



ISSN: 2447-5580

Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE/index>



Campus São Mateus

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ARTIGO ORIGINAL

OPEN ACCESS

IMPACTO DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO NOS CUSTOS DE DEMANDA ELÉTRICA: ESTUDO DE CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

IMPACT OF THE REFRIGERATION SYSTEM ON THE COSTS OF ELECTRICAL DEMAND: CASE STUDY OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF ESPÍRITO SANTO

Vinícius Molini Benedito^{1*}, Kelly Costa Cabral Salazar Ramos Moreira², Thiago Maciel Viana³ & Rodrigo de Freitas Randow⁴

^{1 2 3 4} Universidade Federal do Espírito Santo - Centro Universitário Norte do Espírito Santo. Rodovia BR 101 Norte, Km. 60, Bairro Litorâneo, CEP 29932-540, São Mateus.

¹ vinicius.mb@hotmail.com ² kelex10@gmail.com ³ thiago.viana@ufes.br ⁴ rodrigo.r.freitas@ufes.br

ARTIGO INFO.

Recebido em: 09.06.2020

Aprovado em: 17.06.2020

Disponibilizado em: 24.06.2020

PALAVRAS-CHAVE:

Gestão pública; Eficiência energética; Universidades; Custos.

KEYWORDS:

Public management; Energy efficiency; Universities; Costs.

*Autor Correspondente: Benedito, V. M.

RESUMO

A crise energética, a iminência de racionamentos de energia elétrica e os cortes orçamentários são grandes ameaças ao funcionamento de várias universidades públicas brasileiras. A conservação e a utilização consciente da energia elétrica podem ser alcançadas por meio de ações relativamente simples, que não alteram o padrão de conforto e as funções rotineiras. Quase metade do consumo de energia elétrica tradicional de um prédio público está relacionado aos sistemas de climatização, o estudo baseou-se em dados do consumo elétrico e em informações climáticas extraídas do histórico de temperatura observada na região da UFES. Com tais informações foi possível determinar o impacto do uso de aparelhos de refrigeração no custo total da energia elétrica consumida e propor medidas regulatórias e de adoção de novos sistemas de refrigeração, a fim de garantir uma maior eficiência energética. O modelo proposto alcançou uma redução de 35,47% do consumo da energia.

ABSTRACT

The energy crisis, the imminence of electric power shortages and budget cuts are major threats to the functioning of several Brazilian public universities. Conservation and conscious use of electrical energy can be achieved through relatively simple actions, which do not alter the standard of comfort and routine functions. Almost half of the traditional electricity consumption of a public building is related to air conditioning systems, the study was based on data on electrical consumption and climatic information extracted from the temperature history observed in the UFES region. With such information, it was possible to determine the impact of the use of refrigeration devices on the total cost of the electrical energy consumed and to propose regulatory measures and the adoption of new refrigeration systems, in order to guarantee greater energy efficiency. The proposed model suggests a 35.47% reduction in energy consumption.



1 INTRODUÇÃO

O aumento crescente no consumo de energia elétrica no mundo e a defasagem nas medidas de eficiência energética demonstram a necessidade da criação de medidas para uma gestão eficiente. O uso sustentável da energia é considerado um dos grandes desafios da sociedade. Após sucessivas crises em fontes de recursos energéticos finitos, como o petróleo, observa-se grande incentivo pela busca de fontes renováveis e pela eficiência dos sistemas elétricos. Esse incentivo é fundamental para atender as demandas futuras da sociedade. Apenas no Brasil, é estimado que o consumo de energia elétrica triplique até 2050 (EPE, 2016a).

A crise no setor elétrico brasileiro apontada em 2001, e sua permanência evidenciada pelo aumento crescente das tarifas (Sauer, 2015), foi o principal fator de incentivo ao estabelecimento de programas que visem à eficiência energética no Brasil, podendo ser estes de ordem econômica, diretamente relacionada à diminuição de custos, ou de ordem energética, intimamente ligada à segurança no suprimento de energia elétrica (Rodrigues, et al., 2017).

Com relação ao setor público, a última publicação do Balanço Nacional de Energia (BEN) demonstrou que o mesmo foi responsável por 8,3% do consumo de eletricidade no Brasil no ano de 2016. Esse percentual representa um consumo maior do que o registrado em toda a região Norte ou Centro-Oeste do país no ano de 2015. Quase metade do consumo de energia elétrica tradicional de um prédio público está relacionado aos sistemas de climatização (48%). A iluminação também desponta com 23%. Os equipamentos de escritório são responsáveis, por cerca de 15%. O consumo de energia restante (14%) está associado à energia consumida principalmente nos sistemas de bombeamento de água e de transporte vertical (EPE, 2016b).

O Brasil se encontra em um cenário econômico no qual se exige importantes cortes orçamentários em diversos setores governamentais como, por exemplo, no setor da educação, especificamente em Universidades Públicas (Portal da Transparência, 2014), como a Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, que passou a enfrentar problemas financeiros (Correa, et al., 2016).

O consumo de energia elétrica em universidades públicas do Brasil está diretamente relacionado aos sistemas de iluminação artificial, de equipamentos elétricos/eletrônicos em geral e de condicionamento de ar, que são indispensáveis para o funcionamento de tais instituições. O custeio da energia elétrica e de itens diretamente ligados às atividades acadêmicas (bolsas de monitoria e iniciação científica, materiais de consumo, manutenção de infraestrutura, entre outros) é realizado a partir de verbas orçamentárias únicas. Sendo assim, é fundamental que haja um uso racional de tais itens demandadores de energia elétrica, a fim de que os recursos financeiros sejam prioritariamente aplicados em itens relacionados a atividade fim de uma instituição de ensino superior, isto é, em ensino, pesquisa e extensão (Gonçalves, Gutierrez, & Santos, 2017).

Algumas Universidades Federais se destacaram, entre estas, a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) por desenvolver ações para redução do consumo de energia através do Programa de Bom Uso Energético (PROBEN) (UFPEL, 2018). Já a Universidade Federal de Lavras (UFLA) tem se destacado há alguns anos na rede mundial de universidades comprometidas com a sustentabilidade. Em 2017, a UFLA obteve o 35º lugar mundial e foi a Universidade Federal

Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 97-113.

brasileira com a melhor classificação no *UI GreenMetric World University Ranking*. Com o 28º lugar geral, a USP ficou em primeiro lugar entre as instituições nacionais e da América Latina. Participaram 619 universidades e a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) não esteve entre as 17 instituições brasileiras representadas no ranking.

Dados da Secretaria de Ensino Superior (SESu) do Ministério da Educação apresentados pela ANEEL (2017), demonstraram que o valor de energia elétrica pago, em 2015, apenas pelas Universidades Federais, foi cerca de R\$ 430 milhões, o que representa cerca de 9% dos gastos do referido ano, sendo o 3º maior grupo de gastos. Parte considerável desse gasto se refere ao uso de equipamentos ineficientes e altos índices de desperdício de energia. Segundo a ANEEL parte dessa despesa poderia ser evitada por meio de ações de eficiência energética e da implantação de sistemas de geração própria de energia, através do micro e mini Geração Distribuída (GD) (ANEEL, 2017).

Dados divulgados pela Universidade (UFES, 2016) apontam as quantias gastas com energia, água, esgoto, telefonia e internet no ano de 2016, que chegaram ao montante de R\$ 18.971.792,00. Desse total, 83,3 % dos gastos são com energia elétrica, evidenciando a importância de uma gestão adequada dos recursos energéticos dentro da Universidade. A parcela dos recursos destinados à energia elétrica referente ao campus de São Mateus é de 9% do gasto total do campus que foi de R\$ 8.550.881,02.

A implementação de ações que otimizem a utilização da energia elétrica é buscada na tentativa de minimizar ou até mesmo neutralizar os impactos financeiros das crises energética e econômica. Tais ações devem ser realizadas com as devidas precauções, a fim de que o desempenho do uso final de cada sistema e o nível de conforto não sejam comprometidos (Challa, 2009). Para isso, medidas como a redução do consumo elétrico ou deslocamento da utilização de cargas para fora do horário de ponta do sistema elétrico devem ser analisadas e avaliadas (Santos et al., 2015).

Como pode ser visto, o desenvolvimento de estudos sobre eficiência em instituições públicas pode proporcionar o aumento do nível de controle e transparência da administração pública além de fornecer bases para melhoria dos processos. A política de corte de gastos imposta a diversas instituições públicas gera a escassez de recursos para o desempenho do serviço público com qualidade. Dessa maneira, o aumento na eficiência das atividades é cada vez mais relevante (Mesquita, & Santos, 2015).

Nesse sentido, a adoção de métodos e padrões reconhecidos de gestão auxiliam as organizações na melhoria de desempenho das atividades. Em 2011, surgiu mais um padrão de qualidade, a NBR ISO 50001 (Sistemas de gestão da energia – requisitos com orientações para uso) com o objetivo de preparar as organizações para seguir critérios que visam melhorar o desempenho energético, incluindo eficiência energética, uso e consumo final (ABNT, 2011).

Desta forma, dada a importância cada vez maior dos sistemas de energia elétrica para a sociedade e a falta de estudos sobre o assunto em Universidades, tornou-se relevante a realização deste estudo. Espera-se que a realização deste trabalho possa gerar benefícios para gestão pública, já que fornecerá elementos para aumentar a eficiência na utilização dos recursos.



Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 97-113.

Além disso, possibilitará à comunidade acadêmica uma maior integração com os conceitos de eficiência energética e custos de energia, bem como ter maior qualidade no suprimento de eletricidade. Todas essas melhorias refletirão em sustentabilidade socioambiental e econômica.

O presente estudo tem por objetivo realizar um estudo de caso aplicado à UFES – Campus de São Mateus utilizando-se dados climáticos e de demanda de energia, visando analisar o impacto de aparelhos de refrigeração de ar na demanda elétrica da instituição, bem como, por meio de um levantamento de dados técnicos dos equipamentos de condicionamento de ar então utilizados no campus, propor medidas, com a análise das variáveis de viabilidade econômica, que venham a contribuir com a diminuição do impacto no orçamento da instituição provocado por tais aparelhos elétricos.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 VIABILIDADE ECONÔMICA

A ISO 50001 apresenta modelo de gestão da energia compreendido e aplicado por várias organizações em diferentes partes do mundo. Estima-se que os efeitos desta norma sejam mais relevantes nos setores industrial e comercial, dado que juntos consomem cerca de 60% da demanda mundial de energia. Quanto aos conceitos previstos pela norma é importante destacar os relacionados à viabilidade econômica de sua implantação (ISO, 2017).

As técnicas utilizadas para redução nos custos com energia elétrica podem requerer ou não investimento inicial. No caso de iniciativas que necessitem de recursos financeiros torna-se necessário comprovar se este resultará em retorno na obtenção de economia e eficiência energética com base na avaliação de viabilidade de implantação. Além disso, a comprovação do retorno do investimento é uma forma de auxiliar na gestão e até na busca de agentes financiadores (Barros, Borelli, & Gedra, 2016).

As ações de eficiência energética devem ser implantadas com base no diagnóstico energético e fundamentadas por uma avaliação técnica e financeira que justifiquem o desempenho do projeto proposto. Barros, et. al., (2016) descrevem que a avaliação deve contemplar, entre outros, os seguintes itens:

- O montante de investimentos e a disponibilidade dos recursos;
- Os custos envolvidos na aquisição e manutenção futura;
- A disponibilidade de recursos próprios ou financiamentos;
- O tempo de retorno do capital.

Com estes valores definidos é possível elaborar o fluxo de caixa da proposta com as respectivas entradas e saídas de capital nos períodos determinados. No caso dos projetos de eficiência energética os investimentos dizem respeito à troca de equipamentos e a sua instalação; os custos anuais são relativos às manutenções necessárias e a receita corresponde à redução no valor de uso da energia (Barros, et. al., 2016).

Uma vez determinados os parâmetros do fluxo de caixa podem-se passar a análise de viabilidade econômica feita por meio dos modelos do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa



Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 97-113.

Interna de Retorno (TIR), *payback* e análise da Relação Custo Benefício (RCB) (ABNT, 2014). No caso do VPL será positivo se a soma dos presentes dos retornos do projeto for maior que o investimento inicial, caso contrário, o VPL será negativo. Para decidir se o projeto é viável este deve ser comparado como o valor de referência zero. Se o $VPL > 0$, o custo inicial do projeto será recuperado e remunerado a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e criará valor para a organização, logo o projeto deve ser aceito; se o $VPL < 0$, o custo inicial do projeto não será recuperado nem remunerado com a taxa requerida, e o projeto deve ser recusado. Quando o $VPL = 0$ indica que o investimento inicial será recuperado na taxa requerida, porém não criará nem destruirá valor da organização.

Em algumas situações pode ocorrer de não se ter benefícios ou receitas nos projetos, como por exemplo, análise de substituição de equipamentos. Nestes casos disse-se que o VPL possui predominância de custos e pode-se inverter a convenção de sinais e todos os custos serem tratados com sinais positivos e os benefícios com sinais negativos. Ou caso não seja feita a troca de sinais, deverá ser considerado como projeto viável o que apresentar o menor custo.

A TIR corresponde à taxa que anula o investimento, ou seja, é o valor monetário que anula o VPL. Assim sendo, pode-se afirmar que o VPL será positivo para taxas de desconto inferiores à TIR, e negativo para taxas de desconto superiores à TIR. Isto significa que se deve aceitar o projeto quando este apresentar TMA inferior à TIR e rejeitá-lo em situação contrária.

Denomina-se *payback* o método que estima o prazo necessário para se recuperar o investimento realizado podendo considerar ou não o custo de capital do investimento. Quando não se considera o custo do capital tem-se o *payback* simples e para calculá-lo, basta verificar o tempo necessário para que o saldo acumulado do fluxo de caixa do investimento seja igual à zero. Já o *payback* descontado possui procedimentos para cálculo similares aos empregados anteriormente, bastando trazer os fluxos de caixa a Valor Presente, descontados pelo custo de capital.

O Programa de Eficiência Energética da ANEEL, cujas instruções devem ser seguidas pelas distribuidoras de energia elétrica possui como critério de avaliação de viabilidade econômica a Relação Custo Benefício (RCB). O benefício corresponde ao valor economizado com energia e redução da demanda longo da vida útil dos equipamentos substituídos. Já os custos são os investimentos feitos para sua realização. A ANEEL determina que a RCB seja igual ou inferior a 0,8 (oito décimos), salvo algumas exceções (projeto piloto, projeto de grande relevância, projeto educacional, gestão energética municipal, fontes incentivadas) (ANEEL, 2013).

2.2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Para realizar esta análise é necessária a avaliação dos gastos com energia que leva em consideração os custos gerenciáveis e os custos excedentes. Pode-se considerar custos gerenciáveis os valores referentes a demanda ativa, o consumo ativo, a contribuição de iluminação pública (COSIP), tributos e bandeiras tarifárias. Já os custos excedentes são os valores de demanda ativa de ultrapassagem, consumo reativo excedente, multas e juros por atraso.



Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 97-113.

A gestão dos custos excedentes está diretamente relacionada à escolha da demanda contratada e estrutura tarifária, além da correção de fator de potência. Entende-se como demanda contratada a demanda de potência ativa a ser obrigatoriamente e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW). Este valor não deve ser confundido com a parcela da demanda que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW), conhecida como demanda de ultrapassagem.

Já o conceito de horário de ponta é o período de 3 (três) horas consecutivas exceto sábados, domingos e feriados nacionais, definido pela concessionária, em função das características de seu sistema elétrico. Em algumas modalidades tarifárias, nesse horário a demanda e o consumo de energia elétrica têm preços mais elevados. O horário fora de ponta, por sua vez, corresponde às demais 21 horas do dia, que não sejam aos referentes ao horário de ponta.

De acordo com a resolução 414 da ANEEL (2010), a unidade consumidora de energia elétrica é classificada em dois grupos: A e B. O grupo A (alta tensão) é composto por unidades consumidoras que recebem energia em tensão igual ou superior a 2,3 kilovolts (kV) ou são atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição em tensão secundária, caracterizado pela tarifa binômia (aplicada ao consumo e à demanda faturável). Indústrias, estabelecimentos públicos e comerciais de médio ou grande porte geralmente se enquadram no grupo A. O grupo B (baixa tensão) é um grupamento caracterizado por unidades consumidoras atendidas em tensão inferior a 2,3kV, com tarifa monômia (que é aplicada apenas ao consumo).

No Brasil, a comercialização de energia elétrica é dada mediante a contratação regulada ou livre. No mercado regulado também conhecido como cativo, o consumidor é obrigado a pagar as tarifas de fornecimento estabelecidas pela ANEEL e só possuem a permissão de compra de energia da distribuidora detentora da concessão ou permissão na área onde se localizam suas instalações, e, por isso, não participa do mercado livre e é atendido sob condições reguladas. Já no mercado livre de energia, o consumidor pode adquirir energia elétrica no ambiente de contratação livre para unidades consumidoras que satisfaçam, individualmente os critérios de migração.

A seleção da modalidade tarifária leva em consideração o horário de funcionamento da instituição e o perfil de consumo. Além disso, deve-se calcular o custo total para verificar qual o tipo de modalidade é mais viável para a organização.

A maior parte das cargas existentes nas unidades consumidoras consome energia reativa indutiva, por exemplo, os motores, transformadores, reatores, entre outros. A operação das cargas indutivas requer dois tipos de potência a ativa e a reativa, a soma vetorial das potências ativa e reativa resulta na potência chamada de aparente (S), conhecida também como potência total, expressa em quilovolt-ampere (kVA):

- Potência ativa (P): potência que efetivamente realiza trabalho produzindo calor, luz, movimento, entre outros efeitos, expressa em quilowatts (kW);



Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 97-113.

- Potência reativa (Q): usada para criar e manter campos eletromagnéticos das cargas indutivas quantidade de energia elétrica solicitada por unidade de tempo, expressa em expressa em quilovolt ampère reativo (kVA).

No caso da análise do consumo reativo excedente é considerado o parâmetro fator de potência da instalação (FP). O fator de potência é a razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias ativa e reativa, consumidas num mesmo período especificado. Ou, seja a razão entre a potência ativa e a potência aparente (ANEEL, 2010).

Em termos de eficiência energética, um alto FP indica uma eficiência alta e um baixo fator de potência indica baixa eficiência energética. No caso do sistema com “bom” ou alto FP, menos cargas reativas (kVAr) estão presentes ao contrário do “mau” ou baixo FP (Barros, et. al., 2016).

O baixo FP prejudica o sistema elétrico, pois as instalações têm sua capacidade de distribuição reduzida, sobrecarrega os transformadores e a rede de distribuição que alimenta o seu terminal primário, resultando desde prejuízos às instalações como também desperdícios financeiros, resultado das multas aplicadas pelo excesso de reativos no sistema (Barros, et. al., 2016).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 UFES CAMPUS SÃO MATEUS – HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO

Em 2005, foi criado o Centro Universitário Norte do Espírito Santo, mantendo a sigla CEUNES. Atualmente, o Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) é um Campus da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), localizado na Rodovia BR 101 Norte, KM 60, Bairro Litorâneo no município de São Mateus. O Centro foi oficialmente criado a partir da resolução nº. 01/2005 em decisão conjunta do Conselho Universitário e do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFES em 17 de novembro de 2005.

A partir das atividades desenvolvidas ao longo dos últimos anos o CEUNES tornou-se referência no norte do Estado. Em 2019, ofertou 17 cursos de graduação e 04 cursos de pós-graduação *Stricto Sensu*. No período letivo 2016.1, o Campus possuía 2.051 alunos de graduação, 247 alunos de pós-graduação, 191 docentes, 104 servidores técnicos administrativos, área de 27.379,25m² construída, além de Fazenda Experimental, com área de 196ha contígua ao Campus (UFES, 2018).

O sistema de energia do Campus é exclusivamente suprido por eletricidade importada da rede de distribuição. O fornecimento de energia elétrica é feito através de uma ligação em corrente alternada trifásica, frequência de 60Hz, tensão entre fases de 13,8kV, derivada da rede pública da EDP ESCELSA (instalação 9502824). Os dados contratuais de fornecimento de energia estão representados no Quadro 1.

Quadro 1. Dados contratuais

Instalação	9502824
Subgrupo tarifário	A4
Classe	Poder Público
Subclasse	Poder Público Federal
Modalidade Tarifária	Horossazonal Verde
Demanda Contratada	300kW

Fonte: UFES (2017).



3.2 PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO

A metodologia adotada foi baseada no levantamento de dados referentes às faturas de eletricidade no período de junho de 2016 a maio de 2017, dos equipamentos de refrigeração utilizados naquele período, além das respectivas temperaturas mensais da região extraídas a partir do histórico climático. A partir das faturas de eletricidade mencionadas, foi possível observar os consumos e custos da energia demandada (D), do consumo elétrico ativo em horário de ponta (CAP), do consumo elétrico ativo em horário fora de ponta (CAFP), da ultrapassagem do consumo em relação à demanda contratada (UC) e do consumo da Energia Reativa Excedente (ERE).

A Figura 1 apresenta o consumo ativo ponta em vermelho (CAP) e consumo ativo fora de ponta em azul (CAFP), obtidos das contas de faturamento elétrico do CEUNES/UFES. Já na Figura 2 visualiza-se os valores da demanda em azul (D), ultrapassagem em vermelho (UC) e energia reativa excedente em verde (ERE) obtidos das contas de faturamento elétrico do CEUNES/UFES.

Figura 1. Valores de custo (a) e demanda energética (b).

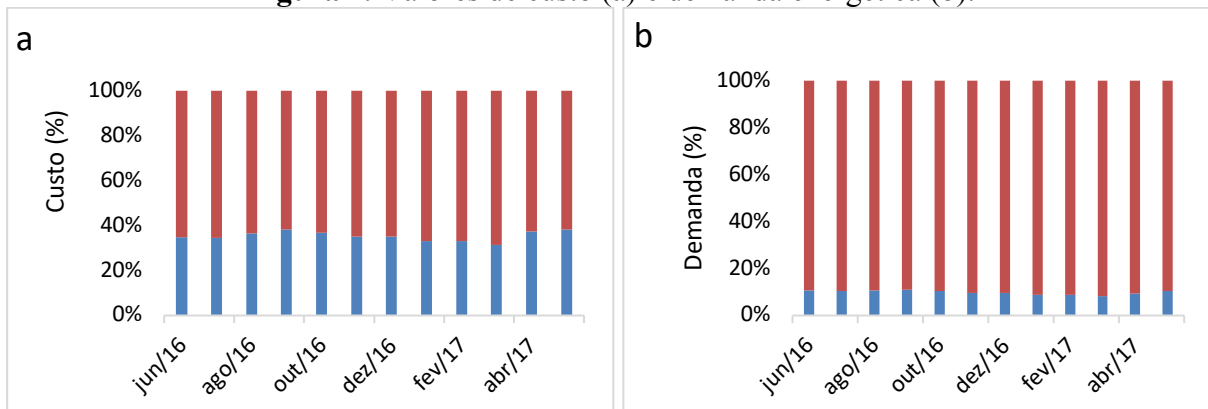
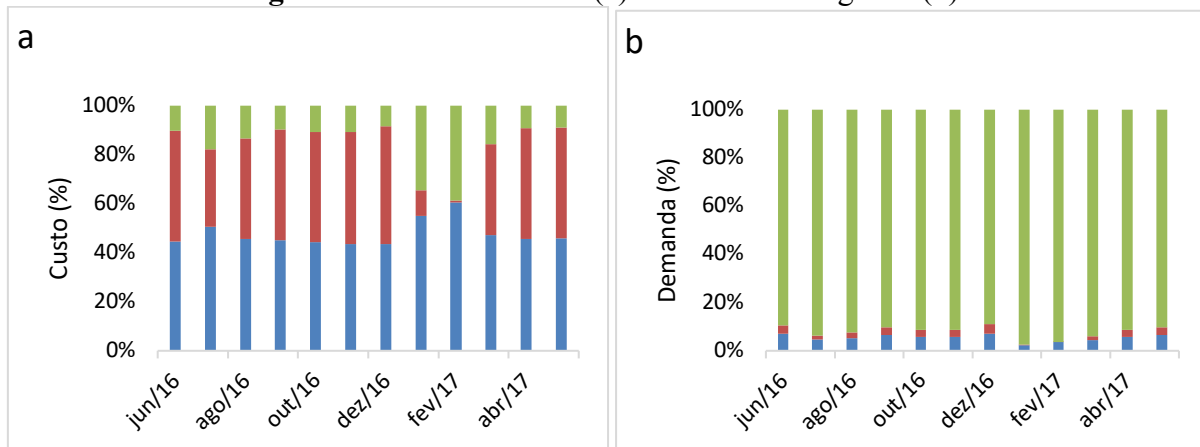


Figura 2. Valores de custo (a) e demanda energética (b).



A Tabela 1 apresenta o histórico de temperatura mensal (na região onde se localiza a instituição sob estudo) no período de junho de 2016 a maio de 2017. Desta maneira, foi possível gerar um perfil de consumo elétrico em função das temperaturas, a fim de se encontrar uma relação entre a utilização dos equipamentos refrigerantes com determinados períodos do ano.



Tabela 1. Dados da temperatura na região litorânea do nordeste do Espírito Santo no período de junho de 2016 a maio de 2017.

Mês/ Ano	Temperatura (°C)		
	Mínima	Média	Máxima
Junho/ 2016	16 – 18	22 – 24	26 – 28
Julho/ 2016	16 – 18	20 – 22	26 – 28
Agosto/ 2016	16 – 18	22 – 24	26 – 28
Setembro/ 2016	16 – 18	22 – 24	26 – 28
Outubro/ 2016	18 – 20	24 – 26	28 – 32
Novembro/ 2016	20 – 22	24 – 26	28 – 30
Dezembro/ 2016	20 – 22	24 – 26	30 – 32
Janeiro/ 2017	22 – 24	24 – 26	30 – 32
Fevereiro/ 2017	22 – 24	24 – 26	28 – 32
Março/ 2017	20 – 22	24 – 26	30 – 32
Abril/ 2017	20 – 22	24 – 26	30 – 32
Maió/ 2017	18 – 20	22 – 24	28 – 30

Fonte: (Incaper, 2017)

Através dos dados das faturas e memória de massa, foi possível gerar gráficos de perfil do consumo energético e suas relações. Em seguida, foi realizado um levantamento dos aparelhos de ar-condicionado registrados no setor de patrimônio da Universidade utilizados no local sob estudo.

Para realizar o projeto de climatização, a princípio foram levantados todos os aparelhos de ar condicionado instalados totalizando 354 máquinas, mas, considerando que a principal atividade da instituição é o ensino, optou-se por trabalhar com a amostra de 138 aparelhos distribuídos entre salas de aula e salas de professores, em 6 edificações diferentes. Além disso, esses locais concentram o maior número de usuários do campus e não funcionam apenas em horário administrativo.

A partir dos dados dos aparelhos de acordo com a localização, carga térmica e modelo que foram cedidos pela Prefeitura Universitário do Campus optou-se por realizar o seguinte procedimento:

- Levantar o consumo médio de acordo com classificação Procel de cada equipamento;
- Verificar se o aparelho estava dimensionado com a carga térmica correta para cada sala;
- Pesquisar no mercado a partir da carga térmica correta aparelhos com tecnologia de compressor com rotação variável (*inverter*) para substituir os aparelhos existentes;
- Calcular a estimativa de consumo individual de cada aparelho dentro da realidade atual;
- Calcular a estimativa de consumo individual de cada aparelho que foi sugerido como adequação técnica;
- Calcular a estimativa de redução de consumo de energia elétrica na ponta e fora ponta e, a redução da demanda.

Para o cálculo do consumo de energia elétrica do projeto do sistema de climatização foi adotado um funcionamento de 08h diárias fora ponta durante 22 dias por mês para salas de professores. No caso das salas de aula foi adotado um funcionamento de 08h diárias fora ponta e 03 horas diárias na ponta durante 22 dias por mês. Os 138 aparelhos levantados foram compilados de



Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 97-113.

acordo com a carga térmica e o consumo de energia elétrica obtido a partir das tabelas de referência do Procel.

4 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

Observa-se na Figura 3 que tal consumo varia em torno de um consumo médio mensal de 156.254,08 kWh, alcançando o valor máximo de 98% da média no mês de maio de 2017 e apenas 67% no mês de março do mesmo ano, para um consumo fora ponta. Analisando o calendário acadêmico da instituição, o mês de março de 2017 foi de, quase que integralmente, recesso escolar, enquanto que o mês de maio de 2017 foi de dias letivos. Tais informações ajudam a explicar os consumos mínimo e máximo de energia elétrica da instituição, mostrando, como esperado, que o consumo de energia elétrica está diretamente conectado à movimentação de discentes e docentes no campus. Vale salientar ainda que as ofertas de disciplinas ocorrem semestralmente, devido a isto o consumo de energia tem perfis diferentes de acordo com o período letivo analisado. Já na Figura 4 apresenta a variação diária do consumo de energia elétrica levando-se em conta a média dos dias letivos das semanas do semestre 2016/2.

Figura 3. Variação do consumo energético na UFES – Campus de São Mateus.

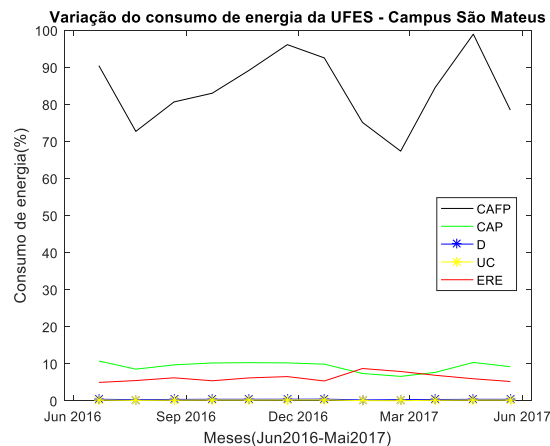
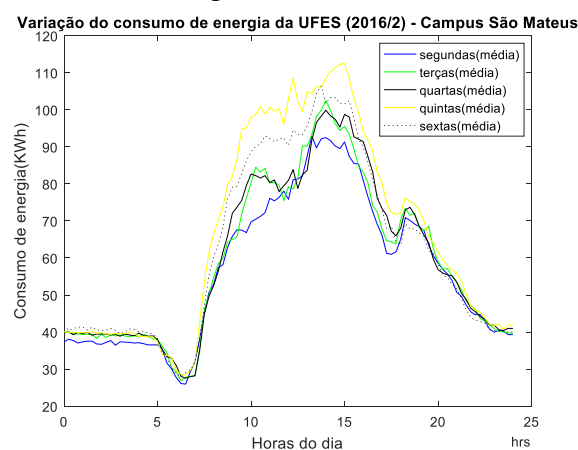


Figura 4. Variação do consumo energético médio em dias letivos do semestre 2016/2.

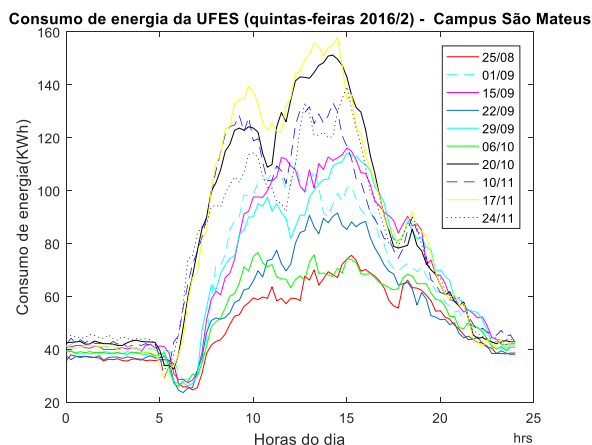


Fica evidente que o dia da semana do período letivo 2016/2 em que há um o maior consumo de energia é a quinta-feira. Sendo assim, escolheu-se como dia padrão as quintas-feiras, traçando-se uma curva de consumo por horas de um dia, a partir dos dados de massa de memória de todas as quintas do período letivo 2016/2 excluindo da análise as quintas-feiras que eram feriados ou véspera de feriados, conforme Figura 5.



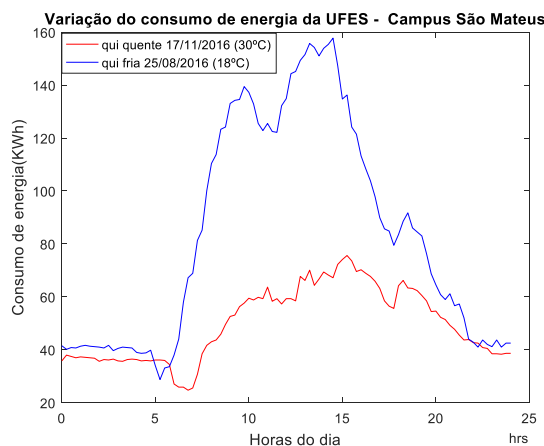
Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 97-113.

Figura 5. Variação do consumo energético em todas as quintas-feiras efetivas do período letivo 2016/2.



Nota-se pela Figura 5 que a quinta-feira que possui maior consumo de energia é a do dia 17/11/2016, ao passo que a de menor consumo é do dia 25/08/2016. Esses dados correspondem, dentro do período analisado, com a quinta do mês mais quente (17/11/2016 – 30°C) e a quinta do mês mais frio (25/08/2016 – 18°C), esta comparação pode ser vista na Figura 6. Vale ressaltar que de acordo com o calendário acadêmico da universidade (PROGRAD/UFES, 2016), nesses dias as atividades acadêmicas se desenvolveram normalmente.

Figura 6. Variação do consumo energético na quinta-feira de maior consumo (17/11/2016-quente), e a de menor consumo (25/08/2016-frio).



A Figura 6 mostra que na quinta-feira mais fria o consumo de energia é bem menor do que na mais quente. Ao obter a diferença de consumo entre esses dois dias, chega-se ao valor de 3277,78 KWh. Ou seja, o dia mais quente provocou uma demanda de aproximadamente 3277,78 KWh a mais de consumo de energia elétrica do que o dia mais frio.

Ao fixar o dia de um período letivo, subentende-se que não haverá mudança significativa na demanda por energia, já que em um mesmo dia da semana, na média, ocorre a mesma rotina acadêmica. Neste caso, ao eliminar a influência da presença/ausência de pessoas no campus, é possível relacionar a diferença de consumo à temperatura ambiente média do dia. Por hipótese, o dia com temperatura ambiente média mínima coincide com o menor índice de utilização dos aparelhos de refrigeração de ar, enquanto que o dia com temperatura ambiente média máxima



Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 97-113.

coincide com o maior índice de utilização de tais aparelhos. Logo, conclui-se que a diferença no consumo de energia elétrica no campus está diretamente relacionada com o índice de utilização de aparelhos de refrigeração de ar.

4.1 PROPOSTA DE REDIMENSIONAMENTO

De acordo com informações da subprefeitura da instituição, há no campus 354 máquinas de ar condicionado, sendo que dessas, apenas 138 máquinas são responsáveis por cerca de 70% do consumo. Logo, o estudo em questão foca em um redimensionamento destas 138 máquinas. As Tabelas 2 mostra as especificações e gastos dos aparelhos de ar condicionado com o sistema vigente. No caso de energia consumida ponta e fora ponta só foi possível a obtenção do valor total.

Tabela 2. Dados levantados dos aparelhos de ar condicionado no sistema vigente.

Preço Desinstalação (Aproximado) [R\$]	Funcionamento fora ponta [h/mês]	Funcionamento na ponta [h/mês]	Quantidade	Tipo de Split [BTU]
109	176	0	2	7000
111	176	0	30	9000
123	176	0	33	12000
112	176	0	3	18000
181	176	66	58	36000
159	176	66	12	48000
20.349	24.288	4.620	138	Total

De acordo com o dimensionamento sugerido por ABNT (2008), foram identificados 98 (71,01%) aparelhos sobre dimensionados, 04 (2,90%) subdimensionados e 36 (26,09%) com dimensionamento correto. Uma situação que demonstra falta de critério técnico na instalação dos aparelhos e que gera um consumo indesejável de energia. Além disso, a maioria dos aparelhos foram instalados a mais de 08 anos e apresentam nível de eficiência energética inferior e são mais poluentes que os equipamentos modernos.

As ações de melhoria dos sistemas de climatização são: adequação da carga térmica através do dimensionamento correto, utilização de aparelhos com certificação Procel A e tecnologia de compressor com rotação variável (*inverter*), projetados para operar com cargas parciais, o que evita o desperdício de energia, mas gera um custo de investimento (aparelho mais custos de instalação) de R\$ 438.144,38. A Tabela 3 mostra as especificações e gastos dos aparelhos de ar condicionado com o sistema proposto.

Tabela 3. Dados dos aparelhos de ar condicionado redimensionados no sistema proposto.

Custo Total (Aproximado) [R\$]	Custo Instalação (Aproximado) [R\$]	Funcionamento fora ponta [h/mês]	Funcionamento na ponta [h/mês]	Quantidade	Tipo de Split [BTU]
218	0,00	176	0	0	7000
104.016	1.864	176	0	54	9000
31.043	1.927	176	0	14	12000
5.761	2.712	176	0	2	18000
200.079	3.385	176	66	56	36000
97.024	7.926	176	66	12	48000
438.144	417.730	24.288	4.488	138	Total



Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 97-113.

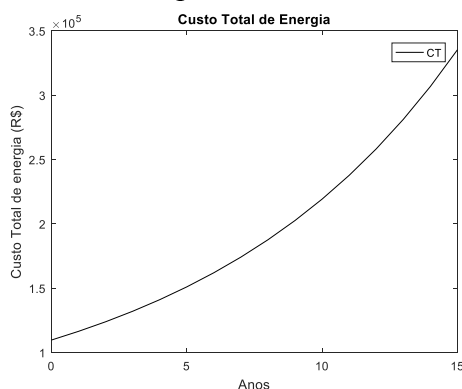
O total de energia consumida por aparelhos de ar condicionado no sistema vigente é de 52.509,89 KWh/mês. Ao aplicar o redimensionamento dos aparelhos, evidenciado na Tabela 3, a quantidade de energia consumida pelos aparelhos propostos é 35,47% inferior ao sistema vigente, ou seja, um valor de 33.882,64 KWh/mês.

4.2 RETORNO DO INVESTIMENTO E IMPACTO NA FATURA DE ENERGIA

4.2.1 CENÁRIO 1 – TROCA INSTANTÂNEA DE TODOS OS APARELHOS

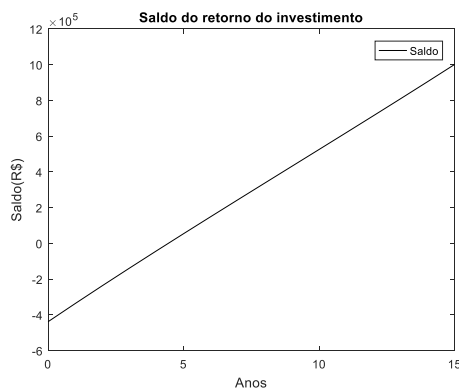
Este cenário considera uma troca instantânea de todos os aparelhos de ar condicionado vigente pelos aparelhos redimensionados. Considerando que os novos aparelhos de ar condicionado tenham uma vida útil de 15 anos, foi estudado, através de um fluxo de caixa, o impacto na redução dos custos na fatura de energia elétrica do campus CEUNES/UFES. Deste modo, levantou-se primeiramente o custo total de energia ao longo dos 15 anos, composto pelo somatório do custo de energia de ponta, fora ponta e demanda, levando em conta também os reajustes das tarifas neste período. Estes dados podem ser vistos pela Figura 7.

Figura 7. Variação do custo total de energia ao longo dos 15 anos de uso dos novos aparelhos implementados.



Através da Figura 7, pode-se notar que o custo total de energia consumida pelo campus deverá aumentar durante os 15 anos analisados, devido principalmente aos reajustes tarifários e maior consumo de energia. De posse dos dados do custo total, foi possível avaliar o retorno do investimento da implementação dos novos aparelhos de ar condicionado durante os 15 anos de vida útil, estes dados podem ser vistos na Figura 8.

Figura 8. Variação do saldo ao longo dos 15 anos de uso dos novos aparelhos implementados.



Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 97-113.

O saldo começa negativo devido ao investimento de R\$ 438.144,38 para implementação dos novos aparelhos de ar condicionado redimensionados. No ponto de saldo zero tem-se o retorno total do investimento, que se dá aproximadamente em 4,43 anos (*payback*). Ao final dos 15 anos de uso, os novos aparelhos terão um retorno de R\$1.001.566,46 (VPL), que corresponde a uma redução anual de R\$117.012,55 na fatura de energia elétrica do campus CEUNES/UFES.

O $VPL > 0$ e o tempo de retorno de investimento igual a 4,43 anos demonstram que o projeto é economicamente viável. Além disso, deve-se levar em conta a economia de energia e a eficiência energética do sistema projetado.

4.2.2 CENÁRIO 2 – TROCA GRADUAL DOS APARELHOS

Este é o cenário aplicado atualmente na Universidade, considera-se que haverá uma troca gradual dos aparelhos de ar condicionado vigentes pelos redimensionados, à medida que os aparelhos vigentes entrarem em defeito. Passada a vida útil dos aparelhos vigentes, este cenário entraria como um caso especial do cenário 1.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A administração de recursos financeiros em centros universitários está intimamente ligada ao consumo de energia elétrica dos mesmos, visto que muitas vezes os recursos não são aplicados em pesquisa e desenvolvimento para o que as altas contas de eletricidade sejam quitadas. Com base no levantamento de dados relativos às contas de energia, a quantidade e tipo de equipamentos de refrigeração utilizados e as temperaturas do período estudado, foi possível obter curvas que representam o comportamento do consumo energético do CEUNES/UFES. Foi constatada alta correlação entre a variação da temperatura ao longo do ano e o consumo, o que apontou os sistemas de climatização como principais responsáveis pelo consumo de energia elétrica do Campus. A partir desses dados foi constatado que apenas os sistemas de climatização representam 53,23% do consumo total.

No projeto de adequação do sistema de climatização foram identificados 98 (71,01%) aparelhos sobre dimensionados, 04 (2,90%) subdimensionados e 36 (26,09%) com dimensionamento correto. Dessa maneira, foi realizado o redimensionamento e o planejamento da substituição dos aparelhos antigos por aparelhos mais eficientes o que gerou melhoria na eficiência desse sistema com redução no consumo estimado em 34,65% fora ponta e em 38,66% na ponta. A análise de viabilidade econômica do projeto do novo sistema de climatização, demonstrou *payback* igual a 4,43 anos e retorno de R\$1.001.566,46, o que representa R\$117.012,55/ano.

Assim, constata-se a necessidade de realização de campanha de conscientização da comunidade universitária que integre alunos, professores e técnicos administrativos. Ações de educação na área de conservação de energia promovem impacto significativo no consumo nacional, uma vez que os setores residencial, comercial e público utilizam em conjunto mais 50% de toda eletricidade consumida no Brasil.

Para isso, foi sugerida uma estrutura inicial de gestão da energia para ser aplicada na instituição. A proposta da criação de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) deve ser articulada a partir da gestão de topo (Direção do Campus) com integração de representantes de toda a comunidade universitária. Além disso, deverá ser realizada a integração da CICE à



Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial "Gestão Pública", 97-113.

grupos de trabalho ligados a gestão ambiental e sustentabilidade. A partir da criação da CICE, devem ser executados os planos de ação, mas não se limitar aos elaborados neste trabalho e sim desenvolver uma proposta cíclica e de melhoria constante da gestão da energia elétrica, principal característica do SGE sugerido. As ações previstas vão contribuir para redução na utilização dos recursos naturais, emissão de dióxido de carbono e do consumo energético, em função da melhor gestão da energia. Além dos impactos positivos para o meio ambiente, há impactos econômicos e sociais. Primeiro com a redução dos gastos com energia, segundo pela elevação da vida útil dos equipamentos e redução dos reparos e manutenções, além de envolver a comunidade universitária nas reflexões sobre a utilização sustentável da energia. Dessa maneira, os recursos públicos podem ser distribuídos em outras áreas da instituição e reinvestidos em melhoria contínua de eficiência energética no Campus, beneficiando todos os usuários.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2010). Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília.

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2013). Procedimentos do programa de eficiência energética – PROPEE. *Resolução Normativa nº 556*. Brasília.

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2017). *Resolução homologatória nº 2.118*. Recuperado de: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2016/028/resultado/reh20162118ti.pdf>.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2008). *NBR 16401: Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários Parte 1: Projetos das instalações*. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2011). *NBR ISSO 50001: sistemas de gestão da energia - requisitos com orientações para uso*. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2014). *NBR ISSO 50002: diagnósticos energéticos - requisitos com orientações para uso*. Rio de Janeiro.

Barros, B., Borelli, R., Gedra, R. (2015). *Eficiência energética: técnicas de aproveitamento, gestão de recursos e fundamentos*. 1. ed. São Paulo: Érica.

Barros, B., Borelli, R., Gedra, R. (2016). *Gerenciamento de energia: ações administrativas e técnicas de uso adequado da energia elétrica*. 2. ed. São Paulo: Érica.

Borba, M.; Gaspar, N. (2010). Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho. Rio de Janeiro: *Academia Brasileira de Ciências*.

Challa, M. E. R. (2009) Evaluación y propuesta de mejora de la eficiencia energética de un edificio de oficinas ubicado em Caracas, según la metodología del centro de asesoramiento industrial. *Tekhne: revista de ingeniería*, pp. 45-60.

Correa, A., Taffarel, M., Ribeiro, F., & Menon, G. (2016). Análise de Eficiência: uma comparação das empresas estatais e privadas do setor de energia elétrica brasileiro. *Revista Catarinense da Ciência Contábil*, Florianópolis, 15(46), 09-23. 2237-7662.

Du plessis, W. (2015). Energy efficiency and the law: A multidisciplinary approach. *South african journal of science*, Pretoria, 111(1-2), 1-8.



Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 97-113.

Eletrobras (2009). *Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005: classe residencial relatório Brasil - sumário executivo*. Rio de Janeiro: Eletrobras; Procel, p.187.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2016a). *Nota técnica DEA 13/15: demanda de energia 2050*. Rio de Janeiro. Recuperado de: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-202/DEA%201315%20Demanda%20de%20Energia%202050.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2017.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2016b). *Anuário estatístico de energia elétrica 2016: ano base 2015*. Rio de Janeiro. Recuperado de: <http://www.epe.gov.br/sites-en/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio%20Estat%C3%ADstico%20de%20Energia%20El%C3%A9trica%202016.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2017.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2017). *Projeção da demanda de energia elétrica nos próximos 10 anos (2017 – 2026), série: Estudos da demanda*. Rio de Janeiro.

Gonçalves, O. A. V., Gutierrez, R. H., & Santos, I. J. A. L. dos. (2017). Método para identificação dos critérios utilizados na gestão do consumo de energia elétrica: estudo de caso num instituto de pesquisa na área nuclear. *Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção*, Curitiba, 5(7), 116-131. 2317-4846.

Instituto Capixaba De Pesquisa, Assistência Técnica E Extensão Rural - Incaper (2017). *Boletim Climatológico Trimestral do Espírito Santo*. Vitória. Recuperado de: <<https://bibliotecaruitendinha.incaper.es.gov.br/categorias-de-publicacoes/meteorologia>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

Instituto Nacional De Eficiência Energética - INNE (2001). *Protocolo internacional para Medição e Verificação de Performance*. Rio de Janeiro. Recuperado de: <http://www.inee.org.br/down_loads/escos/PIMVP_2001_Portugues.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2018.

International Energy Agency - IEA (2017). *World Energy Outlook*. Recuperado de: <http://www.iea.org/media/weowebiste/2017/Chap1_WEO2017.pdf> Acesso em: 18 mai. 2018.

ISO (2011). *Win the energy challenge with ISO 50001*. Recuperado de: <https://www.iso.org/news/2011/06/Ref1434.html>. Acesso em: 20 nov. 2017.

ISO SURVEY (2016). *The ISO survey of management system standard certifications – 2015 - executive summary*. Recuperado de: < www.iso.org/the-iso-survey.html>. Acesso em: 2 jul. 2017.

Laskurain, I., Heras-saizarbitoria, I., Casadesús, M. (2015) Fostering renewable energy sources by standards for environmental and energy management. *Renewable and sustainable energy reviews*, 50, 1148- 1156.

Mesquita, R., Santos, T. (2015). Estudos sobre eficiência na administração pública brasileira. *Espacios*, v. 36, n. 09, p. 6.

Ministério de Minas e Energia - MME (2017). *Plano anual de aplicação de recursos do programa nacional de conservação de energia elétrica – PROCEL*. GCCE. Recuperado de: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/5163596/Plano+de+Aplica%C3%A7%C3%A3o+de+Recursos+do+PROCEL+PAR+2017.pdf/3cd345eb-be0a-499b-99d3-760e0f9334de>. Acesso em: 18 mai.2018.



Citação (APA): Benedito, V. M., Moreira, K. C. S. R., Viana, T. M., & Freitas, R. de. (2020). Impacto do sistema de refrigeração nos custos de demanda elétrica: estudo de caso da Universidade Federal do Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 97-113.

Portal da Transparência – Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União (2015). *Compras diretas e o órgão subordinado*. Recuperado de: <<http://www.portaldatransparencia.gov.br/PortalComprasDiretasOEOrgaoSubordinado.asp?Ano=2015&CodigoOS=26000>>. Acesso em: 18 mai. 2018.

PROGRAD/UFES – Pró-Reitoria de Graduação/UFES (2016). *Calendário acadêmico UFES 2016*. Vitória. Recuperado de: <http://prograd.ufes.br/sites/prograd.ufes.br/files/field/anexo/calendario_academico_2016_-_atualizado_em_03-05-16.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018.

Rodrigues, A. G., Araújo, F. de, Presbítero, J. G. B., Nascimento, J. C., Silva, L. C., Santos, L. C. S., Machado, R. C., Soares, T. B., & Lima Neta, R. M. L. (2017). Consumo eficiente de energia elétrica. *Entre Aberta Revista de Extensão*, Maceió, v.1, n.2. 2446-9769.

Santos, E. M., Farias, W. C., & Gonçalves, F. C. (2015). Uso racional de água e energia. *Revista Educar*, 1, 10-13

Sauer, I. L. (2015). A gênese e a permanência da crise do setor elétrico no Brasil. *Revista USP*, São Paulo, 104, 45-174.

Universidade Federal de Pelotas – UFPEL (2018). Laboratório de conforto e eficiência energética. *Programa do bom uso energético – PROBEN*. Recuperado de: <<https://wp.ufpel.edu.br/proben/>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

Universidade Federal Do Espírito Santo – UFES (2012). Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES). *Relatório de Gestão do CEUNES Exercício 2011*. São Mateus.

Universidade Federal Do Espírito Santo – UFES (2016). *A situação da UFES na atual conjuntura orçamentária*. Vitória. Recuperado de: <http://ufes.br/sites/default/files/anexo/encarte_especial_-_situacao_financeira.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2018.

Universidade Federal Do Espírito Santo – UFES (2017). Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES). *Relatório de Gestão do CEUNES Exercício 2016*. São Mateus.

Universidade Federal Do Espírito Santo – UFES (2018). Campus de São Mateus. Recuperado de: <<http://www.ufes.br/campus-de-sao-mateus>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

