MÉTRICAS PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM INSTITUIÇÕES DA ÁREA DA SAÚDE: UM ESTUDO DE CASO PARA ENTIDADES FILANTRÓPICAS DE BELO HORIZONTE.

Thiago dos Reis Torres* Thiago Melo Machado-Coelho† Suéllen Costa Pereira* Edson Tadeu Moreira* Carlos Augusto Paiva da Silva Martins* Gustavo Luís Soares*

*Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Av. Itaú 525, 30535-012, Belo Horizonte, MG, Brasil

†Universidade Federal de Minas Gerais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Av. Antônio Carlos 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

Rtorres.thiago@gmail.com, thmmcoelho@ufmg.br, Suellen.pereira@sga.pucminas.br, etmo@terra.com.br, capsm@pucminas.br, gsoares@pucminas.br

Abstract— The objective of this work is to investigate the relation of the electric power consumption of philanthropic hospitals in Belo Horizonte with variables that characterize the physical structure of the entity, through metrics developed to measure energy efficiency. A sample of philanthropic entities from the Federation of Santas Casas and philanthropic hospitals of Minas Gerais was collected to provide information on the variables, built area, number of beds, number of patients attended in the month and energy consumption. As a result, hospitals were rated for their consumption pattern more quickly and less invasively. The results demonstrate that the use of the metrics allowed the understanding of the consumption profile of each hospital. The entities classified with the lowest efficiency indexes reached approximately 3 standard deviations of the average calculated for consumption by area. In this way, the contributions of this article include the information contained in the metrics that can help in the decision-making process so that the entities become more efficient, and to sensitize the creation and / or reinforcement of public policies in favor of entities philanthropic efforts to achieve lower rates of electricity consumption.

Keywords— Philanthropic Hospitals; Energy Efficiency; Public policy; Metrics

Resumo— O objetivo deste trabalho é pesquisar a relação do consumo de energia elétrica de hospitais filantrópicos em Belo Horizonte com variáveis que caracterizam a estrutura física da entidade, através de métricas desenvolvidas para medir a eficiência energética. Uma amostra de entidades filantrópicas da Federação das Santas Casas e hospitais filantrópicos de Minas Gerais foi coletada para prover informações sobre as variáveis, área construída, número de leitos, número de pacientes atendidos no mês e consumo de energia. Como resultado, os hospitais foram classificados quanto a seu padrão de consumo de forma mais rápida e menos invasiva. Os resultados demonstram que o uso das métricas possibilitou a compreensão do perfil de consumo de cada hospital. As entidades classificadas com menores índices de eficiência, alcançaram aproximadamente 3 desvios-padrões da média calculada para o consumo por área. Dessa forma, as contribuições deste artigo englobam as informações contidas por meio das métricas que podem auxiliar no processo de tomada de decisão para que as entidades tornem-se mais eficientes, e para sensibilizar a criação e/ou reforço de políticas públicas em favor de entidades filantrópicas para atingir menores índices de consumo de energia elétrica.

Palavras-chave— Hospitais Filantrópicos; Eficiência Energética; Políticas Públicas; Métricas.

1 Introdução

A preocupação com a utilização dos bens naturais de forma sustentável tem sido notada devido à conscientização do uso racional dos recursos disponíveis. A necessidade do uso consciente teve início na década de 70, com a crise do petróleo (Santana, 2006), desencadeada num contexto de déficit de oferta. Com o preço do barril de petróleo atingindo altos valores, houve uma instabilidade na economia mundial, forçando, assim, a busca de novas fontes de energia. Uma década após a crise, foram identificadas variações climáticas causadas pela queima de combustíveis alternativos (Iwata e Okada, 2014), fato que impulsionou os estudos na área de eficiência energética. Nesse mesmo período, o Brasil investiu na criação de programas para diversificar sua matriz energética, como o Proálcool (Andrade et al., 2010), criado para dar uma maior confiabilidade no processo de geração de energia. Desde então, o Brasil tem programas de eficiência energética na cadeia de captação, transformação e consumo de energia, reconhecidos internacionalmente, tendo uma crescente evolução nos últimos anos. Conforme estudo publicado nos Estados Unidos, em 2014, o Brasil ocupava a posição de número 15 no ranking dos países que mais utilizavam eficiência energética (ACEEE, 2014).

A criação e ampliação dos programas de eficiência energética estão diretamente relacionadas à legislação vigente do país, que determina que as concessionárias apliquem anualmente um montante correspondente de, no mínimo, 0,5% da sua receita líquida operacional em ações que promovam eficiência energética (Aneel, 2016). Em Mi-

nas Gerais, a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), investe em programas de eficiência, realizando chamadas públicas de projetos que contemplam o setor industrial, comercial e serviços públicos, dentre outras tipologias. Como o setor da saúde é frequentemente afetado por cortes nos investimentos públicos e falta incentivos financeiros privados, a Cemig investe em eficiência de hospitais públicos e entidades filantrópicas promovendo a instalação equipamentos hospitalares, iluminação e substituição de autoclaves (Cemig, 2016).

De modo particular, as entidades filantrópicas representam, atualmente, cerca de 1/3 da capacidade instalada para atendimento hospitalar da população. No Brasil, há aproximadamente 6.440 unidades hospitalares com natureza jurídica filantrópica (IBGE, 2016). Vinte delas estão situadas em Belo Horizonte, responsáveis pelo atendimento hospitalar de mais de 50% da população da capital e pacientes de cidades do interior do estado (Federassantas, 2016). Dado este cenário, considerando a importância da busca pela eficiência energética e os benefícios econômicos que ela traz, a implantação de ações de conservação e uso racional de energia contribui para a redução de custos nas entidades. Esta economia ajuda a torná-los mais eficientes quanto ao consumo de energia elétrica, assim, os recursos economizados podem ser revertidos em melhorias no atendimento, ampliação e qualidade da infraestrutura das instituições.

O objetivo deste trabalho é pesquisar a relação do consumo de energia elétrica, por meio de um estudo de caso envolvendo hospitais filantrópicos situados em Belo Horizonte com as variáveis que caracterizam estas entidades. Desta forma, o consumo de energia foi acompanhado por métricas criadas a partir de dados de fácil obtenção. Para povoamento do banco de dados, o estudo iniciou a partir de uma amostra de entidades filantrópicas da Federação das Santas Casas e hospitais filantrópicos de Minas Gerais para prover informações sobre as variáveis: área construída, número de leitos, número de pacientes atendidos no mês, consumo de energia, entre outras. As ferramentas foram empregadas para descobrir padrões e facilitar a definição de indicadores de consumo com as métricas propostas.

Os resultados apresentados estão no contexto de um estudo de caso de 15 entidades da área da saúde que apresentam natureza jurídica filantrópica. Os hospitais podem ser classificados quanto a seu padrão de consumo de forma rápida, precisa e pouco invasiva. As informações contidas por meio das métricas servirão como ferramenta de auxílio no processo de tomada de decisão dos gestores dos hospitais. Ademais, os resultados obtidos poderão sensibilizar a criação e/ou reforço de políticas públicas em favor de entidades filantrópicas para atingir menores índices de consumo de energia elétrica.

Dentre as ações que contribuem com as entidades, a estruturação das informações sobre o consumo de energia elétrica pode acarretar o início de uma discussão sobre a criação de um selo de eficiência energética para hospitais filantrópicos. Esta etiqueta não se restringe apenas às entidades filantrópicas, estendendo-se também aos hospitais privados para situarem-se de acordo com o seu consumo, e, num cenário global, compreender quais entidades apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria proposta.

2 Descrição do Problema

Dentre os problemas enfrentados pela área da saúde, a falta de recursos e incentivos financeiros prejudicam as entidades nas atividades dispostas para a população. O setor é frequentemente afetado com cortes nos investimentos, provenientes dos problemas econômicos enfrentados pelo país. Dessa forma, os hospitais precisam encontrar meios para sua manutenção, seja com o apoio de projetos de iniciativa pública ou privada para continuarem em operação. Para que haja maior visibilidade, faz-se necessária a transparência e organização dos custos e recursos aplicados na elaboração ou reforço dos projetos.

As ações que promovem ajuda às entidades, como a redução de gastos com energia elétrica demanda grande impacto na despesa total. Porém, estes auxílios ainda são considerados insuficientes, pois o fato de não existirem métodos de classificação das entidades da área da saúde de acordo com o seu consumo, dificulta o direcionamento dos recursos e as reais necessidades de cada hospital. A dispersão de informações e a falta da padronização dos dados inviabilizam os investimentos dos órgãos públicos e privados que desconhecem a natureza do problema. Documentos contendo informações sobre o consumo dos hospitais, atividades e demais particularidades do setor facilitariam a criação e a ampliação de programas na área.

Programas de incentivo ao uso consciente de energia elétrica são promovidos pelas concessionárias de energia elétrica de cada estado. Atualmente, este recurso é dividido em diversos grupos, tais como: melhoria na instalação industrial, residencial e comercial, iluminação pública, melhoria nas instalações rurais e uma fatia dos investimentos destinados ao poder público e serviços públicos, onde se situam se os hospitais, escolas, creches, entre outras tipologias. Por se tratar de um setor importante para a sociedade, a área da saúde deveria contar com investimentos exclusivos para a sua melhoria em vez de participar de apenas uma parte desse benefício.

Os programas de eficiência energética no Brasil são coordenados pelo Ministério das Minas

e energia e executados pela Eletrobrás (MME, 2017). Dentre os programas existentes, o selo de eficiência é uma das ferramentas simples e eficazes que permitem ao consumidor conhecer sobre os equipamentos, eletrodomésticos e edificações, compreendendo quais são mais eficientes e os meios de consumirem menos energia. A etiqueta de eficiência energética para edificações não atende as particularidades das instalações prediais das entidades da área da saúde. A criação deste selo proporcionará um adequado instrumento de controle do consumo eficiente dos hospitais.

3 Revisão Bibliográfica

3.1 Eficiência Energética

Eficiência energética pode ser definida como a razão entre a quantidade de energia utilizada durante a realização de alguma atividade e a energia fornecida (Patterson, 1996). O Índice de Eficiência Energética (IEE), pode ser descrito matematicamente como:

$$IEE = \frac{E_{utilizada}}{E_{fornecida}}. \quad (1)$$

Complementarmente ao IEE, energia útil (W), equivale à diferença entre a quantidade de energia total gerada (Q) e a quantidade perdida durante o processo, como pode ser visto na Equação (2) (Patterson, 1996),

$$W = Q - Perdas \quad (2)$$

Diferentes formas de energia são necessárias para a realização de processos na indústria e comércio, por exemplo. Como o custo para o uso destas energias pode impactar negativamente no orçamento que financia o processo, e o fato das fontes de energia serem finitas, esses dois fatores são motivadores na utilização racional dos recursos. Dentre as variedades de energia disponíveis, a elétrica é um dos insumos fundamentais para o desenvolvimento das atividades econômicas. Assim, torna-se necessário a criação de métodos para promover a utilização correta com menor impacto possível (INEE, 2015).

Dentre as práticas de eficiência energética comumente empregadas no Brasil, a substituição de lâmpadas de diversas tecnologias por LED, apresenta maior índice de uso. Por exemplo: o IEE das lâmpadas incandescentes é de 8%, sendo os outros 92%, perdas em forma de calor. Por outro lado, o IEE da energia luminosa do LED pode alcançar valores próximos de 88%, justificando a troca da iluminação. Outrossim, benefícios relacionados ao custo de manutenção, a durabilidade, ao risco para a saúde e meio-ambiente, cooperam para o processo de eficiência energética (IEE-USP, 2018).

A economia com a utilização da eficiência energética pode alcançar valores representativos nos gastos com energia. Segundo o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), considerando as atividades industriais, residenciais e comércio, o desperdício de energia chega a 22 milhões de kW por ano, o que representa um prejuízo de aproximadamente US$1,54 bilhões por ano (Abesco, 2015). Portanto, nas atividades econômicas, principalmente para os grandes consumidores de energia elétrica, os investimentos com eficiência energética tornam-se fundamentais para a redução dos custos. Para isso, é preciso entender sobre o consumo de cada ambiente, realizando levantamento de cargas, reconhecimento dos processos, acompanhamento setorizado e um serviço de consultoria em eficiência energética, dentre outros, para determinar quais ações de eficiência energética devem ser tomadas.

3.2 Políticas Públicas Para Eficiência Energética

As políticas públicas são conjuntos de ações e atividades simultâneas, desenvolvidas pelo Estado de forma direta ou indireta com a participação de entes público-privados, cujo objetivo é assegurar determinados direitos da cidadania em vários âmbitos da vida (Souza, 2006). Elas se consolidaram após a última metade do século XX e vem sendo utilizada por diversos segmentos de pesquisa que lidam com problemas públicos em diversas áreas. As políticas públicas realizam um sistema de metas e planos, pensados pelos três entes federativos – União, Estados e Municípios – porém, faz-se necessária a participação da sociedade civil organizada para cobrar que elas sejam as reais necessidades da população (Souza, 2006).

Como forma de abranger a carência da sociedade em diversos setores, as políticas públicas visam atender os direitos universais de todos os brasileiros, como a educação e a saúde por exemplo. A saúde é direito de todos e dever do Estado (CF, 1988). Segundo a constituição federal, a implantação de políticas públicas e econômicas como forma de efetivação do direito à saúde, cujo objetivo é reduzir o número de doenças graves, garante o acesso igualitário e universal para o direito a saúde. Estas políticas são formuladas por iniciativas dos poderes executivo e legislativo, com a participação popular, por meio de audiências públicas, na qual a população tem acesso em tempo real, sobre a execução orçamentária e financeira, em meios eletrônicos de acesso público (Frey, 2009).

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), na sua área de desenvolvimento social, implantou em 1998, após entendimentos com o Ministério da Saúde, o Programa de Fortalecimento e Modernização das Entidades Filantrópicas de Saúde Integrantes do Sistema Único de Saúde, tendo como maior objetivo a recuperação operacional e financeira dessas instituições,

estimulando também sua modernização gerencial (BNDES, 2017). A complexidade e diversidade dessa rede trazem consigo vários desafios, seja no nível mais elementar da operação básica de cada unidade hospitalar, seja na necessidade de políticas governamentais para manutenção, desenvolvimento e futura integração do setor ao sistema de saúde brasileiro, nas esferas pública e privada.

3.3 Certificação - Selo de Eficiência Energética

O Procel é um programa do governo, coordenado pelo Ministério das Minas e Energia e executado pela Eletrobrás, instituído em 1985 para promoção da eficiência energética e combate do desperdício de energia. Dentre os quesitos de abrangência do Procel, um grande diferencial para indústria são os equipamentos. Outros ramos, tais como, edificações, iluminação pública, residências e comércio também são abarcados pelo programa. A iniciativa possui o objetivo de reduzir aproximadamente 10 bilhões de kW por ano. Desde a sua criação, foram economizados 107 bilhões de kW, sendo 15 bilhões no ano de 2016 (Procel, 2017).

Os resultados alcançados nos últimos anos são relativos às parcerias firmadas junto ao Instituto nacional de metrologia (Inmetro), associações de fabricantes, pesquisadores de universidades e laboratórios para realização de estudos de melhoria e disponibilidade dos equipamentos mais eficientes no mercado nacional. Os estudos envolvem critérios técnicos que variam de acordo com a especificidade de cada equipamento, considerando sua finalidade, tempo e local de uso (PBE, 2018).

O selo Procel edifica - em consonância com o decreto nº 4059/2001, criado pelo Programa Nacional de Etiquetagem (PBE), para indicar os níveis de eficiência energética em edificações – em vigor desde novembro de 2014, identifica as edificações que apresentam as melhores classificações de eficiência energética e estimula a construção de imóveis mais eficientes (ProcelEdifica, 2017). O PBE edifica contêm os requisitos necessários para classificação do nível de eficiência energética das edificações, e somente após uma análise das condições físicas, e consequentemente a aprovação dos parâmetros estabelecidos pelos técnicos, é que se obtém a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) (ENCE, 2017).

O PBE é composto por 38 programas de avaliação, responsável pela implementação de equipamentos mais eficientes até a construção de edificações energeticamente econômicas. Mesmo com as diversidade dos programas atuais, as construções públicas e privadas da área da saúde não são contempladas com um selo para edificações específicas (Procel, 2017). Ter um indicador de eficiência energética para os hospitais indicando quais os requisitos para se tornarem mais eficientes de acordo com a etiqueta, promoverá uma maior economia de recursos e auxiliará no investimento e utilização de instalações e equipamentos mais eficientes.

3.4 Métricas

As métricas são medidas brutas, atômicas e de simples composição, utilizadas para mensuração que quantificam uma tendência, comportamento ou característica. Seu objetivo é a compreensão do funcionamento de cada setor, identificando pontos fortes e fracos na realização de diagnósticos e eficácia do processo de tomada de decisão (Sato, 2007).

Os indicadores de desempenho são medidas calculadas compostas pelas métricas que contribuem para a tomada de decisão visando o alcance de metas. Esta ferramenta auxilia na análise de tendências, melhoria continua dos processos, dentre outras características. A utilização das métricas consiste no conhecimento do processo para identificação das variáveis que possuem maiores impactos ou aquelas que necessitam de ações de reforço e/ou mudanças (Sato, 2007).

O consumo de energia elétrica sendo analisado de forma isolada, não se conclui sobre eficiência energética em uma unidade consumidora. Por outro lado, se esse consumo estiver relacionado a uma ou mais caracterísiticas que particularizam a edificação formando métricas, então há informação suficiente para se classificar a unidade consumidora como eficiente energeticamente ou não.

4 Metodologia

Este trabalho relaciona as variáveis quantitativas e qualitativas de entidades filantrópicas da área da saúde com os seus consumos de energia elétrica, obtidas através de formulários. Foram levantadas informações sobre as variáveis, área do hospital, número de funcionários, quantidade de leitos, utilização de medidas de economia de energia, dentre outras que compõem o questionário. As entidades contatadas, por meio de telefonemas, e-mails e visitas presenciais, forneceram informações para a estruturação do banco de dados, além de informações adicionais sobre a rotina dos processos internos na tentativa de conhecer melhor as particularidades de cada instituição.

Com os dados dos hospitais filantrópicos em mãos, as variáveis foram organizadas e filtradas para a elaboração das métricas propostas. Informações sobre o consumo por número de leitos, consumo por m^2 e demais métricas, possibilitam a identificação do perfil das entidades cujo objetivo é situá-las num cenário onde os hospitais terão conhecimento para se adequarem a um consumo eficiente de energia elétrica.

Os dados que apresentaram afastamento discrepante do conjunto e apresentavam potenciais inconsistências comprometendo a análise foram identificados utilizando métodos gráficos, por aná-

lise da distribuição e identificação pontos discrepantes e receberam análise separada, cujo objetivo foi encontrar aproximações que corrijam e associem novos valores aos dados.

A metodologia do trabalho realizado seguiu os seguintes passos:

1. Elaboração de questionários, ajustados de acordo com as informações repassadas em visitas iniciais realizadas nas entidades filantrópicas;
2. Pesquisa através dos questionários realizadas *online*, por telefonemas e visitas aos hospitais;
3. Tratamento estatístico de dados;
4. Criação de métricas para caracterizar o consumo de energia elétrica das entidades e relacioná-las de acordo com a sua eficiência;
5. Resultados obtidos de acordo com as métricas propostas e discussão sobre o estudo de implementação de um selo de eficiência energética para hospitais filantrópicos;
6. Proposta para utilização de inteligência computacional, tais como: Redes Neurais e/ou Programação genética para treinamento e classificação de novas entidades quanto à sua eficiência energética.

Os itens (1-5) estão finalizados e apresentados neste artigo; o item (6) trata-se da próxima etapa desta pesquisa. No item (4), foram desenvolvidas as métricas M1, ..., M5 apresentadas a seguir, sendo que C representa o consumo das entidades em kWh, e A representa a área da entidade em m^2.

- M1: Consumo em kWh pela área m^2

$$M1 = \frac{C}{A} \tag{3}$$

- M2: Consumo em kWh pelo N^o de atendimentos × área em m^2

$$M2 = \frac{C}{N_{atendimentos} \times A} \tag{4}$$

- M3: Consumo pelo N^o de Funcionários

$$M3 = \frac{C}{N_{funcionarios}} \tag{5}$$

- M4: Consumo pelo N^o de especialidades

$$M4 = \frac{C}{N_{especialidades}} \tag{6}$$

- M5: Consumo pelo N^o de Leitos

$$M5 = \frac{C}{N_{leitos}} \tag{7}$$

A métrica M1 apresenta a densidade de consumo da entidade. É um indicador importante para mensurar o consumo e de simples validação, pois as grandezas associadas são fáceis de serem obtidas. Esta métrica permite compreender como é realizada a distribuição de energia na edificação e possui influência direta no consumo. Porém, torna-se necessária a análise conjunta com as demais métricas, visto que, hospitais com maior área - dependendo da sua característica - não necessariamente possuem maior consumo, portanto, a integração das métricas colabora para a caracterização mais eficiente da entidade.

A métrica M2 indica o consumo pelo número de atendimentos × m^2. Este indicador fornece informações sobre o impacto do fluxo de pacientes em um determinado espaço sobre o consumo das entidades. As entidades que possuem maior número de atendimentos tendem a apresentar maior consumo, devido ao espaço disponível e o horário de atendimento dos pacientes.

O consumo pelo número de funcionários é uma métrica (M3) que estabelece o quanto a população de pessoas trabalhando no ambiente hospitalar impacta no consumo final. Esta métrica tem relação direta com o número de especialidades médicas e a capacidade de atendimento do hospital. Os hospitais com serviços terceirizados possuem uma densidade de consumo maior devido ao quadro reduzido de funcionários.

A métrica M4, caracteriza o consumo pelo N^o de especialidades. Hospitais que apresentam várias especialidades tendem a ter o consumo mais elevado devido ao uso de equipamentos específicos que consomem mais energia elétrica. Um fator associado a esta métrica é o tamanho do hospital - caracterizado como hospital geral - isso ocorre porque as entidades que apresentam maior área construída tendem a apresentar maior número de especialidades. Assim, as variáveis consideradas, são grandezas diretamente proporcionais e impactam fortemente no consumo final de energia elétrica.

O consumo pelo N^o de leitos é uma métrica (M5) muito importante pois, os hospitais especializados possuem baixo número de especialidades médicas devido a concentração de atendimentos específicos. Esta métrica associa o consumo de acordo com os atendimentos à determinada especialidade e está diretamente relacionada à área dos hospitais, visto que, quanto maior o número de leitos, maior a área construída.

5 Experimentos e Resultados

O estudo de caso considera quinze entidades filantrópicas da área da saúde na região de Belo Horizonte. Os hospitais foram contatados para responder um formulário web, composto por 45 questões avaliando o comportamento do consumo de

Tabela 1: Caracterização das entidades durante 1 mês no período de Julho de 2017 a Janeiro de 2018.

Hospital	Área	Área do Lote	Especialidade	Pavimentos	Leitos	Funcionários	Atendimentos	E (kWh)
H1	9480	12.000	11	8	187	94	8839	31.697
H2	12.600	16.000	28	4	425	3596	22.100	102.560
H3	1830	2620	9	5	55	139	17.410	16.540
H4	460	460	3	1	42	18	3700	6156
H5	788	2113	16	2	110	165	6500	8983
H6	6018	10.482	18	3	158	687	13900	52.085
H7	12.298	15.670	30	2	376	2973	23.310	89.345
H8	12.298	15.670	30	2	376	2973	23.310	89.345
H9	22.450	30.000	31	8	303	2601	26.000	134.448
H10	3670	4550	16	5	133	209	6200	33.456
H11	10.700	28.669	29	8	384	1685	19.350	72.404
H12	6850	10.049	24	5	234	1120	22.114	56.542
H13	2000	2263	10	1	110	320	23.402	25.869
H14	2835	3140	21	2	185	826	19.000	62.045
H15	4782	12.040	31	3	125	842	16.800	37.490

Tabela 2: Caracterização das entidades pelas métricas propostas.

Acrônimo	M1	M2	M3	M4	M5
H1	6,51	57.525	656	5609	330
H2	8,14	179.887	29	3663	241
H3	9,04	157.356	119	1838	301
H4	13,38	49.516	342	2052	147
H5	11,4	74.098	54	561	82
H6	8,65	120.303	76	2894	330
H7	7,27	169.347	30	2978	268
H8	7,27	169.347	30	2978	268
H9	5,99	155.708	52	4337	444
H10	9,12	56.520	160	2091	252
H11	6,77	130.936	43	2497	189
H12	8,25	182.536	50	2356	242
H13	12,93	302.693	81	2587	235
H14	21,89	415.822	75	2955	335
H15	7,84	131.709	45	1209	300

energia elétrica das entidades foi entregue às instituições para obtenção de informações relevantes para a criação e aplicação das métricas propostas. Os símbolos "H1, H2,..., H15", foram empregados para se referir aos hospitais com o objetivo de preservar a identidade das entidades participantes. As variáveis abordadas no questionário buscam compreender como a importância dos dados, tais como, número de chuveiros, tempo de vida dos equipamentos, ações de promoção à eficiência energética, por exemplo, interferem no montante final do consumo de energia elétrica. A Tabela 1 indica as principais variáveis coletadas de diversas entidades.

Com a análise das respostas, percebeu-se que os setores que possuem maior índice de consumo, tais como as centrais de água gelada - consideradas vilões do consumo - são responsáveis por aproximadamente 40% do consumo total de energia elétrica nos hospitais. O setor de diagnóstico por imagem também representa grande parte dos custos com energia, este, além de apresentar equipamentos com alto consumo, apresentam complexidades nas medições, dificultando o controle setorizado. O serviço de lavanderia, setor de elevado potencial de consumo, compõe o grupo das atividades nas entidades que mais consomem energia elétrica. Dentre as estratégias utilizadas para redução de gastos, a terceirização dessa atividade é realizada por 80% dos hospitais pesquisados. Dessa forma, torna-se inviável a caracterização do consumo e eficiência energética das entidades de forma rápida, simples e pouco invasiva utilizando os métodos atuais do mercado.

Considere um cenário onde o gestor de um hospital, que pretende realizar uma ação para redução dos gastos com energia elétrica. Portando conhecimento sobre os dados de consumo da entidade em que trabalha e com acesso às informações fornecidas pelas métricas, conforme Tabela 2, mesmo que ele desconheça as particularidades das demais instituições, será possível tomar decisões para alcançar melhores posições no ranking estabelecido pela métrica. O gestor terá conhecimento se está consumindo energia elétrica de forma eficiente e poderá optar pela redução do consumo ou da área em operação do hospital, assim, tomar a melhor decisão para alcançar melhores índices no ranking de hospitais mais eficientes. Ademais, quando o gestor planejar ampliações para a entidade, terá o conhecimento prévio do quanto irá impactar no novo consumo de energia elétrica.

As entidades H1 e H5 apresentaram os piores valores nas métricas abordadas, necessitando de ações urgentes de promoção à eficiência energética para alcançar melhores índices de consumo de energia elétrica, conforme demonstrado na Figura 1. Dentre resultados apresentados, o hospital H9 responsável pela maior área construída, apresentou o menor consumo por m^2, conforme demons-

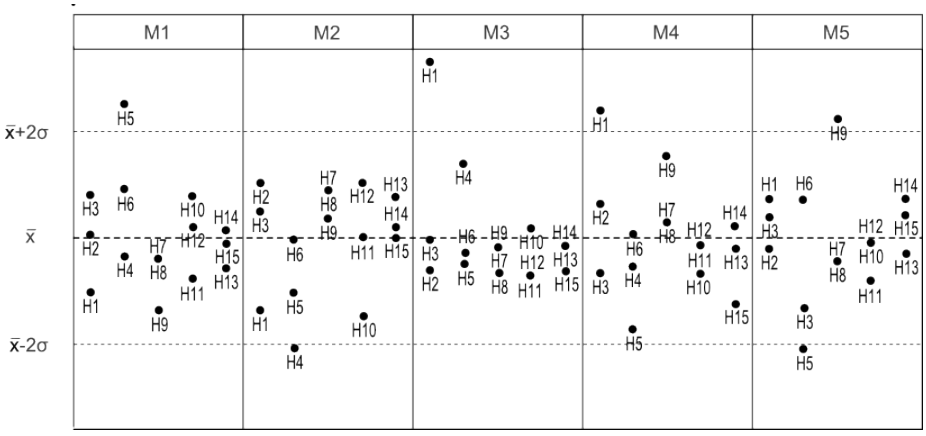

Figura 1: Valores obtidos para cada entidade, segundo média e desvio-padrão de cada métrica.

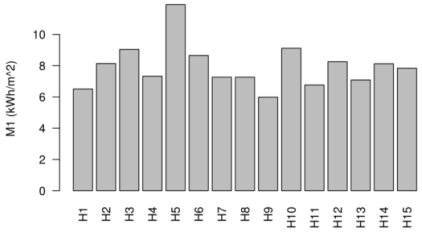

Figura 2: Métrica M1: Consumo × Área.

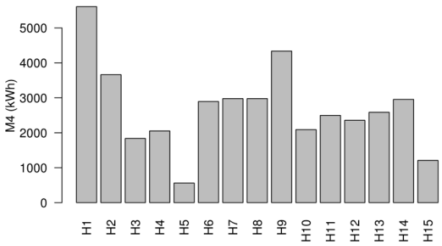

Figura 3: Métrica M4: Consumo × Especialidades.

trado na Figura 2. A média do consumo pela área construída dos hospitais corresponde a 7,95. Assim, o hospital que mais se aproximou da média de consumo pela área, foi a entidade H2. A Figura 3 mostra que a entidade H1 apresenta o maior índice de consumo por especialidade. O hospital H1 está 2,38 desvios-padrões distante da média geral que foi de 2.708 kWh. O hospital H13 apresentou o melhor índice na métrica M4.

Considerando todas as métricas, os hospitais H2, H7 e H8, apresentaram os melhores resultados. Dos hospitais pesquisados, foram os únicos que apresentaram controle setorizado do consumo de energia, nos últimos 24 meses contrataram consultoria especializada em eficiência energética e trocaram os equipamentos e autoclaves.

Outro fator importante é que 80% das entidades pesquisadas possuem serviço de lavanderia terceirizado, apresentando um melhor índice de consumo em relação às demais. Em valores de kWh, possuem impacto direto no consumo, entretanto, para uma análise financeira quantitativa os valores pagos para as empresas que realizam o serviço devem ser considerados.

6 Conclusões

O acompanhamento do consumo de energia elétrica, com o uso de métricas, possibilitou a caracterização e a compreensão do perfil de consumo de cada hospital. Dessa forma, as entidades foram classificadas de acordo com o seu padrão de consumo utilizando métodos diferentes dos atuais. O estudo mostra que a análise feita com consumos isolados de energia elétrica demonstrou inconsistências nos diagnósticos, visto que, as entidades classificadas como grandes consumidoras, anteriormente, apresentavam vieses quanto ao uso consciente da energia elétrica. Assim, a proposta deste artigo indica, pelas métricas apresentadas, que estas entidades podem ser mais viáveis que as outras, com características de menor consumo.

As contribuições deste artigo englobam informações contidas por meio das métricas que podem auxiliar no processo de tomada de decisão para que as entidades tornem-se mais eficientes e também para sensibilizar a criação e/ou reforço de políticas públicas em favor de entidades filantrópicas para atingir menores índices de consumo de energia elétrica.

Como extensão deste trabalho, a proposta para a criação de um o selo de economia pode ajudar fortemente as entidades filantrópicas. Ademais, com um banco de dados contendo maior número de amostras, ferramentas de inteligência computacional tais como, Redes Neurais e Programação Genética, podem ser empregadas para descobrir padrões e facilitar a definição de indicadores de consumo com as métricas propostas.

Referências

Abesco (2015). Associação Brasileira de empresas de serviços de Conservação de Energia, http://www.abesco.com.br/pt/novidade/. Acessado em: 14 de jabeiro de 2018.

ACEEE (2014). Germany, italy, eu, china, and france top global energy efficiency rankings, http://aceee.org/portal/national-policy/international-scorecard. Acessado em: 14 de abril de 2018.

Andrade, E. T. d., Carvalho, S. R. G. d. e Souza, L. F. d. (2010). Programa do proálcool e o etanol no brasil, *ENGEVISTA* **11**(2).

Aneel (2016). Procedimentos do programa de eficiência energética - PROPEE, http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=27\&idPerfil=2. Acessado em: 17 de maio de 2017.

BNDES (2017). Banco Nacional de Desenvolvimento, https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home. Acessado em: 07 de novembro de 2017.

Cemig (2016). Projeto hospitais autoclaves, http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Eficiencia_Energetica/Paginas/Autoclaves.aspx. Acessado em: 07 de março de 2018.

CF (1988). Constituição Federal - artigos 196-200., http://conselho.saude.gov.br/web_sus20anos/20anossus/legislacao/constituicaofederal.pdf. Acessado em: 07 de março de 2018.

ENCE (2017). Etiqueta Nacional de conservação de energia , http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BF48ABFE1-2335-4951-9FF9-C5E9B278. Acessado em: 16 de dezembro de 2017.

Federassantas (2016). Federação das Santas Casas e Hospitais filantrópicos de Minas Gerais - Regional Centro, http://www.federassantas.org.br/novosite/regional-central-metropolitana/. Acessado em: 07 de março de 2018.

Frey, K. (2009). Políticas públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no brasil, *Planejamento e políticas públicas* **2**(21).

IBGE (2016). Saúde: Pesquisa de assitência médico-sanitária, https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=92. Acessado em: 12 de março de 2017.

IEE-USP (2018). Instituto de energia e ambiente da universidade de São Paulo, http://www.iee.usp.br/?q=pt-br/museu-virtual/perguntas-e-respostas. Acessado em: 07 de março de 2018.

INEE (2015). Instituto Nacional de Eficiencia energetica, http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia. Acessado em: 07 de março de 2018.

Iwata, H. e Okada, K. (2014). Greenhouse gas emissions and the role of the kyoto protocol, *Environmental Economics and Policy Studies* **16**(4): 325–342.

MME (2017). Procel: Chamada pública para seleção de projetos de eficiência energética, http://www.mme.gov.br/web. Acessado em: 14 de jabeiro de 2018.

Patterson, M. G. (1996). What is energy efficiency?: Concepts, indicators and methodological issues, *Energy policy* **24**(5): 377–390.

PBE (2018). Programa brasileiro de etiquetagem - PEB, http://www2.inmetro.gov.br/pbe/. Acessado em: 07 de março de 2018.

Procel (2017). Centro brasileiro de informação de eficiência energética, http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BF48ABFE1-2335-4951-9FF9. Acessado em: 16 de dezembro de 2017.

ProcelEdifica (2017). Eficiencia energética em edificações, http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMIDC46E0FFDBD124A0197D2587926254722LUMISADMIN1PTBRIE.htm. Acessado em: 27 de julho de 2017.

Santana, C. R. (2006). O aprofundamento das relações do brasil com os países do oriente médio durante os dois choques do petróleo da década de 1970: um exemplo de ação pragmática, *Rev. Bras. Polít. Int* **49**(2): 157–177.

Sato, D. T. (2007). Uso eficaz de métricas em métodos ágeis de desenvolvimento de software, *Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, São Paulo* **139**.

Souza, C. (2006). *Políticas Públicas: Uma revisão da literatura*, SciELO Brasil.