revisão do enquadramento tarifário, com conseqüente determinação do valor da demanda contratual.

Objetivando uma melhor apresentação e análise dos dados do consumo de energia elétrica, foi traçado um gráfico demonstrando o consumo energético ao longo dos 12 meses de 2014 e 2015 e do primeiro trimestre de 2016. Percebe-se que o consumo em 2015, embora siga a mesma tendência de variação sazonal, cresceu em todos os meses em relação a 2014. Registra-se que a redução ocorrida nos meses de fevereiro e março de 2016 se deveu principalmente a alteração do horário de funcionamento do edifício em análise.

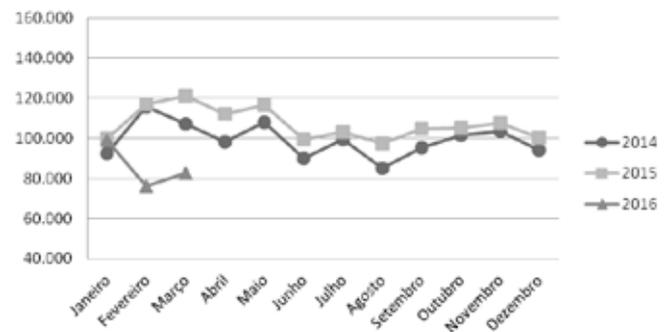


Figura 4. Histórico de consumo no período de 2014 a 2016 (kWh)
Fonte: Faturas de energia elétrica emitidas pela concessionária Energisa (2014), (2015) e (2016)

O acompanhamento da evolução do consumo no horário de ponta, após a alteração da jornada de trabalho é essencial. A partir desses dados é possível realizar estudos para alteração da modalidade de contratação, verificando-se a hipótese de migração da modalidade horo-sazonal verde para horo-sazonal azul, que garante a inclusão de Demanda de Potência Contratada–Ponta. Estas informações fornecem embasamento para mudança de sistema tarifário, devendo ser obtidas a partir da série histórica de, pelo menos, seis meses de consumo, visto que, após contratado o valor da demanda, ele só poderá ser alterado após doze meses.

Para análise do histórico de consumo torna-se imprescindível, todavia, a compreensão das causas da variação do consumo em relação aos meses do ano, com esse fim deve-se selecionar algumas fontes de consumo mensais como, por exemplo, quantidade de usuários no desempenho de suas funções, quantidade de dias úteis, quantidade de visitantes (população flutuante) e quantidade de novos equipamentos instalados.

De acordo com o Manual do Pré-Diagnóstico Energético (2010) deve-se analisar o Fator de Carga (FC), índice adimensional que informa se a empresa está usando racionalmente a energia que consome por meio da razão entre o consumo de energia ativa e a demanda de potência em um determinado período de tempo, com variação entre 0 (zero)



e 1(um): quanto mais próximo da unidade melhor está sendo o aproveitamento da potência disponível. Calculando-se esse índice com os dados de consumo da instituição em estudo, obteve-se um Fator de Carga médio no horário de ponta, nos últimos 27 meses, igual a 0,59, e um Fator de Carga médio no horário fora de ponta, nos últimos 27 meses, igual a 0,37. Para melhoria deste índice, sugere-se de forma geral conservar o consumo e reduzir a demanda máxima.

Por meio da análise da fatura, observa-se que desde novembro de 2014 está sendo cobrada energia reativa excedente. Este gasto poderia ser reduzido ou até eliminado a partir da correção do fator de potência da instalação, parâmetro que reflete a relação entre a energia ativa (energia real que produz trabalho) e a potência total (ou potência aparente) do circuito. De acordo com a Resolução 456, de 29 de novembro de 2000, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), as instalações elétricas dos consumidores devem ter um fator de potência não inferior a 0,92 (capacitivo ou indutivo). Quando o “fator de potência” é inferior a 0,92, é cobrada a utilização de energia e demanda de potência reativa na fatura de energia elétrica, como Consumo de Energia Reativa Excedente e Demanda Reativa Excedente. Infelizmente, o valor do fator de potência é um dado não obtido neste estudo, por não encontrar-se informado na fatura emitida pela concessionária de energia local.

Quanto aos equipamentos utilizados na subestação, o Manual do Pré-Diagnóstico Energético (Guilliod et Cordeiro, 2010) recomenda analisar a possibilidade de dividir as cargas instaladas de maneira uniforme entre os transformadores, a fim de se estabelecer níveis de carregamento adequados para ambos e de verificar se a instalação está operando com um transformador com carregamento acima de sua capacidade nominal ou perto dela, sendo aconselhável a substituição por um de maior capacidade. Outra ação indicada para se reduzir as perdas nos enrolamentos de um transformador consiste no aumento do fator de potência do conjunto de cargas que o mesmo alimenta, amortizando a componente indutiva da corrente e reduzindo o valor da corrente da carga.

Wang *et al.* (2015) apontam os fatores que influenciam o consumo de energia em edifícios públicos, como, por exemplo, o clima, o microclima urbano, o planejamento da arquitetura, o desempenho térmico do edifício, o tipo de construção e o uso humano, destacando os fatores relacionados com a temperatura e a duração do trabalho, além de pontuar o impacto da variação do nível de consumo de energia entre dias úteis e fins de semana e da existência de população flutuante.

6.2 Análise do Sistema de Iluminação

Segundo Silva (2013), o fator determinante na eficiência do sistema de iluminação é o tipo de lâmpada escolhida para

iluminar o ambiente, embora este sistema sofra influência de algumas ações externas, tais como: programa de manutenção dos equipamentos e das cores e materiais utilizados no ambiente. A análise do consumo de energia das lâmpadas pode ser realizada por meio da comparação entre as eficiências luminosas (lm.W) das mesmas, que compreende a razão entre o fluxo luminoso produzido por uma fonte e a potência consumida (Watts). O cálculo do consumo do sistema de iluminação é obtido pela equação (1):

$$CSI = [(P1 \cdot n1) + (P2 \cdot n2)] \cdot \text{hora/dias} \cdot \text{dias mês} \quad (1)$$

Em que,

CSI: consumo do sistema de iluminação

P: Potência da lâmpada

n: Quantidade de lâmpadas

Aghemo *et al.* (2013) afirmam que o objetivo da estratégia de controle do sistema de iluminação é garantir condições adequadas de iluminação durante todo o horário de trabalho com redução do consumo de energia, mas sem impacto no conforto e na integridade física e psíquica dos usuários. Nesse contexto, torna-se importante ressaltar que a escolha da lâmpada deve ser realizada de acordo com o grau de iluminação exigido na NBR 5413 (ABNT, 1992) que exige para o trabalho em escritórios iluminância (lux), fluxo luminoso incidente em uma superfície dividida pela área da mesma, entre 500 e 1000 lux.

Robalinho (2014) pontua medidas para a melhoria dos sistemas de iluminação, entre as quais citam-se: substituir os sistemas de iluminação existentes por outros mais eficientes e de baixo investimento inicial; substituir a sinalização de saída ou emergência por LED; garantir que os interruptores estejam facilmente acessíveis e identificáveis e que indiquem corretamente o circuito sobre o qual operam; utilizar temporizadores programáveis; reduzir a iluminação nas zonas de passagem; utilizar sistemas de controle e comando automático nas instalações de iluminação, permitindo que o nível de iluminação seja apenas o necessário para a atividade desenvolvida, reduzindo, assim, o consumo energético; instalar sensores de luz e de movimento para controlar a iluminação em armazéns, salas de arrumo, salas de reuniões e outras áreas com pouco tráfego; e reduzir ao mínimo a iluminação exterior.

Ressalta-se que, com a execução de medidas de eficiência do sistema de iluminação e consequente redução da carga térmica dos ambientes, gerada pela dissipação de calor do sistema de iluminação, obtém-se redução do consumo de eletricidade no sistema de climatização.

Uma possibilidade, portanto, é a realização do inventário do sistema de iluminação em funcionamento, abrangendo informações relacionadas ao local de instalação, tipo de luminária,



tipo de lâmpada, tipo de reator, quantidade de reatores por luminária, potência instalada e luminância produzida, além da quantidade de lâmpadas em estoque. Esses dados subsidiam a análise da eficiência do sistema e da viabilidade econômica de substituição da tecnologia atualmente utilizada.

6.3 Análise do sistema de climatização

A utilização do sistema de climatização possui como condicionantes a condição climática local, o modo de funcionamento e o layout do edifício em relação à segregação do espaço em salas com ou sem janelas e incidência de raios solares, colaborando para o aumento da temperatura ambiente.

O Manual do Pré-Diagnóstico Energético (2010) indica como oportunidades de melhoria da eficiência dos sistemas de climatização: manter janelas e portas fechadas, evitando a entrada de ar externo na área climatizada; limitar a utilização do aparelho somente às dependências ocupadas; evitar a incidência de raios solares no ambiente climatizado; limpar o filtro dos aparelhos periodicamente; regular o termostato, no verão, para, no máximo, 23°C; desligar o equipamento de ar condicionado nos ambientes não utilizados ou que fiquem longo tempo desocupados; desligar os equipamentos de ar condicionado em horários pré-determinados; não obstruir a circulação de ar; verificar o funcionamento do termostato; desligar o aparelho de ar condicionado em dias frios e manter somente a ventilação; ligar o aparelho de ar condicionado uma hora após o início do expediente e desligar uma hora antes do seu término; reparar janelas e portas quebradas ou fora de alinhamento; reparar fugas de ar, água e fluido refrigerante; e verificar se o dimensionamento do equipamento está de acordo com a carga térmica do ambiente e, em caso negativo, promover a sua substituição.

Outra possibilidade recai sobre a realização do inventário do sistema de climatização em funcionamento, abrangendo informações sobre o local de instalação, tipo de equipamento, fabricante, tipo de fluido refrigerante, idade e capacidade do equipamento, período de utilização e área atendida e a existência de equipamentos em estoque. Esses dados poderão subsidiar a análise da eficiência do sistema e da viabilidade, quanto ao custo-benefício, de substituição da tecnologia atualmente utilizada.

6.4 Análise da gestão do consumo de energia

Gaspar *et al.* (2011) apontam como fundamentais as questões relacionadas ao alto custo envolvido na geração de energia elétrica, transmissão e distribuição e o uso eficiente da energia disponível, combinado com a gestão eficiente da rede. Ao tempo em que González *et al.* (2011) propõem que

a adoção de ferramentas para monitorar os indicadores ambientais permite à organização: identificar fraquezas e potenciais de otimização, definir objetivos e metas ambientais mensuráveis, buscar a melhoria contínua e dar visibilidade e transparência ao desempenho ambiental. Neste contexto, evidencia-se a necessidade de monitoramento do consumo de energia elétrica como indicador ambiental e econômico.

Liu *et al.* (2012) explanam que há grande ênfase em conservação de energia por parte dos gestores e na emissão de regulamentos para controlar o consumo de energia, elementos contraditórios quanto aos obstáculos da falta de profissionais com formação especializada em EE nas instituições públicas e quanto à falta de tempo adequado em sua jornada de trabalho para dedicar-se a gestão da EE. Esses autores também apontam que, em edifícios públicos, o consumo de energia sofre influência da falta de consciência dos usuários, por não haver relação entre gasto público e a remuneração/gratificação deles.

Aghemo *et al.* (2013) ressaltam que a disponibilização das informações de consumo para os usuários objetiva alcançar maior sensibilização, envolvendo ativamente a comunidade usuária dos espaços públicos. Robalinho (2014) recomenda como temas para as ações de sensibilização e formação: impactos ambientais da utilização de energia, benefícios da economia de energia e atitude cívica individual para economizar energia.

Embora exista um fluxo de monitoramento para alcance de maior eficiência, o Sistema de Gestão Energética (SGE) deve ser tratado como integrante do planejamento estratégico da instituição e implantado com base no ciclo do PDCA, garantindo a busca pela melhoria contínua e sua constante reavaliação. Torna-se de extrema importância realizar o levantamento e acompanhamento habitual das informações de forma a viabilizar o conhecimento das oportunidades de melhorias do desempenho energético. Em diversas instituições, este monitoramento ocorre por meio de softwares adquiridos especificamente para este fim, mas no caso da instituição em questão, enquanto não for adquirido software ou desenvolvido pela equipe interna de informática, alguns dados podem ser acessados na plataforma disponibilizada pela própria concessionária local de energia.

A análise dos dados fornece subsídios para o planejamento e execução de ações estratégicas na gestão do consumo de energia elétrica, como a elaboração de política energética interna, a revisão de contratos e sistemas tarifários, a análise de custo-benefício da implantação de tecnologias energeticamente eficientes, o alinhamento de parcerias com universidades para estudos, realização de compras em conjunto com outros órgãos públicos, disponibilização dos indicadores de EE a todos os usuários da instituição e a sensibilização por meio de medidas de educação e de treinamento.



6.5 Análise do Consumo de Equipamentos de Escritório

Tendo em vista que os ambientes laborais da instituição em análise são, em sua maioria, escritórios e que as atividades são habitualmente desenvolvidas em equipamentos de informática, deve ser dispensada atenção às medidas de economia, tendo como exemplos a ativação dos modos de poupança de energia nos computadores, a utilização do modo *stand-by* nas impressoras ou fotocopiadoras e a seleção de equipamentos de escritório de consumo energeticamente eficiente nas novas aquisições.

Neste contexto, destaca-se a importância da adoção de boas práticas na utilização dos equipamentos que, embora não requeiram investimentos, exigem mudanças de hábitos dos usuários.

Tabela 3. Quadro resumo de possibilidades de redução do consumo energético

QUADRO DE POSSIBILIDADES	DIMENSÃO
Análise do histórico do fator de potência e renegociação do contrato de fornecimento junto à concessionária de energia elétrica	Gestão energética
Alteração da modalidade de contratação, verificando-se a hipótese de migração da modalidade horo-sazonal verde para horo-sazonal azul	Gestão energética
Inventário do sistema de iluminação em funcionamento, abrangendo informações sobre o local de instalação, tipo de luminária, tipo de lâmpada, tipo de reator, quantidade de reatores por luminária, potência instalada e iluminância produzida e quantidade de lâmpadas em estoque	Iluminação
Inventário do sistema de climatização em funcionamento, abrangendo informações relacionadas ao local de instalação, tipo de equipamento, fabricante, tipo de fluido refrigerante, idade e capacidade do equipamento, período de utilização e área atendida e existência de equipamentos em estoque	Climatização
Substituição dos equipamentos obsoletos de alto consumo e equipamentos com selo PROCEL de eficiência energética classe C	Climatização
Estímulo quanto ao uso preferencial das escadas em detrimento à utilização de elevadores; orientação permanente quanto à eliminação do hábito de acionar, desnecessariamente, dois elevadores ao mesmo tempo	Gestão energética
Nos setores onde houve alteração do layout, redistribuição das calhas de iluminação, posicionando-as sobre os postos de trabalho e eliminação das excedentes; implantação de sensores de presença nos lavatórios e nos demais ambientes de ocupação transitória	Iluminação
Avaliação técnica sobre a possibilidade de desligamento de um dos três transformadores de 300 kVA	Gestão energética

Fonte: Os próprios autores

7. CONCLUSÕES

De acordo com os objetivos propostos e com base nas situações observadas no prédio caso, na entrevista estruturada aplicada junto à equipe responsável pela manutenção e gestão do contrato de fornecimento de energia elétrica e nas medições das cargas consumidoras, é possível afirmar que existe um potencial de redução no consumo de energia elétrica da edificação analisada, sem comprometer o conforto ambiental ou precarizar a prestação dos serviços..

Nesse sentido, um possível caminho para viabilizar as iniciativas seria mediante a constituição de um Comitê Gestor de Eficiência Energética, patrocinado e suportado pela alta direção, responsável por implantar inicialmente as ações previstas no Programa de Economia de Energia, acompanhar a efetividade dos resultados e, em especial, divulgar regularmente os resultados alcançados, como forma de sensibilizar e envolver os usuários da edificação em relação: (a) ao estímulo quanto ao uso preferencial das escadas em detrimento à utilização de elevadores; (b) à elaboração e divulgação de cartilha sobre o uso dos elevadores, quando não for possível a utilização das escadas; (c) à orientação permanente quanto à eliminação do hábito de acionar, desnecessariamente, dois elevadores ao mesmo tempo, dentre outros.

Algumas ações de baixo custo e rápida implantação podem contribuir para a redução do consumo de energia da edificação, como: (a) redistribuição das calhas de iluminação, posicionando-as sobre os postos de trabalho e eliminando as excedentes nos setores onde houve alteração do layout; (b) implantação de sensores de presença nos lavatórios e nos demais ambientes de ocupação transitória; (c) análise do histórico do fator de potência e renegociação do contrato de fornecimento junto à concessionária de energia elétrica; (d) avaliação técnica sobre a possibilidade de desligamento de um dos três transformadores de 300 kVA, tendo em vista que a corrente medida da edificação está em 48,5 A.

Mesmo havendo legislação acerca do tema eficiência energética nas edificações públicas, a saber, Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, é de fundamental importância a implantação de um modelo de gestão energética, com permanente divulgação das ações e acompanhamento dos resultados alcançados, como forma de sistematizar a necessária disciplina para obtenção da eficiência energética.

Para tanto, se faz imprescindível forte vontade política quanto à implantação de práticas de EE, traduzida em competências técnicas e organizacionais e com o máximo envolvimento dos recursos humanos.

O resultado do estudo identificou que a busca pela eficiência energética em edificações públicas é de basilar para a ges-



tão da sustentabilidade, tendo em vista a influência do setor público como formador de opinião diante da sociedade, além da sua representatividade econômica dentro do orçamento público, impactando o seu comportamento e a sua responsabilidade socioambiental enquanto instituição pública.

REFERÊNCIAS

- Aghemo, C.; Virgone, J.; Fracastoro, G.V. et al. (2013), "Management and monitoring of public buildings through ICT based systems: control rules for energy saving with lighting and HVAC services", *Frontiers of Architectural Research*, Vol. 2, No. 2, pp. 147-161.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1992), NBR 5413 - Iluminância de interiores, ABNT, Rio de Janeiro, RJ.
- Brasil (2001), "Decreto nº 4.059, de 10 de dezembro de 2001, que regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências", *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 20 dez. 2001.
- Brasil (2012), *Infraestrutura: Brasil tem 72,7 milhões de unidades consumidoras de energia*, disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2012/05/pais-tem-72-7milhoes-de-unidades-consumidoras-de-energia/> (acesso: 20 mai. 2016).
- Brasil, Ministério de Minas e Energia (2011), *Plano Nacional de Eficiência Energética: Premissas e diretrizes básicas*, Brasília, DF.
- Brasil, Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2000), "Resolução ANEEL nº 456, de 29 de novembro de 2000, que estabelece, de forma atualizada e consolidada, as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica", *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 29 nov. 2000.
- Brasil, Ministério de Minas e Energias, Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2015), *Balanco Energético Nacional 2015: Ano base 2014*, Rio de Janeiro, RJ.
- Cirilo, J.A (2015), "Crise hídrica: desafios e superação", *Revista USP*, No. 106, julho/agosto/setembro 2015, pp. 45-58.
- Gaspar, V.; Barbosa, R.; Varela, L. et al. (2011), "Electrical Energy Losses Determination In Low Voltage – A Case Study", *Sistemas & Gestão*, Vol. 6, No. 2, pp. 91-116, disponível em: <http://dx.doi.org/10.7177/sg.2011.V6.N2.A2> (access 3 Nov. 2017)
- Goldemberg, J.; Eidelman, F.; F., Omar Campos; Alvim, C. F. (2000), "Energia Final e Equivalente: Procedimento Simplificado de Conversão", *Revista Economia & Energia*, No. 18.
- González, F.M.; Ávila, L. (2011)G., "Integración de herramientas para la gestión ambiental empresarial", *Sistemas & Gestão*, Vol. 6, No. 4, pp. 583-597.
- Guilliod, S.M.; Cordeiro, M.L.R. (2010), *Manual do Pré-Diagnóstico Energético - Autodiagnóstico na Área de Prédios Públicos, PROCEL EPP - Eficiência Energética nos Prédios Públicos*, Rio de Janeiro, RJ.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016), *Contas Nacionais Trimestrais*, disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/pib/pib-vol-val_201504_3.shtm (acesso: 3 nov. 2017).
- Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE (2001), *A eficiência Energética e o Novo Modelo do Setor Energético*, Rio de Janeiro, RJ.
- Liu, G.; Wua, Z; Hu, M. (2012), "The Energy improvement of school buildings: analysis and proposals for action", *Energy Procedia*, No. 14, pp. 1925-1930.
- Robalinho, N.M.F. (2014), *Proposta de Melhoria de Eficiência Energética na FEUP, dissertação de mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores*, Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Silva, V.P. (2013), *Análise da eficiência energética em uma indústria têxtil: um estudo de caso relacionando perdas e produtividade*, dissertação de mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB.
- Wang, H.W; Lu, X.; Xu, P. et al. (2015), "Short-term Prediction of Power Consumption for Large-scale Public Buildings based on Regression Algorithm", *Procedia Engineering*, No. 121, pp. 1318-1325.

Recebido: 05 Jun. 2016

Aprovado: 11 Out. 2017

DOI: 10.20985/1980-5160.2017.v12n4.1183

Como citar: d'Albuquerque, M.A.N.; Silva, R.M.; Gomes, M.L.B. (2017), "Eficiência energética em uma edificação pública: uma análise das possibilidades", *Sistemas & Gestão*, Vol. 12, No. 4, pp. 462-470, disponível em: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1183> (acesso dia mês abreviado. ano).